

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE DE LA CONSTRUCTION
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

Mémoire de fin d'études



EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER EN
TRAVAUX PUBLICS
Option : Voies et Ouvrages d'Art

THEME

Etude de la réalisation de la voie express Ain El
Hammam - Draa El Mizan
du PK 3+000 au PK 8+000



Présenté par :

M^{lle} CHELLOUCHE Dihia
M^{lle} DEHRI Cylia

Encadré par :

M^r GABI Smail

Promotion : 2019/2020

Remerciements

Premièrement, louange à Dieu de nous pouvoir donner la force et le courage d'accomplir ce modeste travail.

Avant de commencer la présentation de ce travail, nous profitons de l'occasion pour remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements pour, M^r GABI, d'avoir accepté de nous encadrer pour notre projet de fin d'études, ainsi que pour ses remarques pertinentes et son encouragement.

On remercie les membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et qu'ils nous feront l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

CHELLOUCHE- DEHRI

Dédicaces



J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail à mes chers parents, pour leurs sacrifices, leurs soutiens et leurs prières tout au long de mes études et qui n'ont jamais cessé de m'épauler pour que je puisse arriver à mes objectifs.



À mon cher frère Massine et à mes chères sœurs Massilia et Tinhinane pour leurs encouragements permanents et leurs soutiens.



À toutes personnes de ma grande famille.

Dihia CHELLOUCHE

Dédicaces



*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail à mes chers parents
qui ont veillé sur moi et qui m'ont encouragé pendant mon
parcours d'études, que dieu leurs bénissent.*



*À mes chères sœurs Karima et Ouardia et à mes deux petits
frères Abderahman et Massi, Sans oublier mes 4 neveux
(Eliane, Yasten, Rayan et Elyes).*



*À mon grand-père Jedi et à mes grands-mères Yaya et yemma
Nouara.*

Cyfia DEHRI

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
Chapitre I : présentation du projet	
1. INTRODUCTION	2
2. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION DU PROJET	2
3. DESCRIPTION DU PROJET.....	3
4. OBJECTIFS DU PROJET.....	3
Chapitre II : Etude du trafic	
1. INTRODUCTION	4
2. ANALYSE DU TRAFIC.....	4
3. DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS	4
4. PARAMETRES FONDAMENTAUX DE LA B40	4
4.1. Catégorie de la route.....	5
4.2. Environnement de la route.....	6
5. CALCUL DE LA CAPACITE	6
5.1. Définition.....	6
5.2. Calcul du (TJMA) horizon	6
5.3. Calculs des trafics effectifs.....	6
5.4. Débit de pointe horaire normal	7
5.5. Débit horaire admissible.....	7
5.6. Détermination du nombre de voies	8
6. APPLICATION AU PROJET	8
6.1. Données du trafic	8
6.2. Projection future du trafic.....	8
6.3. Calcul du trafic effectif	9
6.4. Débit de pointe horaire normal	9
6.5. Débit admissible	9
6.6. Nombre de voies	10
6.7. Calcul de l'année de saturation.....	10
7. CONCLUSION.....	11
Chapitre III : Etude géotechnique	
1. INTRODUCTION	12
2. OBJECTIFS DE LA GEOTECHNIQUE ROUTIERE	12
3. REGLEMENTATION ALGERIENNE EN GEOTCHNIQUE	12
4. LES DEFFIRENTS ESSAIS EN LABORATOIRE	12
4.1. Les essais d'identification	14

4.2. Les essais in situ	14
5. CONDITIONS D'ETULISATION DES SOL EN REMBLAIS	14
6. LES MOYENS DE RECONNAISSANCE DU SOL	14
7. APPLICATION AU PROJET	15
7.1. La reconnaissance du site	15
7.1.1. Essais in situ	15
7.1.2. Essais en laboratoire.....	17
7.2. Terrassement.....	18
7.2.1. Décapage de la terre végétale	19
7.2.2. Extraction des déblais	19
7.2.3. Réemploi en remblais.....	19
8. CONCLUSION.....	19

Chapitre IV : Etude géométrique

1. TRACE EN PLAN	20
1.1. Règles à respecter dans le tracé en plan	20
1.2. Les éléments du tracé en plan	20
1.2.1. L'alignement.....	20
1.2.2. Arcs de cercle	21
1.2.3. Les courbes de raccordement	24
1.3. Vitesse de référence (de base)	27
1.4. Application au projet.....	27
1.4.1. Construction du terrain.....	27
1.4.2. Triangulation	28
1.4.3. Définition de l'axe en plan	28
2. PROFIL EN LONG.....	30
2.1. Règles à respecter dans le tracé du profil en long.....	30
2.2. Coordination du tracé en plan et du profil en long.....	31
2.3. Déclivités	31
2.4. Raccordements en profil en long	32
2.4.1. Raccordements convexes (angle saillant).....	32
2.4.2. Raccordements concaves (angle rentrant)	33
2.5. Application au projet.....	33
2.5.1. Conception longitudinale	33
3. PROFIL EN TRAVERS	34
3.1. Eléments constitutifs du profil en travers	34
3.2. Application au projet.....	36
3.3. Le profil en travers type du projet.....	36

3.4. La conception transversale	36
4. CONCLUSION	39

Chapitre V : Les cubatures

1. INTRODUCTION	40
2. DEFINITION	40
3. METHODES DE CALCUL	40

Chapitre VI : Dimensionnement du corps de la chaussée

1. INTRODUCTION	42
2. PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES	42
3. DEFFIRENTS TYPES DE CHAUSSEES	42
3.1. Les chaussées souples	43
3.2. Les chaussées semi - rigides	43
3.3. Les chaussées rigides	44
4. METHODE DE DIMENSIONNEMENT	44
4.1. Méthode CBR (California-Bearing-Ration)	45
4.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves	46
5. APPLICATION AU PROJET	47
5.1. La méthode CBR	47
5.2. Méthode de catalogue des structures.....	49
5.2.1. Détermination de la classe du trafic	49
5.2.2. Classement de la portance du sol support.....	50
5.2.3. Choix de différentes couches constituant la chaussée	51
5.2.4. Détermination de la zone climatique.....	51
5.2.5. Choix de dimensionnement	52
5.2.6. Vérification en fatigues des structures et de la déformation du sol support ...	53
6. CONCLUSION	56

Chapitre VII : Assainissement

1. INTRODUCTION	57
2. LES TYPES DE DEGRADATION PROVOQUEES PAR LES EAUX	57
3. OBJECTIFS D'ASSAINISSEMENT	57
4. ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEES	57
4.1. Réseaux longitudinaux	58
4.2. Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordements	60
5. QUELQUES DEFINITIONS	61
6. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT.....	62
6.1. Coefficient de ruissellement	62
6.2. Intensité de la pluie	62

6.3. Calcul de fréquence d'averse.....	63
6.4. Temps de concentration.....	63
6.5. Intensité de l'averse	64
6.6. Calcul de débit de saturation.....	64

Chapitre VIII : Echangeur

1. INTRODUCTION	65
2. DEFINITION D'UN ECHANGEUR.....	65
3. LE ROLE D'UN ECHANGEUR.....	65
4. TYPES D'ECHANGEUR	65
4.1. Echangeur majeur	65
4.2. Echangeur mineur	66
5. LES CONSTITUANTS D'UN ECHANGEUR	67
6. APPLICATION AU PROJET	69
6.1. Choix du site d'implantation	69
6.2. Etude des solutions proposées	70
6.3. Choix de l'échangeur	70
6.4. Résultats de la conception géométrique d'un échangeur	71

Chapitre IX : Signalisation et Eclairage

1. SIGNALISATION	72
1.1. Les différents types de signalisation	72
1.2. Marques sur les routes.....	72
1.2.1. Les marques longitudinales	72
1.2.2. Les marques transversales	73
1.3. Application au projet.....	73
2. ECLAIRAGE.....	77
2.1. Catégories d'éclairages	77
2.2. Paramètres de l'implantation des luminaires	77
3. CONCLUSION.....	78

Chapitre X : Impacts sur l'environnement

1. INTRODUCTION.....	79
2. IMPACTS NEGATIFS	79
3. IMPACTS POSITIFS.....	80
4. APPLICATION AU PROJET	81
5. CONCLUSION.....	81
INTRODUCTION GENERALE	82
BIBLIOGRAPHIE.....	83

Annexe A	84
Annexe B.....	85
Annexe C.....	86
Annexe D	93
Annexe E.....	100

Liste des figures

Figure I.1 : Situation géographique de la région du projet	1
Figure I.2 : Projection du tracé sur la carte.....	2
Figure III.1 : Puits n° 01 au PK 03+140.....	15
Figure III.2 : Puits n° 02 au PK 04+200.....	16
Figure III.3 : Puits n° 03 au PK 05+220.....	16
Figure III.4 : Puits n° 04 au PK 06+140.....	17
Figure IV.1 : Les constituants d'un tracé en plan	20
Figure IV.2 : Les éléments du clothoïde	25
Figure IV.3 : Nuage des points	28
Figure IV.4 : Triangulation	28
Figure IV.5 : Axe en plan.....	29
Figure IV.6 : Interpolation de l'axe.....	30
Figure IV.7 : Profil en long	34
Figure IV.8 : Eléments constitutifs du profil en travers	35
Figure IV.9 : profil en travers en remblai.....	37
Figure IV.10 : Profil en travers en déblai	37
Figure IV.11 : Profil en travers mixte	38
Figure IV.12 : Vue en perspective	38
Figure V.1 : Présentation des sections déblais et remblais	40
Figure V.2 : profil en long d'un tracé donné	41
Figure VI.1 : Schéma récapitulatif types de chaussée	44
Figure VI.2 : Représentation des couches de la chaussée souple.....	45
Figure VI.3 : Corps de chaussée obtenu avec la méthode C.B.R	49
Figure VI.4 : Classe du trafic (TPLi) pour RP1.	50
Figure VI.5 : Détermination de la zone climatique (fascicule1)	52
Figure VI.6 : Résultats de calcul automatique sur Alizé III.....	55
Figure VI.7 : Résultats de calcul automatique final sur Alizé III.....	55
Figure VII.1 : Réseau de pied de talus de déblai.....	58
Figure VII.2 : Réseau de crête de talus de remblai.	58
Figure VII.3 : Réseau de pied de talus de remblai... ..	59
Figure VII.4 : Réseau de crête de talus de déblai.....	59
Figure VII.5 : Les décentes d'eau.	59
Figure VII.6 : Les buses à section circulaires.	60
Figure VII.7 : Les dalots.....	60
Figure VII.8 : Représentation générale d'assainissement de la chaussée.	61
Figure VIII.1 : Echangeur type trèfle complet.....	66
Figure VIII.2 : Echangeur type losange	66
Figure VIII.3 : Echangeur type demi-trèfle.	63
Figure VIII.4 : Bretelle de base.....	68
Figure VIII.5 : Représentation des constituants d'un échangeur.....	68
Figure IX.1 : Les lignes continues et discontinues.....	73
Figure IX.2 : Flèches de sélection.....	73
Figure IX.3 : Flèche de rabattement.....	74
Figure IX.4 : Ensemble de signalisation verticale.....	76
Figure IX.5 : Paramètres de l'implantation des lumières.	77

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Classification des environnements	6
Tableau II.2 : Coefficient d'équivalence.	7
Tableau II.3 : Valeur de K1.....	7
Tableau II.4 : valeurs de K2.	7
Tableau II.5 : Valeur de la capacité théorique	8
Tableau II.6 : Résumé des résultats d'étude du trafic routier	10
Tableau III.1 : Essais physiques réalisés au laboratoire.	18
Tableau III.2. Analyses chimiques réalisées au laboratoire.....	18
Tableau III.3 : Caractéristiques mécaniques des sols.	19
Tableau IV.1 : Les rayons du tracé en plan.	23
Tableau IV.2 : Valeurs de rayons concaves et convexes selon la B40.	33
Tableau VI.1. : Coefficients d'équivalence des matériaux.	47
Tableau VI.2 : Classe du sol.	47
Tableau VI.3 : Sur classement avec couche de forme en matériaux non traité (B 30)... ..	50
Tableau VI.4 : Classification des sols..	51
Tableau VI.5 : Classes de portance du sol support.....	51
Tableau VI.6. : Résumé des résultats de vérification.	56
Tableau VII.1 : Coefficients de ruissellement.....	62
Tableau VII.2 : Valeurs de variation de Gauss... ..	63
Tableau VIII.1 : Vitesse de base dans les bretelles.	69
Tableau VIII.2 : Les valeurs limites des rayons du tracé en plan.....	70
Tableau VIII.3 : Les valeurs limite des rayons appliquées aux échangeurs.....	71

INTRODUCTION GENERALE

Le monde a connu la réalisation des routes depuis l'antiquité, mais avec l'apparition de la révolution industrielle et la fabrication de différents types de véhicules, cela devient une nécessité afin de subvenir aux besoins de la population et leur déplacement devient plus facile et confortable.

Le réseau routier représente un pilier fondamental du développement durable des pays, ainsi leurs épanouissements se basent sur la forte présence des infrastructures routières qui participent au développement de plusieurs secteurs économiques, surtout où le transport est un facteur important.

Le réseau routier algérien demeure parmi les plus denses en Afrique après celui d'Afrique du sud et du Maroc avec une longueur de 112039 km et plus de 4910 ouvrages d'art.

Dans le cadre de développement de l'infrastructure de base de la wilaya de Tizi-Ouzou et afin de dynamiser les échanges interrégionaux, le schéma directeur routier national a prévu une voie express qui prend son origine au niveau de la pénétrante de Tizi-Ouzou et plus précisément au niveau de l'échangeur Azrou N'tamarth, elle se termine au niveau de la région de Ain El Hammam.

Chapitre I

Présentation du projet

1. INTRODUCTION

Le relief accidenté et l'absence d'autres voies de communication (ferroviaires, maritimes et autres) font que la route constitue la seule voie de communication de la quasi-totalité des 67 communes et 1500 villages que compose la wilaya de Tizi-Ouzou.

Le réseau routier de la wilaya est d'un linéaire total de 4805 km et d'une densité de 1436 km/km² qui est l'une des densités les plus importantes à l'échelle nationale.

Dans le cadre des efforts de l'état en matière d'infrastructures, vient le projet de la voie express Ain El Hammam Draa El Mizan pour englober le massif du Djurdjura, et renforcer la wilaya de Tizi-Ouzou d'un réseau routier moderne et performant et en retour participer à son développement durable.

Notre projet consiste à étudier un tronçon de 5 km de la voie express Ain El Hammam Draa El Mizan.

2. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION DU PROJET

Ain El Hammam et Draa El Mizan, se situent au sud de la wilaya de Tizi-Ouzou, elles sont cintrées par le massif du Djurdjura.

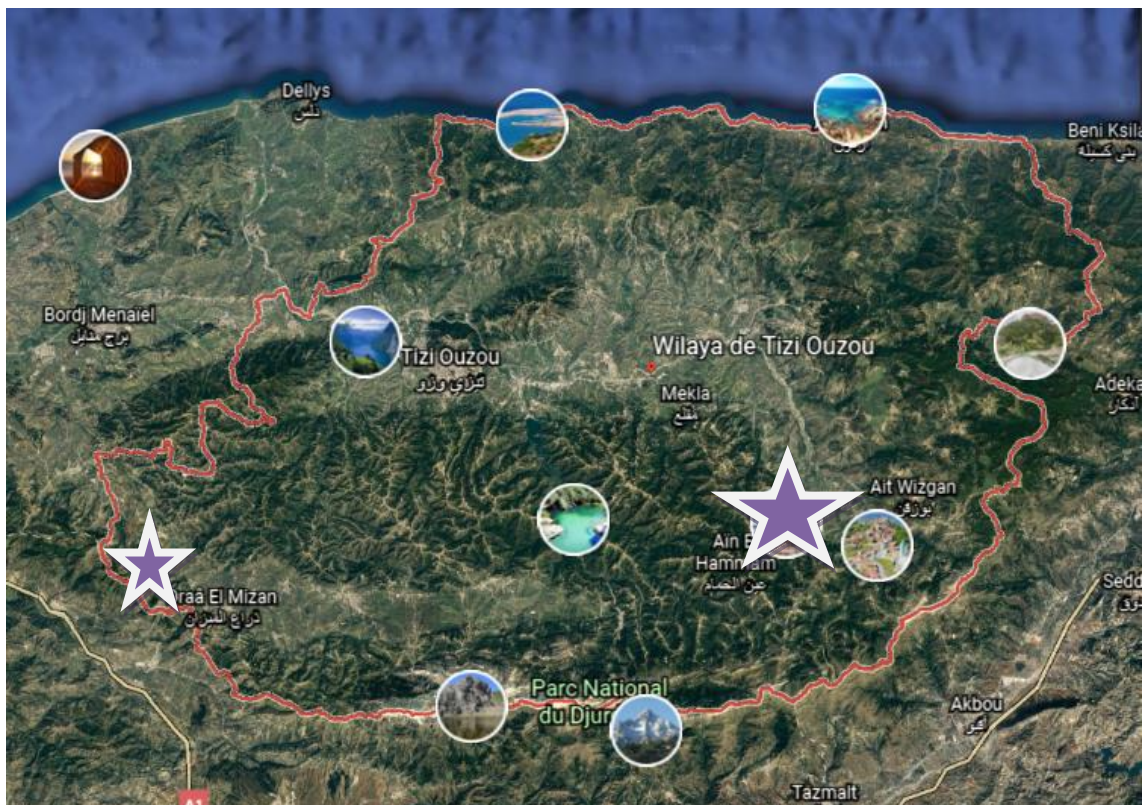


Figure I.1 : Situation géographique de la région du projet.

3. DESCRIPTION DU PROJET

- Le point de départ de notre tracé est situé à l'ouest de la commune de Ain Zaouia au PK 03+000 et prend sa fin au niveau du PK 08+000.
- Au niveau de PK 03+694 : conception d'un échangeur demi trèfle.
- Notre tracé a l'air symétrique à la RN30 à partir du PK 03+694 au PK 08+000.

- Notre tracé passe à la proximité de CW04.



Figure I.2 : Projection du tracé sur la carte.

4. OBJECTIFS DU PROJET

Ce projet permettra de :

- Réduire le temps de déplacement et le coût du transport.
- Englober les régions qui se situent sur le long du massif de Djurdjura.
- Lier les régions montagneuses du sud de wilaya de Tizi-Ouzou à la pénétrante nord-sud de Tizi-Ouzou.
- Donner un aspect moderne et plus performant et participer au développement économique de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Chapitre II

Etude du trafic

1. INTRODUCTION

L'étude de trafic est un élément primordial indispensable sur le développement des infrastructures routières, elle impactera directement sur les caractéristiques de la voie à créer ainsi sur les caractéristiques des chaussées.

Le dimensionnement du corps de la chaussée nécessite la connaissance du trafic journalier moyen annuel (TJMA).

2. ANALYSE DU TRAFIC

Pour connaître en un point et à un instant donné, le volume et la nature du trafic, il est exigible d'effectuer des comptages, ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriée.

L'analyse de circulation sur les artères du réseau routier est nécessaire pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, la détermination des dimensions à donner au route et appréciation d'utilité des travaux projetés.

Plusieurs méthodes permettent l'analyse du trafic, ces méthodes peuvent être classées en deux catégories.

- celles qui permettent de quantifier le trafic: les comptages.
- celles qui en outre permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs: les enquêtes.

2.1. Les comptages

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

- Les comptages automatiques.
- Les comptages manuels.

➤ Comptages automatiques :

On distingue ceux qui sont permanents, sont réalisés en certains points choisis pour leurs représentativités sur les routes plus importantes: réseau autoroutier, réseau routier nationale et chemin de wilaya les plus circulés.

Les comptages temporaires s'effectuent une fois par an, durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur le reste des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournants.

➤ Comptages manuels :

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques, les comptages manuels permettent de connaître les pourcentages du poids lourds et les transports en communs.

Les trafics sont exprimées en moyenne journalière annuelle (TJMA).

2.2. Connaissance des flux (les enquêtes)

Les plus souvent avantageux de compléter les informations recueillies à travers des comptages, les données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin à diverses méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un

quartier), on parle d'enquête cordon, il permet en particulier de distinguer les trafics de transit et d'échange.

3. DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC

- **Trafic normal :** C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte le trafic du nouveau projet.
- **Trafic dévié :** C'est le trafic qui résulte de:
 - Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
 - Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production due à la facilité portée par le nouvel aménagement routier.
- **Trafic induit :** C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.
- **Trafic total :** Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

4. PARAMETRES FONDAMENTAUX DE LA B40

4.1. Catégorie de la route

L'ensemble des itinéraires de l'Algérie peut être classé en cinq catégories fonctionnelles, correspondant aux finalités économiques et administratives assignées par la politique d'aménagement sur le territoire :

- **Catégorie 1 :** Liaison entre les grands centres économiques et les centres d'industrie lourde considérés deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries et transformation vers le réseau de base ci-dessus.
- **Catégorie 2 :** Liaison des pôles d'industries de transformation entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légère diversifiées avec le réseau précédent.
- **Catégorie 3 :** Liaisons des chefs lieux et daïra et des chefs lieux de wilaya, non desservi par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2.
- **Catégorie 4 :** Liaisons de tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1-2 et 3 avec le chef lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- **Catégorie 5 :** Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

4.2. Environnement de la route

Le tableau ci-dessous représente la classification des environnements selon la B40.

Tableau II.1 : Classification des environnements.

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

5. CALCUL DE LA CAPACITE

5.1. Définition

La capacité et le nombre de véhicules qui peuvent raisonnablement passer par une direction de la route ou (deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire. Le calcul de la capacité dépend :

- Des conditions de trafic des conditions météorologiques.
- Du type d'usager habitué ou non l'itinéraire.
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- Des caractéristiques de la section considérée (nombre et largeur de la voie).

5.2. Calcul du (TJMA) horizon

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

$$+ \text{TJMA}_h = \text{TJMA}_0(1 + \tau)$$

- TJMA_h : le trafic à l'année horizon.
- TJMA_0 : le trafic à l'année de référence.
- τ : taux d'accroissement du trafic (%).
- n : Nombre d'année.

5.3. Calcul des trafics effectifs

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

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

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$+ T_{\text{eff}} = [(1-z) + p.z] \text{TJMA}_h$$

Avec :

- T_{eff} : 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.
- TJMA_h : le trafic à l'année horizon.

Tableau II.2 : Coefficient d'équivalence.

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

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 :

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

Avec :

- Q : débit de pointe horaire
- n : nombre d'heure, (en général n=8heures)
- T_{eff} : trafic effectif

5.5. Débit horaire admissible :

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

$$Q_{\text{adm}} = K_1 K_2 C_{\text{th}}$$

Avec :

- K₁ : coefficient lié à l'environnement.
- K₂ : coefficient de réduction de capacité.
- C_{th} : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Tableau II.3 : Valeur de K1.

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau II.4 : valeurs de K2.

Environnement	VB=40 km/h	VB= 60km/h	VB= 80km/h	VB= 100 km/h	VB= 120 km/h
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 II.5 : Valeur de la capacité théorique

	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 du nombre de 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 :

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

Avec :

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

6. APPLICATION AU PROJET

6.1. Données du trafic

En se basant sur les données du trafic concernant la RN30 (section Draa El Mizan-Boghni) qui sont :

- Le trafic à l'année 2007 : $TJMA_{2007} = 3315 \text{ v/j}$.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté : $\tau = 4\%$.
- La vitesse de base sur le tracé : $VB = 80 \text{ km/h}$.
- Le pourcentage de poids lourds : $Z = 40\%$.
- L'année de mise en service sera en 2024.
- La durée de vie estimée est 20 ans.
- Route d'environnement **E 2** (Le relief est un peu vallonné avec une sinuosité moyenne).
- Route de Catégorie **C2** (Notre route, selon son utilité publique à l'égard de sa situation géographique, elle est classée en **catégorie C2**).
- Le coefficient d'équivalence du poids lourd : $P = 6$ (route à **bonne caractéristique** avec un environnement **E2**).
- $K1$ (coefficient lié à l'environnement) = **0.85** pour E2.
- $K2$ (coefficient de réduction de capacité) = **0.99** pour E2 et C2.

6.2. Projection future de trafic

- L'année de mise en service sera en 2024.

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

- $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon (année de mise en service 2024)
- $TJMA_0$: le trafic à l'année de référence (origine 2007).

$$+ TJMA_{2024} = 3315(1 + 0,04)^{17} = 6457 \text{ (v /j)}.$$

Donc :

$$TJMA_{2024} = 6457 \text{ (v /j)}.$$

- Trafic à l'année (2044) pour une durée de vie 20 ans.

$$+ TJMA_{2044} = 6457(1 + 0,04)^{20} = 14148 \text{ (v /j)}.$$

Donc :

$$TJMA_{2044} = 14148 \text{ (v /j)}.$$

6.3. Calcul du trafic effectif :

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

- P: coefficient d'équivalence pour le poids lourds, pour une route à bonne caractéristique et un environnement E2, on a $P=6$
- Z : pourcentage de poids lourds est égale à 40 (%).

$$+ T_{eff} = [(1 - 0,4) + 6 \times 0,4].14148 = 42444 \text{ (uvp /j)}.$$

Donc :

$$T_{eff} = 42444 \text{ (uvp /j)}.$$

6.4. Débit de pointe horaire normale

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

Avec :

- $(1 / n)$: coefficient de pointe horaire pris est égale à 0,12.

$$+ Q = 0,12 \times 42444 = 5093 \text{ (uvp/h)}.$$

Donc :

$$Q = 5093 \text{ (uvp/h)}.$$

6.5. Débit admissible

Le débit que supporte une section donnée :

$$+ Q_{adm} = K1.K2. C_{th}$$

Avec :

- K1 : coefficient correcteur pris égal à 0,85 pour E2.
- K2 : coefficient correcteur pris égal à 0,99 pour environnement (E2) et catégorie (C2).
- Cth : capacité effective par voie.

D'après la **B40** on adopte le profil (chaussées séparées). On prend:

$$+ C_{th} = 1800 \text{ (uvp/h)}.$$

$$+ Q_{adm} = 0,85 \times 0,99 \times 1800 = 1515 \text{ (uvp/h)}.$$

Donc:

$$Q_{adm} = 1515 \text{ (uvp/h)}.$$

6.6. Nombre de voies

$$+ n = S. Q / Q_{adm}.$$

$$n = (2 / 3) \times (5093 / 1515) = 2,24$$

Donc :

$$n = 2 \text{ voies /sens.}$$

➤ Résumé des résultats :

Tableau II.6 : Résumé des résultats d'étude du trafic routier

TMJA 2007 (v/j)	TMJA 2024 (v/j)	TMJA 2044 (v/j)	T _{eff} (uvp/j)	Q (uvp/j)	Nombre de voie par sens
3315	6457	14148	42444	5093	2

6.7. Calcul de l'année de saturation

On a :

$$+ T_{eff} (2024) = [(1 - Z) + PZ]. T_{JMA2024}$$

$$T_{eff} (2024) = [(1 - 0,4) + 6 \times 0,4] \times 6457 = 19362 \text{ (uvp/j)}.$$

Donc :

$$+ T_{eff} (2024) = 19362 \text{ (uvp/j)}.$$

D'où :

$$+ Q(2024) = 0,12 \times 19362 = 2323 \text{ (uvp/j)}.$$

On a aussi :

$$+ Q_{Saturation} = 4 \times Q_{Admissible}$$

$$Q_{\text{Saturation}} = 4 \times 1515 = \mathbf{6060 \text{ (uvp/j)}}.$$

Avec :

$$+ Q_{\text{Saturation}} = (1+\tau)^n \times Q_{2024}$$

$$n = \ln (Q_{\text{Sat}} / Q_{2024}) / \ln(1+\tau).$$

$$n = \ln (6060/2323) / \ln (1,04) = 24,5$$

$$\Rightarrow \mathbf{n = 25 \text{ ans.}}$$

L'année de saturation sera après 25 ans de l'année de mise en service, donc elle sera en 2049.

7. CONCLUSION

Le profil de notre voie express est : 2×2 voies (2 voies par sens)

Chapitre III

Etude géotechnique

1. INTRODUCTION

La reconnaissance de sol, utilisant les différents équipements et instrumentation sur terrain ou au laboratoire est un moyen pour le géotechnicien, à mieux connaître les sols et surtout le massif de sol étudié appeler à supporter dans de bonnes conditions le projet.

La géotechnique routière est la branche de la géotechnique qui traite des problèmes intéressant la route, dans toutes ses parties.

Elle étudie notamment : les remblais, les fondations de chaussée, la construction des diverses couches de la chaussée.

2. OBJECTIFS DE LA GEOTECHNIQUE ROUTIERE

- Définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée.
- Établir le projet de terrassement.
- Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le corps de la chaussée.
- Protection de l'environnement et des ressources naturelles.

3. REGLEMENTATION ALGERIENNE EN GEOTECHNIQUE

La géotechnique couvre un grand champ 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 (in situ).

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

- Les essais en place (essais pressiométriques, pénétromètre statique ou dynamique....etc.)
- Les essais de laboratoire : essais d'identifications et de classifications.

4. LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE

Les essais faits en laboratoire sont :

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

- Le calcul de l'épaisseur des chaussées souples nécessitera des prélèvements destinés à des essais CBR en laboratoire.
- Les essais seront fait à différentes teneurs en eau et des énergies de compactage, afin d'apprécier la stabilité du sol aux accidents lors des terrassements, ces essais seront précédés d'essai PROCTOR.
- La classification des sols rencontrés sera utile et nécessitera la détermination des limites d'Atterberg.

4.1. Les essais d'identification

➤ Analyses granulométriques :

Est un essai qui a pour objet de déterminer la répartition des grains suivant leurs dimensions ou grosseurs.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique réalisée sur un graphique, cette analyse se fait en générale par un tamisage.

➤ Equivalent du sable:

Le but de l'essai de l'équivalent du sable est de déterminer la qualité d'impureté (ou pour déterminer le pourcentage d'impureté dans un échantillon) soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.

➤ Limites d'Atterberg:

Limite de plasticité (W) et limite de liquidité (WL), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol :

WP sépare l'état solide de l'état plastique et WL sépare l'état plastique de l'état liquide ; les sols qui représentent des limites d'Atterberg voisines, c'est-à-dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité.

$IP = WL - WP$, est donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

➤ Essai Proctor:

L'essai PROCTOR est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol prévu pour l'étude, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

➤ Essai C.B.R :

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

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (Proctor modifié) avec 3 énergies de compactage pendant 4 jours.

➤ Essai Los Angeles:

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

➤ Essai Micro Deval:

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des

granulats et leur sensibilité à l'eau.

4.2. Les essais in situ

➤ L'essai pressiométrique :

L'essai pressiométrique est un essai de chargement in situ effectué au sein du terrain grâce à la réalisation d'un forage, l'analyse des résultats permet d'obtenir les caractéristiques mécaniques du sol d'effectuer les calculs de fondation, son domaine d'application et ses limites d'essais sont :

- Peut être réalisé dans tous les types de sols, saturés ou non.
- Peut être réalisé dans les remblais.
- Adaptable à tous types de sols précision de l'essai optimisation des valeurs de capacité portante.

➤ Essais de plaque :

L'essai de plaque est utilisé dans le cadre d'un contrôle du compactage d'un remblayage ou d'une couche de forme.

5. CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS

- On évite les sols à forte teneur en argile.
- Les matériaux des remblais seront étalés par couche de 30 cm d'épaisseur en moyenne avant leurs compactages.
- Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.
- Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension >80 mm
- Matériaux plastique IP > 20% ou organique.
- Matériaux gélifs.

6. LES MOYENS DE RECONNAISSANCE DU SOL

Les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'un tracé routier sont essentiellement :

- l'étude des archives et documents existants.
- Les visites de site et les essais « in – situ ».
- Les essais de laboratoire.

7. APPLICATION AU PROJET

L'objectif est d'identifier la succession lithologique et la portance des formations traversées et leurs caractéristiques, ces derniers nous permettent de dimensionner le corps de la chaussée.

7.1. La reconnaissance du site

7.1.1. Essais in situ

- Les travaux sur le terrain ont été réalisés sous la supervision d'un ingénieur géologue et un technicien des sols.
- Le site est marqué d'une couverture végétale de 0.4 m à 0.5 m.
- Les sondages et les puits de reconnaissances ont été implantés préalablement à l'aide du GPS d'une précision de $\pm 3,00$ mètres.
- La reconnaissance du site a été faite à l'aide d'une pelle mécanique.
- Les puits, ont été effectués avec un retro-chargeur, et ils ont atteint une profondeur de 2.5 à 3.00 mètres sous la surface du terrain existant.
- Ces puits ont permis de définir la stratigraphie des matériaux en place, de prélever des échantillons représentatifs des sols en place, d'évaluer visuellement leur compacité, d'observer les conditions d'eau souterraine à court terme et d'examiner le comportement des pentes d'excavation.
- Les puits ont tous été remblayés après leur réalisation.



Figure III.1 : Puits n° 01 au PK 03+140.

- La coupe géologique obtenue du premier puits (la lithologie du sol) :
- De 0.0 - 0.5m : Terre végétale.
 - De 0.05 - 2.5m : Argile marneuse grisâtre.
 - Supérieur ou égale à 2.5 m : Argile marneuse sableuse jaunâtre.



Figure III.2 : Puits n° 02 au PK 04+200.

- La coupe géologique obtenue du 2ème puits :
- De 0.0 - 0.5m : Terre végétale.
 - De 0.5 - 2.5m : Argile marneuse grisâtre.
 - Supérieur ou égale à 2.5m : Marne gréseuse jaunâtre friable.



Figure III.3 : Puits n° 03 au PK 05+220.

- La coupe géologique obtenue du 3ème puits :
- Du 0.0 - 0.5m : Terre végétale.

- Du 0.5 - 2.5 : Marne argileuse grisâtre.
- Supérieur ou égale à 2.5m : Marne argileuse débit en paillette verdâtre à brunâtre friable.



Figure III.4 : Puits n° 04 au PK 06+140.

- Coupe géologique obtenue de 4^{ème} puits :
- De 0.0 - 0.5 m: Terre végétale.
 - De 0.5 - 2.5 m : Argile marneuse grisâtre.
 - Supérieur ou égale à 2.5m : Argile limoneuse jaunâtre.

7.1.2. En laboratoire

L'ensemble des essais réalisés à l'aide d'échantillons intacts prélevés en sondage carotté réalisé sur site, sont présentés sous forme de tableaux regroupés par sondage, ci-dessous :

- Essais physiques :
- Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-après :

Tableau III.1 : Essais physiques réalisés au laboratoire.

	Teneur en eau naturelle %	Granulométrie			Limites d'Atterberg			Proctor		Indice CBR I _{CBR}
		50 mm %	2 mm %	80 µm %	LP	IP	LL	W _{opm} %	γ _{T/m³}	
Puits N° 01	21.08	100	96	64	32	22	54	13.80	1.73	0.90
Puits N° 02	14.89	100	90	66	32	17	49	15.80	1.77	4.96
Puits N°03	26.27	100	85	40	43	26	69	20.20	1.64	0.71
Puits N°04	26.31	100	97	53	37	27	64	21.3	1.59	0.66

✓ **Interprétations :**

- Les résultats des essais granulométriques : sols fins : $D_{max} \leq 50 \text{ mm}$ et tamisât $80 \mu\text{m} > 40\%$ donc on a des sols fins c'est-à-dire, des argiles à des argiles marneuses à des marnes.
- La plasticité et la teneur en eau : les sols testés en laboratoire sont des sols plastiques leurs IP sont entre 17-27, les valeurs de la teneur en eau des sols mesurées au moment de la campagne géotechnique sont de plus fortement susceptibles d'évoluer dans le temps en fonction de la saison des travaux.
- La densité Proctor et l'indice CBR : la densité sèche de l'optimum obtenu après compactage est de 1.59 à 1.77, pour une teneur en eau de 14.89 à 26.31. Les indices CBR montre que la majorité des sols ont de très faibles portances (valeurs inférieure à 5).

➤ **Analyses chimiques :****Tableau III.2 : Analyses chimiques réalisées au laboratoire.**

Nature géologique	Sondage PK	Les composants en %			
		Carbonates (CaCO ₃)	Interprétation	Sulfates (CaSO ₄)	interprétation
Argile marneuse	PK05+419	26.42%	Sol peu carbonaté	0.435	Faiblement agressif

7.2. Terrassement

Dans le cadre du projet et compte tenu de la topographie du site, on prévoit la réalisation des terrassements en déblai-remblai.

D'après l'analyse des données géologiques et géotechniques obtenues, les aspects suivants peuvent être envisagés.

7.2.1. Décapage de la terre végétale

Tout d'abord, la terre végétale sera décapée sur toute son épaisseur, puis stockée pour sa réutilisation dans l'aménagement paysagé ou réserver pour application sur revêtement végétal des talus. L'épaisseur moyenne de décapage est considérée de 0,50 m.

7.2.2. Extraction des déblais

- Les sections concernées par les déblais supérieurs à 10 m.
- Les moyens d'extraction des déblais sont tributaires de la nature géologique et des caractéristiques mécaniques des sols en place :

Tableau III.3 : La nature géologique des déblais et leurs moyens d'extraction.

pk	Hauteur max (m)	Nature géologique	Moyen d'extraction
PK 04+709	11.67	Alternance d'argiles limoneuse et marnes schisteuses	Pelle et défonceuse
PK 06+900	13.33	Alternance d'argiles limoneuse et marnes schisteuses	Pelle et défonceuse

✓ Remarque :

Les matériaux extraits des déblais sont attribués aux formations ci-après:

PK 04+680 : Argiles marneuse jaunâtres à des marnes schisteuses grisâtre en profond, intercalée par des passages de calcaire.

7.2.3. Réemploi en remblais

- Le réemploi des matériaux en remblais, doit se conformer aux règles du GTR, plus particulièrement en ce qui concerne l'état hydrique des sols.
- Les sols identifiés sont classés au sens du GTR en (A2, A3) pour les limons argileux, argiles, argiles marneuse et les marnes peu plastiques.

8. CONCLUSION

La portance du sol support étant médiocre ($I_{CBR} < 5$), alors il est nécessaire de procéder à une amélioration de ce sol par son sur classement.

Le risque d'agressivité du sol vis-à-vis les dalots est à écarter.

D'après 'Le Guide Technique' « Réalisation des remblais et des couches de forme» (GTR, SETRA) et d'une manière générale ces formations ne posent pas de problème de réemploi.

Chapitre IV

Etude géométrique

1. TRACE EN PLAN

Le tracé en plan est une succession des droites reliées par des liaisons. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assurée par la couche de roulement.

1.1. Règles à respecter dans le tracé en plan

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans la B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation.

Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qu'elles nous semblent pertinentes :

- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières
- Eviter au maximum les propriétés privées
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

1.2. Les éléments du tracé en plan

1.2.1. L'alignement

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons et des arcs de cercles comme il est schématisé ci-dessous :

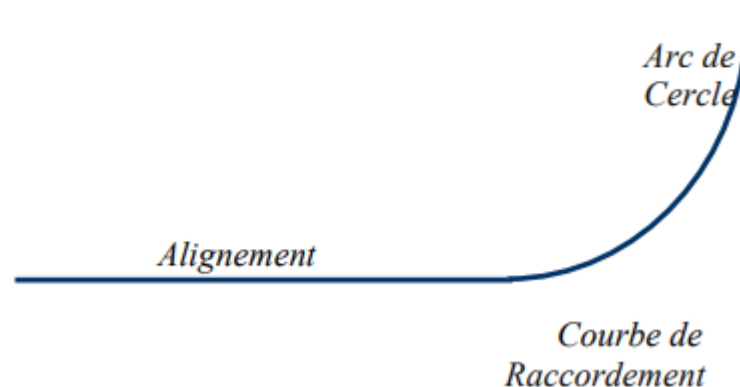


Figure IV.1 : Les constituants d'un tracé en plan.

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint, car il présente des inconvénients, notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement est justifié :

- En plaines où les sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans des vallées étroites.
- Le long de constructions existantes.
- Pour donner la possibilité de dépassement.

➤ Règles concernant la longueur des alignements

- 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 cinq (5) secondes.

$$L_{min} = 5 \times \frac{V_B}{3.6} = 5 \times \frac{80}{3.6} = 111,11 \text{ m}$$

○ V_B : vitesse de base en km /h

- Une longueur maximale L_{max} prise égale à la distance parcourue pendant soixante (60) secondes.

$$L_{max} = 60 \times \frac{V_B}{3.6} = 60 \times \frac{80}{3.6} = 1333,33 \text{ m}$$

✓ Remarque :

La longueur minimale des alignements droits peut ne pas être respectée quelques fois en raison de la nature difficile du terrain naturel.

➤ Les avantages de l'emploi de l'alignement :

Pendant longtemps, le tracé en alignement droit a été considéré comme le meilleur parce que :

- C'est le plus court chemin.
- Absence des forces centrifuges.
- Bonnes conditions de visibilité.
- Dépassements aisés.
- Construction facile.

1.2.2. Arcs de cercle

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures:

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayons faibles.

➤ Stabilité en courbe :

Dans un virage R, un véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente.

- Rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal.

$$RHm = \frac{V_B^2}{127(f_t + d_{max})}$$

Avec :

- f_t : coefficient de frottement transversal.
- Ainsi pour chaque V_B , on définit une série de couple (R, d).

- Rayon minimal normal (RHn) :

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant V_B de 20km/h de rouler en sécurité.

$$RHn = \frac{(V_B + 20)^2}{127(f_t + d_{max})}$$

- Rayon au dévers minimal (RHd) :

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

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

Avec :

- Dévers associé : $d_{min} = 2.5\%$ en catégorie 1 – 2.
- $d_{min} = 3\%$ en catégorie 3 - 4.

- Rayon minimal non déversé (RHnd):

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

$$+ RHnd = \frac{V_B^2}{127 \times 0,035} \quad \text{Catégorie 1-2}$$

$$+ RHnd = \frac{V_B^2}{127 \times (f' - d_{\min})} \quad \text{Catégorie 3-4-5}$$

Avec :

- $f' = 0.07$ cat 3
- $f' = 0.075$ cat 4 -5

Pour notre projet situé dans un environnement (E2), et classé en catégorie 2 (C2) avec une vitesse de base de 80km/h, donc à partir du règlement B40 on peut avoir le tableau suivant:

Tableau IV.1 : Les rayons du tracé en plan.

Paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km /h)	V	80
Rayon horizontal minimal (m)	$RHm(7\%)$	250
Rayon horizontal normal (m)	$RHn(5\%)$	450
Rayon horizontal déversé (m)	$RHd(2.5\%)$	1000
Rayon horizontal non déversé (m)	$RHnd(-2.5\%)$	1400

➤ **Visibilité en courbe :**

Pour assurer une bonne visibilité en courbe, on opte pour l'augmentation du rayon de virage.

➤ **Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible :**

Un long véhicule à deux (2) essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur-largeur 'S' par rapport à sa largeur normale en alignement, donnée par la formule suivante :

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

Avec :

- L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 10$ m).
- R : rayon de l'axe de la route.

1.2.3. Les courbes de raccordement

Le raccordement d'un alignement droit à un arc de cercle doit être fait par intervention des courbes de raccordement qui permettent d'éviter la variation brusque de la courbe lors du passage d'un alignement à un cercle ou entre deux courbes circulaires.

La courbe de raccordement la plus utilisée est la clothoïde grâce à ses particularités, c'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures, elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du devers.

➤ Rôle et nécessité des courbes de raccordement :

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

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

➤ Types de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- **Parabole cubique** : Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).
- **Lemniscate** : Cette courbe utilisée pour certains problèmes du tracé de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.
- **Clothoïde** : est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul. La courbure de la clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. A une vitesse constante, la clothoïde maintient la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

➤ Expression mathématique de la clothoïde:

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L.

$$k = C \times L = \frac{1}{R}$$

- Eléments de la clothoïde :

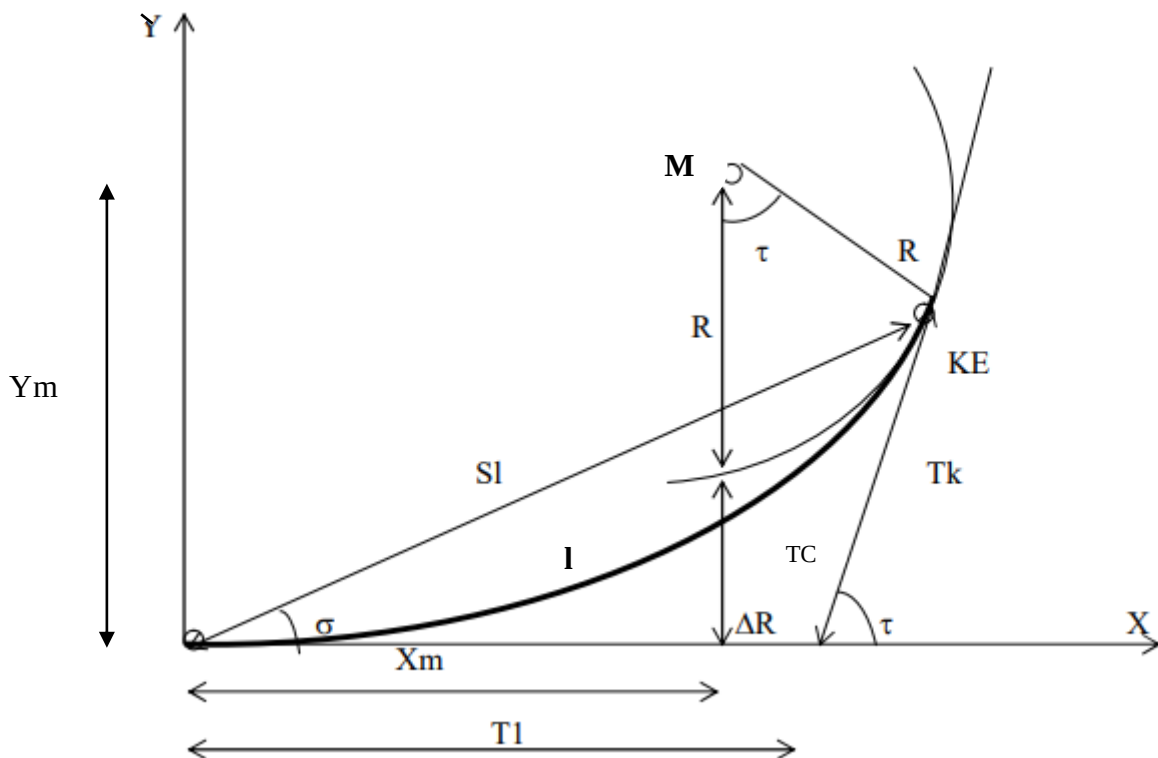


Figure IV.2 : Les éléments du clothoïde.

- R : Rayon du cercle.
- l : Longueur de la branche de clothoïde.
- A : Paramètre de la clothoïde.
- KA : Origine de la clothoïde.
- KE : Extrémité de la clothoïde.
- ΔR : Ripage.
- τ : Angle des tangentes.
- TC : Tangente courte.
- Tl : Tangente longue
- σ : Angle polaire.
- SI : Corde KE –KA.
- M : Centre du cercle d'abscisse.
- X_m : Abscisse du centre du cercle M à partir de KA.
- Y_m : Ordonnée du centre du cercle M à partir de KA.
- X: Abscisse de KE
- Y : Ordonnée de KE

➤ Les conditions de raccordement:

• Condition optique:

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

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

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

✓ Les règles générales du B40 :

- Pour $R < 1500$ m $\implies \Delta R = 1$ m (éventuellement 0.5) $L = (24 R \Delta R)^{1/2}$
- Pour $1500 < R \leq 5000$ m, $\tau = 3^\circ$ c'est-à-dire $L \geq R/9$
- Pour > 5000 m $\implies \Delta R$ limité à 2,5 m soit $L = 7,75(R)^{1/2}$

• Condition de confort dynamique :

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

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

Avec :

- R : rayon en mètre (m).
- Δd : la variation de divers (%).

• 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 à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers. Elle se traduit par la limitation de la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de son axe. Cette pente relative limitée à :

$$\Delta p < 0,5/Vb$$

$$L \geq l \times \Delta d \times Vb/50$$

Avec :

- L : longueur de raccordement.
- l : Largeur de la chaussée.
- Δd : variation de dévers.

✓ Remarque :

La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demie -chaussée extérieure au virage.

Cette variation est limitée à 2%.

$$L \geq \frac{5 \times \Delta d \times V_b}{36}$$

1.3. La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence (V_B) 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 une ville, modification du relief, etc.....).

➤ Choix de la vitesse de référence:

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

1.4. Application au projet

Nous allons procéder à la conception du projet avec le logiciel piste. A travers ce paragraphe nous expliquerons le fonctionnement du logiciel piste 5.05.

1.4.1. Construction du terrain

- Ouvrir le logiciel piste → fichier → nouveau → fond de plan TPL (seg) → dans le même fichier piste où le levé topographique a été enregistré sous forme (dxf) → donner un nom → ok.
- Fichier → lire → Levé topographique (le nom associé au levé topographique topographiques).
- Ouvrir → ok → ok.
- Résultat : nuage des points.

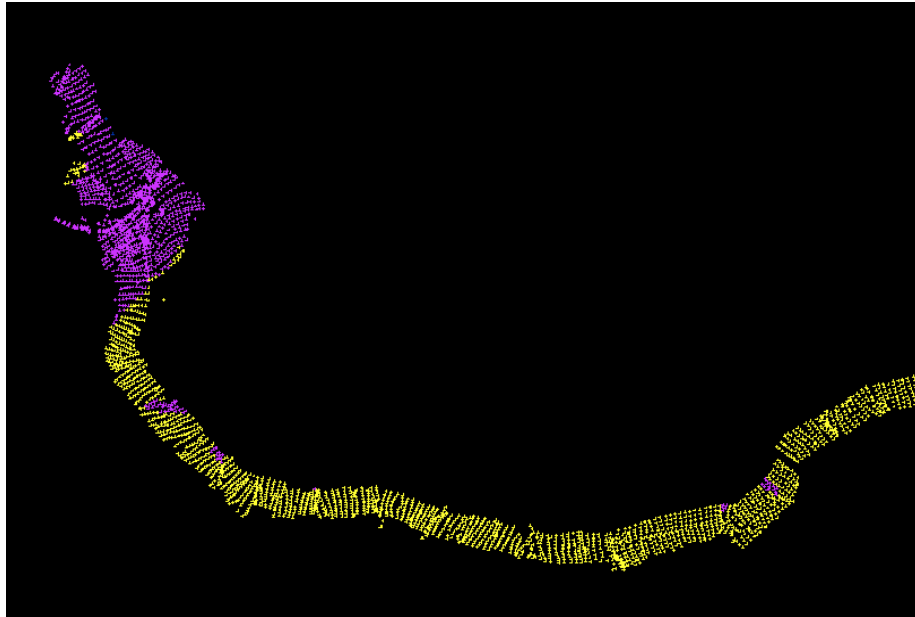


Figure IV.3 : Nuaque des points.

1.4.2. Triangulation

- Calcul → trianguler → oui.
- Calcul → courbe de niveau → définir le pas (ex : 10) → ok → ok.
- Calcul point haut et bas → oui



Figure IV.4 : Triangulation.

1.4.3. Définition de l'axe en plan

- Fichier → nouveau → conception plane → créer un nouveau fichier (dap) nommée (conception plane) → ouvrir, (Voulez vous créer ce nouveau fichier) → ok

- Fichier → ouvrir le fond de plan zoom tout.
- Construction des éléments de l'axe :
 - Les points
Elément → point → nom d'élément → saisir le nom d'élément dans la boîte de dialogue (P1, P2,...) → graphiquement → on place le point → exécuter.
 - Les droites :
Elément → droite → nom d'élément → saisir le nom dans la boîte de dialogue → point → sélectionner graphiquement les deux points qui relient la droite → exécuter.
 - Valeur des rayons :
Elément → distance → nom d'élément → saisir R1 saisir → entrer la valeur du rayon → exécuter.
 - Création d'une liaison :
Elément → liaison → nom d'élément → saisir → sélectionner les deux droites à raccorder → sélectionner la distance (rayon) → ok.
 - Création de l'axe en plan :
Elément → axe → nommer l'axe (axe1) → point p1 → fin automatique.

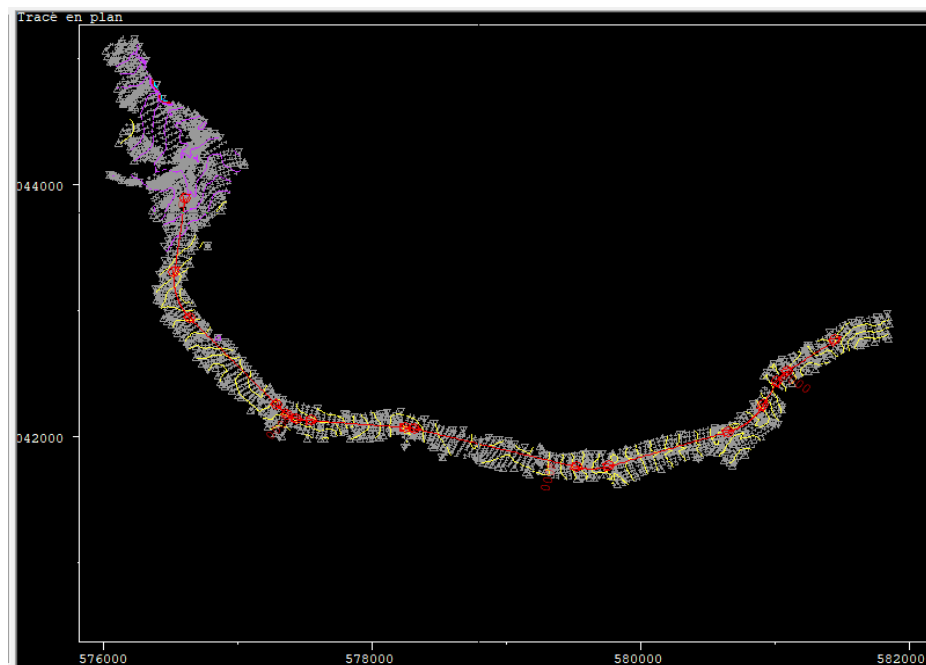


Figure IV.5 : Axe en plan.

- Interpolation de l'axe :
Fichier → ouvrir → fond de plan TPL (seg) → ok → ouvrir.

Calcul → interpolation → Axe projet → ouvrir → ok.

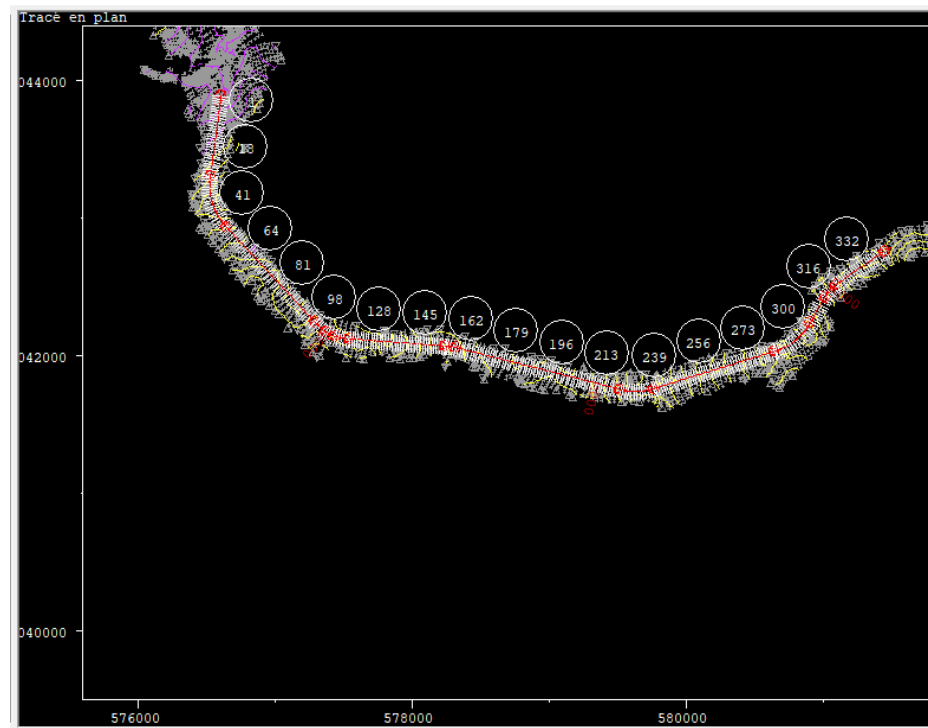


Figure IV.6 : Interpolation de l'axe.

2. PROFIL EN LONG

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

2.1. Règles à respecter dans le tracé du profil en long

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur :

- Eviter les angles entrants en déblai, afin d'éviter la stagnation des eaux et assurer leurs écoulements.
- 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 devers nuls dans une pente du profil en long.
- Recherche un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.

- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment :
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

2.2. Coordination du tracé 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 sous des conditions de visibilité minimale.
- De prévoir de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.)

Pour éviter les défauts d'une mauvaise coordination du tracé en plan et du profil en long, les règles suivantes sont à suivre:

- Augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- Amorcer la courbe en plan avant un point haut, lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- Faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).

2.3. Déclivités

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

➤ Déclivité minimum :

Dans les zones où le terrain est plat, la pente d'une route ne doit être au dessus de 0,5 et de préférences 1 si possible afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux des pluies le long de la route au bord de la chaussée.

➤ Déclivité maximum :

Du point de vue technique, la déclivité max dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée, ainsi que la réduction des vitesses qu'elle provoque. Le problème de l'adhérence concerne tous les véhicules, tandis que pour la réduction des vitesses ce sont les camions (poids lourd) qui sont déterminant, car la plupart des PL ont une grande réserve de puissance.

Donc il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 7 %.

2.4. Raccordements en profil en long

Le changement de déclivité constitue des points particuliers dans le profil en long. Ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort.

On distingue deux types de raccordement :

2.4.1. Raccordements convexes (angle saillant)

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles, des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire les conditions suivantes :

➤ Condition de confort :

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

$$\frac{V^2}{Rv} < \frac{g}{40} \quad \text{avec } g = 10 \text{ m/s}^2$$

D'où :

- $Rv \geq 0,3 V^2$ (cat. 1 – 2).
- $Rv \geq 0,23 V^2$ (cat 3 – 4 – 5).

Tel que :

- Rv : c'est le rayon vertical (m).
- V : vitesse de référence (km /h).

➤ Condition de visibilité :

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante. Il faut deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum. Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$Rv \geq \frac{d_1^2}{2 \times (h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 \times h_1})}$$

- d_1 : Distance d'arrêt (m).
- h_0 : Hauteur de l'œil (m).
- h_1 : Hauteur de l'obstacle (m).

➤ Condition esthétique :

Une grande route moderne devrait être conçue et réalisée de façon à procurer aux usagers une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté. Pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale.

2.4.2. Raccordements concaves (angle rentrant)

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

$$R'_v = \frac{d_1^2}{(1,5 + 0,035 \times d_1)}$$

➤ Valeurs de rayons concaves et convexes selon la B 40 :

Les valeurs sont résumées dans le tableau suivant

Tableau IV.2 : Valeurs de rayons concaves et convexes selon la B40.

Catégorie		C2
Environnement		E2
Vitesse e base		80
Rayon en angle saillant RV	Route unidirectionnelle : (2*2)	
	R _{VM1} (minimale absolu) en m	2500
	R _{VN1} (minimal normal) en m	6000
Rayon en angle rentrant RV	Route unidirectionnelle : (2*2)	
	R' _{VM} (minimale absolu) en m	2400
	R' _{VN} (minimal normal) en m	3000
Dépassement	R _{VD}	11 000

2.5. Application au projet

2.5.1. La conception longitudinale

- Fichier → nouveau → construction longitudinale → nommer profil en long → ouvrir.
- Fichier → fond de plan → ok.
- Calcul → interpoler → tab → ouvrir → ok.
- Fichier → ouvrir → cons long → fond de plan → ok.
- Fichier → projet piste → tab → ouvrir.

Pour dessiner la ligne rouge, on suit les mêmes étapes que la phase de la conception plane pour les points et les droites.

- Pour la distance, on ne saisit que les valeurs (R1, R2, etc.....).
- Distance → choisir une valeur de R → exécuter (échappe).
- Parabole → nom d'élément para1 D1 D2 R1 (entre deux droites).
- Axe → Point P1 → Fin automatique → exécuter.
- Zone → 0.20 → exécuter.
- Calcul → Tabuler un axe → <RC>compléter.

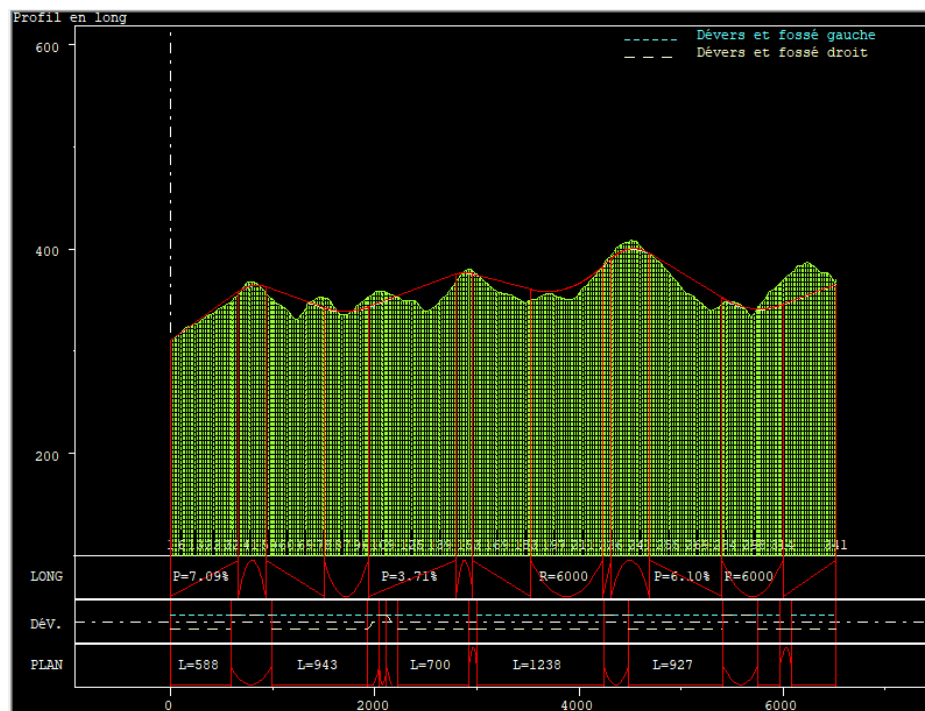


Figure IV.7 : Profil en long.

3. PROFIL EN TRAVERS

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan vertical, la largeur de cette chaussée est en fonction de l'importance et de l'hétérogénéité du tracé à écouler, elle comprend aussi plusieurs voies, dont le choix est déterminé.

Le choix du profil en travers dépend essentiellement du trafic attendu sur l'autoroute, qui définit le nombre de voies. On distingue trois types :

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

3.1. Eléments constitutifs du profil en travers

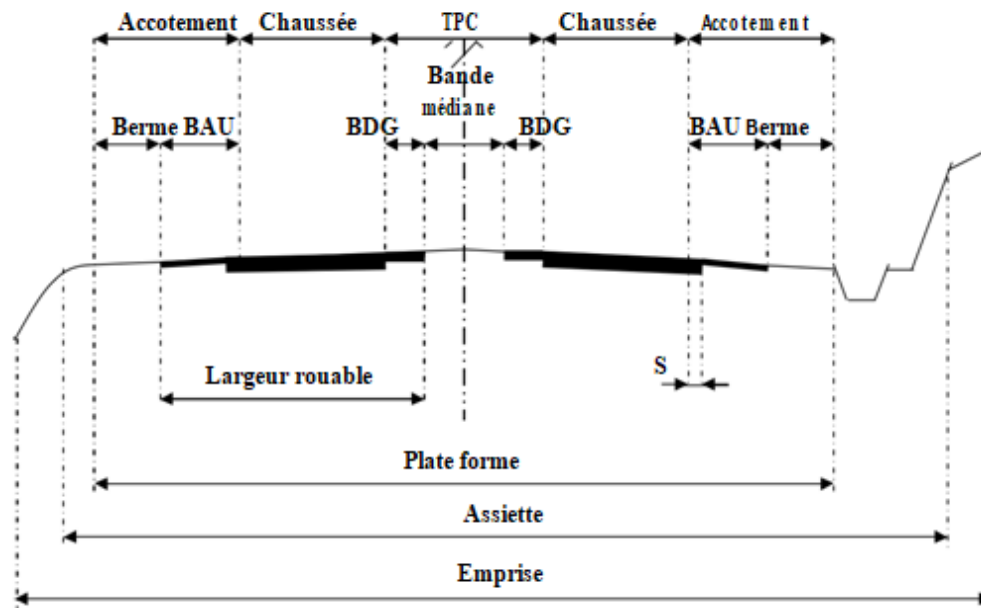


Figure IV.8 : Eléments constitutifs du profil en travers.

Le profil en travers doit être constitué par les éléments suivants:

➤ **Emprise :**

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

➤ **Assiette :**

C'est la surface totale de terrain nécessaire à la réalisation de la route, délimitée par les terrassements.

➤ **Plate forme :**

Elle comprend la où les chaussées, les accotements et éventuellement le terre-plein central.

➤ **Chaussée :**

Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. Elle doit être revêtue ou non revêtue ou en béton et elle peut être bidirectionnel ou unidirectionnel.

➤ **Accotement :**

Ce sont les zones latérales de la plate forme que borde extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou sur élevés. Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

➤ Terre-plein central :

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

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

➤ Fossé :

Ouvrage hydraulique destinés à recevoir les eaux de ruissellement recueillies de la route et des talus (éventuellement les eaux du talus).

3.2. Application au projet

3.2.1. Le profil en travers type du projet

Notre projet comportera un profil en travers type, qui contient les éléments constructifs suivant :

- Voie de circulation 2×2 : On a 4 voies de 3,5 m donc la largeur totale sera 14 m.
- Terre-plein central (TPC) : bande médiane de 0.5 m avec les deux bandes dérasées de 0,5 m pour chacune, donc la largeur de TPC = 1,5 m.
- L'accotement : la berme de 1 m pour chaque coté donc on aura en total 2 m.

3.2.2. La conception transversale

Cette étape a pour but de créer un catalogue qui contiendra les demis profils en travers type que nous appliquerons à notre projet.

- Conception transversale → nom de fichier piste (profil type) → ok.

➤ Calcul du dévers :

- Calcul → Dévers → Calculer → recherche semi automatique (compléter le tableau).
Dévers → calculé → fermé.
- Dévers → fin → créer un fichier (dvt) → ok.

➤ Calcul du projet piste :

- Projet → créer un fichier type.
- Profil type → Nom de profil.
- type (TPP).
- Créer → Nouveau → ok.

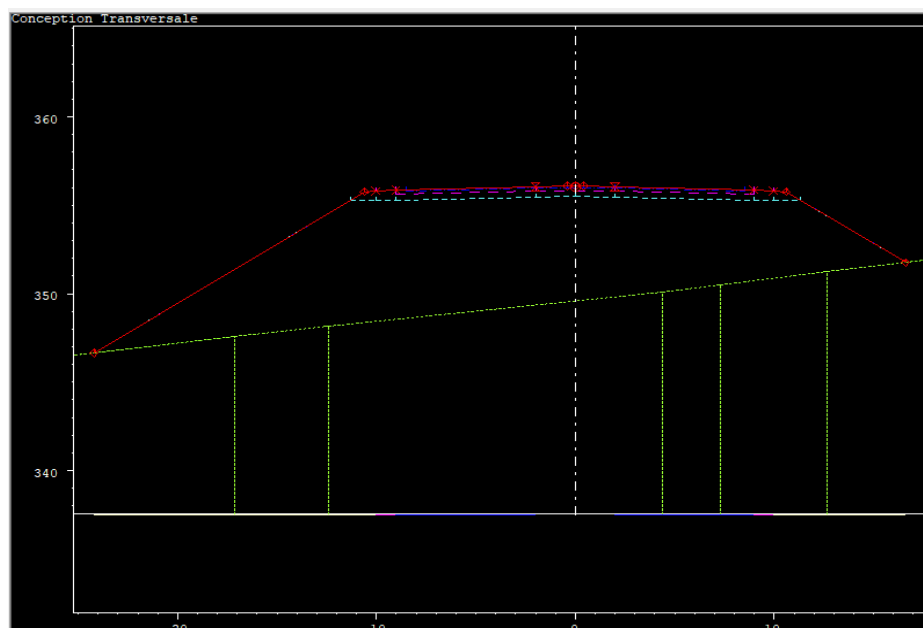


Figure IV.9 : Profil en travers en remblai.

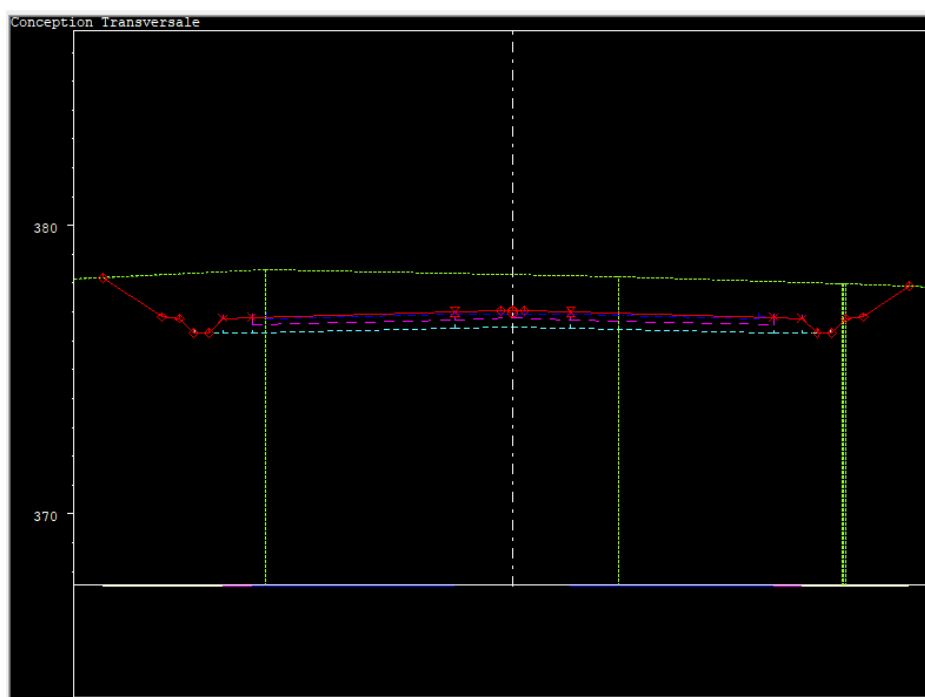


Figure IV.10 : Profil en travers en déblai.

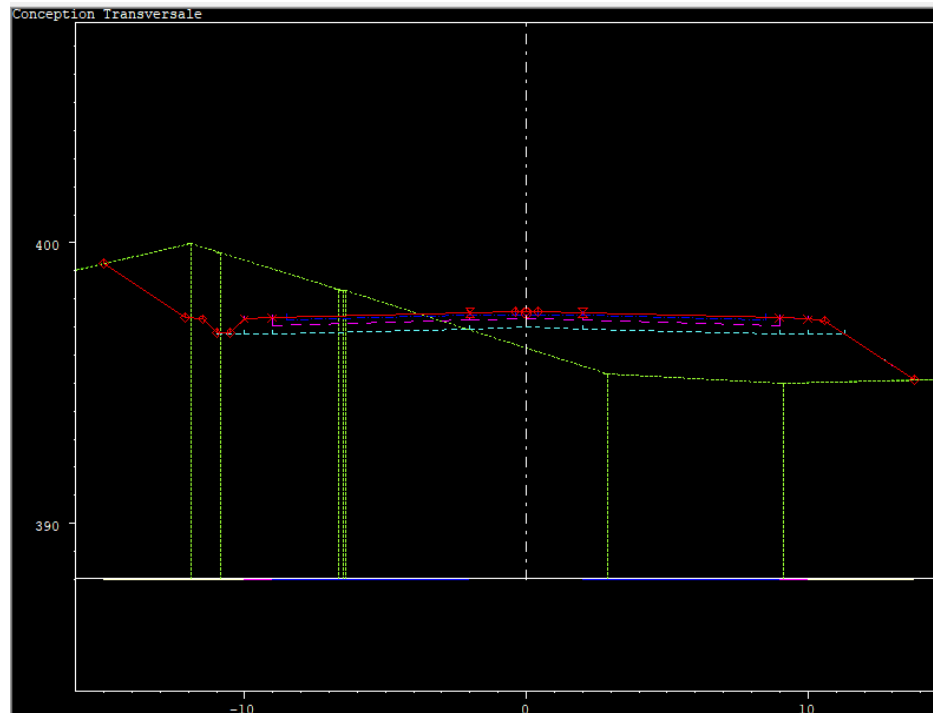


Figure IV.11 : Profil en travers mixte.

➤ Calcul des perspectives :

Calcul → perspective → visualiser perspective.

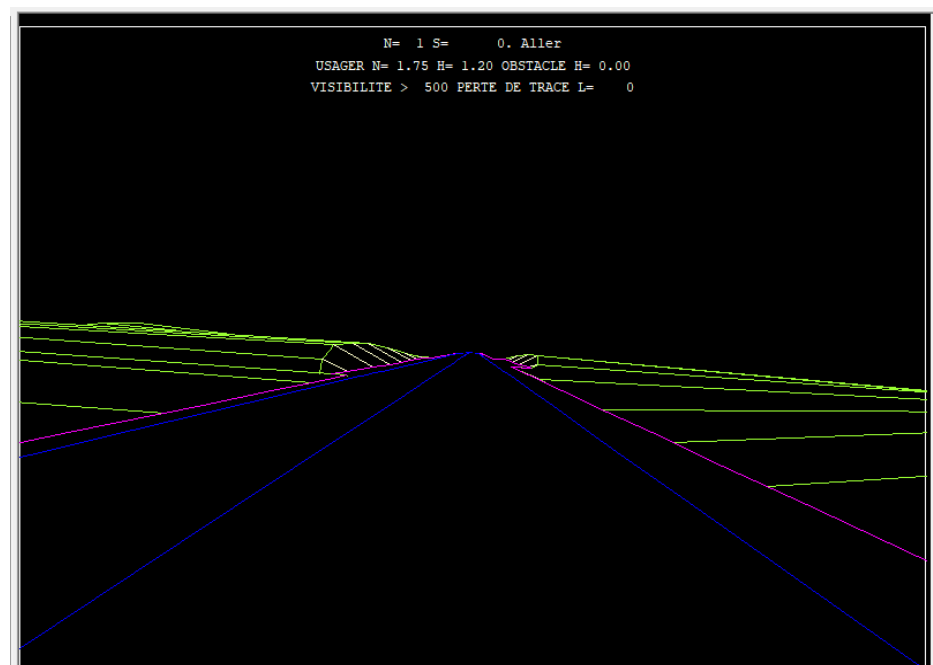


Figure IV.12 : Vue en perspective.

4. CONCLUSION

Au cours de ce chapitre nous avons pu voir le tracé en plan, le profil en long, le profil en travers ainsi que les conditions à respecter pour avoir ces tracés. Nous avons essayé aussi au long de ce chapitre de faire comprendre le logiciel PISTE tout en injectant les données relatives à notre projet, et en illustrant les étapes par les schémas obtenus sur l'écran.

Chapitre V

Les cubatures

1. INTRODUCTION

La réalisation d'un projet routier ne peut pas se faire sans modifier la forme naturelle du terrain, car il n'est pas possible que le projet suit exactement les ondulations du relief du terrain.

Si on doit surélever le terrain, il faut apporter des terres qu'on appelle (les remblais).

Si on doit abaisser le niveau du terrain, il faut enlever des terres qu'on appelle (les Déblais), l'ensemble de ces deux opérations constituent les terrassements.

Pour atteindre l'économie maximale du point de vue du coût des terrassements, il faut bien :

- mettre en œuvre le minimum de matériaux.
- Equilibrer les mouvements des terres (déblais - remblais).
- Minimiser la distance du transport.

2. DEFINITION

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- Profil en long.
- Profil en travers.
- Les distances entre les profils.

3. METHODES DE CALCUL

Les cubatures sont calculées pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet.

Le travail consiste à calculer les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustraira, pour trouver la section pour notre projet.

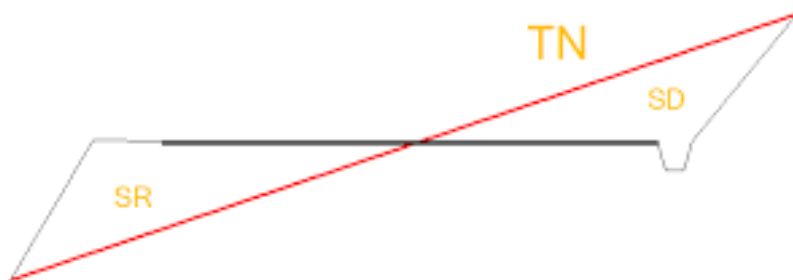


Figure V.1 : Présentation des sections déblais et remblais.

Avec :

- TN : Terrain naturel.
- SD : Surface déblai.

- SR : Surface Remblai.

➤ Formule de SARRAUS :

On calcule séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule suivante.

$$V = h/6(S_1 + S_2 + 4S_{\text{moy}})$$

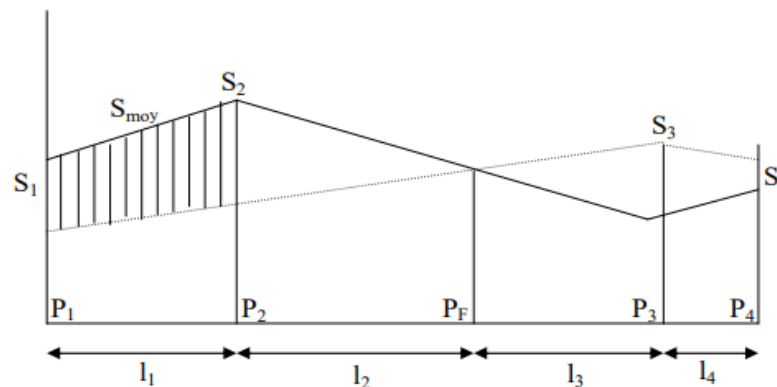


Figure V.2 : profil en long d'un tracé donné.

Avec :

- PF: profil fictive, surface nulle.
- Si: surface de profil en travers Pi.
- li : distance entre ces deux profils.
- S_{Moy} : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li).

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{moy} et $(S_1 + S_2)/2$, Ceci nous donne :

$$Vi = \frac{Li}{2} (Si + Si+1)$$

Donc les volumes seront:

- Entre P1 et P2 : $V1 = \frac{L1}{2} (S1 + s2)$
- Entre P2 et PF : $V2 = \frac{L2}{2} (S2 + 0)$
- Entre PF et P3 : $V3 = \frac{L3}{2} (0 + S3)$
- Entre P3 et P4 : $V4 = \frac{L4}{2} (S3 + S4)$

En additionnant membres à membres ces expressions, on aura le volume total des terrassements :

$$V = \frac{L_1}{2} s_1 + \frac{L_1+L_2}{2} s_2 + \frac{L_2+L_3}{2} \times 0 + \frac{L_3+L_4}{2} s_3 + \frac{L_4}{2} s_4$$

➤ Méthode de GULDEN :

Dans cette méthode, les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée.

Pour obtenir les volumes et les surfaces, ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné.

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée.

Si on utilise la méthode de gulden, la quantité « longueur d'application » n'a plus de sens.

✓ Remarque :

- Le calcul des terrassements a été réalisé à l'aide du logiciel piste 5.05.
- VR = 1324071 m³, VD = 1128183 m³.
- Les résultats de calcul des cubatures sont détaillés dans l'annexe E.

Chapitre VI

Dimensionnement du corps
de la chaussée

1. INTRODUCTION

L'estimation d'un projet routier ne se limite pas en un bon tracé en plan et d'un bon profil en long.

En effet une fois la chaussée réalisée, elle devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharges d'exploitations comme l'action des essieux des véhicules lourds et les effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas. Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques qui lui permettent de résister à toutes les charges pendant sa durée de vie .

La qualité de la construction des chaussées joue à ce titre un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser puis une bonne mise en œuvre de ces derniers.

Le calcul et la justification des épaisseurs de différentes couches de la structure de chaussée retenue, est fixé en fonction des paramètres fondamentaux que sont :

- L'environnement de la route.
- Le trafic.
- La nature du sol support.
- Les matériaux choisis
- La durée de vie de la chaussée.

2. PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES

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

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

3. DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEES

- Chaussée souple.
- Chaussée rigide.
- Chaussée semi-rigide.

Le schéma ci-après représente les différents types de chaussées :

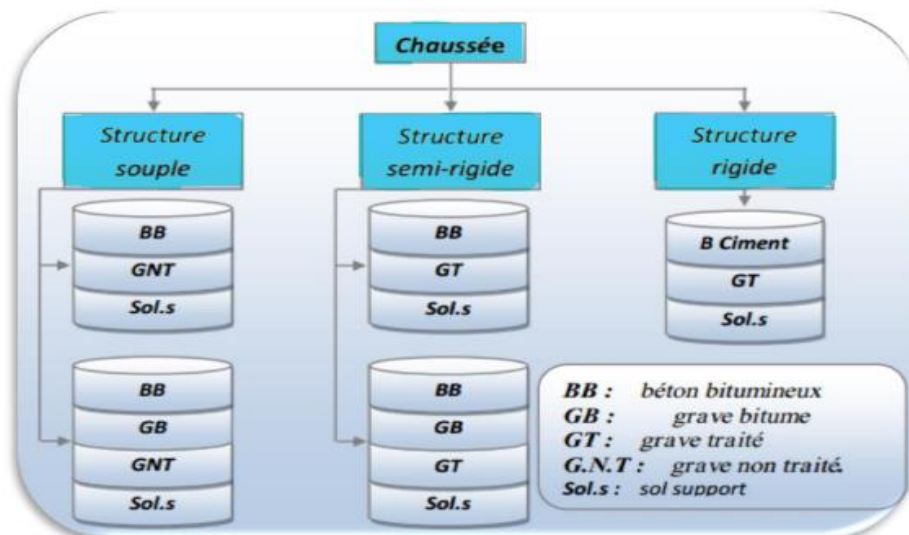


Figure VI.1 : Schéma récapitulatif types de chaussée.

3.1. Les chaussées souples

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini. En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

➤ Couche de roulement (surface) :

La couche de surface constitue la chape protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et elle assure en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagers. La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

➤ Couche de base :

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi au lâche de sol, elle reprend les efforts verticaux et répartit les contraintes normales.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

➤ Couche de fondation :

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

➤ Couche de forme :

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les

caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques. Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme.

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

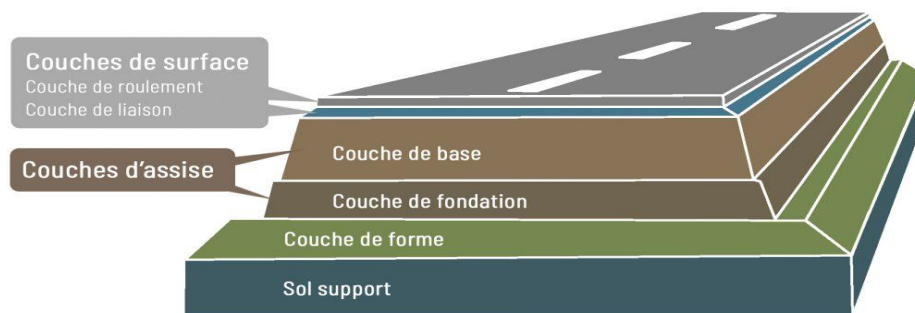


Figure VI.2 : Représentation des couches de la chaussée souple.

3.2. Les chaussées semi-rigides

Les chaussées comportent une couche de base traitée en liants hydrauliques ou liants hydrocarbonés. La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelques fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé.

3.3. Les chaussées rigides

Des chaussées réalisées essentiellement avec un matériau rigide, généralement du béton, la couche de béton assure en principe le rôle de couche de base et de surface mais peut être recouverte d'une couche de roulement en béton bitumineux mince.

Les avantages de ce type de chaussée sont la bonne répartition des charges sur le sol support et la bonne tenue à la fatigue.

4. METHODES DE DIMENSIONNEMENT

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

- Méthode du catalogue des structures.
- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).
- La méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio).

4.1. Méthode de C.B.R (California-Bearing-Ratio)

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'au moins de 15cm.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule suivante :

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

- I_{CBR} : indice CBR (sol support).

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

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

Avec :

- e : épaisseur équivalente.
- N : désigne le nombre journalier des camions de plus de 1500 kg à vide.
- P : charge par roue, $P = 6.5$ t (essieu 13 t).
- $\log$: logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$E_{eq} = \sum_{i=1}^n a_i \times e_i$$

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

Avec :

- a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence de matériau par référence à un grave concassé.
- e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

➤ Coefficient d'équivalence pour chaque matériau :

Les valeurs usuelles des coefficients d'équivalences suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant :

Tableau VI.1 : Coefficients d'équivalence des matériaux.

Matériaux	Coefficient d'équivalence
Bétons bitumineux	2
Grave-ciment, Grave-laitier	1.5
Grave concassée	1
Grave sableuse (TVO)	0.75
Sable	0.5
Grave Bitume	1.60 à 1.70
Tuf	0.60
Sable-ciment	1.20
Sable-laitier	1.30

4.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

Afin de faciliter la tâche à l'ingénieur de routes, un manuel pratique de dimensionnement d'une utilisation facile a été conçu, caractérisé par des hypothèses de base sur les paramètres caractéristiques :

- Matériaux : traités au bitume (Grave Bitume, Béton Bitumineux), grave non traité.
- Trafic : classé selon le nombre de PL/j/Sens à l'année de mise en service.
- Portance de sol support (Si) : selon l'indice CBR (voir tableau VI.2).
- Climat : l'Algérie est divisée en trois zones (humide, semi aride, aride).

➤ Détermination de la classe de sol :

Le sol doit être classé suivant la valeur de CBR du sol support. Les différentes Catégories de sol sont données dans le tableau suivant :

Tableau VI.2 : Classe de sol.

Portance	CBR
S4	<5
S3	5 à 10
S2	10 à 25
S1	25 à 40
S0	>40

5. APPLICATION AU PROJET

5.1. La méthode C.B.R

- Le trafic à l'horizon, $TJMA_{2044} = 14148$ v/j.
- Le pourcentage (%) de poids lourds, $PL = 40\%$.
- Taux d'accroissement annuel : $\tau = 4\%$.
- La charge par roue (essieu): $P = 6.5$ t.
- $I_{CBR} = 10$.
- $N(PL) = 14148 \times 0.35 = 5659$ PL/j.
- Chaussée unidirectionnelle à 2 voies : 90% du PL sur la voie lente de droite.
- $N(PL) = 5659 \times 0.90 = 5093$ PL/j/sens/voie la plus chargée.

➤ Calcul de l'épaisseur équivalente:

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) \times \left[75 + 50 \times \log\left(\frac{5093}{10}\right) \right]}{(10 + 5)} = 42,42$$

$$E_{eq} = 42 \text{ cm}$$

Avec :

- E_{eq} : épaisseur totale du corps de la chaussée.
- I_{CBR} : indice CBR.
- N : désigne le nombre moyen de camion de plus de 1500Kg à vide.
- P : charge par roue $P = 6.5$ t (essieu 13 t).
- Log : logarithme décimal.

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

$$E_{eq} = \sum a_i e_i$$

Avec :

- a_i : Coefficient d'équivalence de chacun de matériau à utiliser.
- e_i : Epaisseur de chaque couche.

Comme le corps de chaussée est composé de matériaux divers, on fait intervenir des coefficients d'équivalence.

$$E_{eq} = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3$$

Avec :

- $a_1 e_1$: épaisseur équivalente de couche de roulement.
- $a_2 e_2$: épaisseur équivalente de couche de base.
- $a_3 e_3$: épaisseur équivalente de la couche de fondation.

- a_i : coefficient d'équivalence.
- e_i : épaisseur réelle.

➤ L'épaisseur de chaque couche ; e_1 , e_2 et e_3 .

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe e_1 , e_2 et on calcule e_3 , tel que :

- e_1 : Couche roulement, de 6 à 8 cm.
- e_2 : Couche de base, de 10 à 25 cm.
- e_3 : Couche de fondation, de 15 à 35 cm.

On prend :

- $e_1 = 6$ cm (BB).
- $e_2 = 10$ cm (GB).

Avec :

- BB : béton bitumineux.
- GB : grave bitume.
- GC : grave concassée.

➤ Les coefficients d'équivalences selon le matériau choisi :

- Couche de roulement en (BB) $\rightarrow a_1 = 2,0$
- Couche de base en (GB) $\rightarrow a_2 = 1,5$
- Couche de fondation en (GC) $\rightarrow a_3 = 1,0$

On a :

$$E_{eq} = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3.$$

$$E_{eq} = 6 \times 2 + 10 \times 1,5 + e_3 = 42 \text{ cm.}$$

$$27 + e_3 = 42 \quad \Longrightarrow \quad e_3 = 15$$

Donc on prend : $e_3 = 15$ cm

➤ Le résumé des résultats :

Epaisseur équivalente

Epaisseur réelle

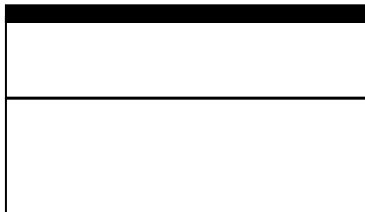
BB (12 cm)		BB (6 cm)
GB (15cm)		GB (10 cm)
GC (15 cm)		GC (15 cm)

Figure VI.3 : Corps de chaussée obtenu avec la méthode C.B.R.

D'après la valeur de l'indice CBR < 5 , notre sol est de très mauvaise portance (portance S4), et pour passer au sol de bonne portance S2, on rajoute une couche de forme en TUF de 60 cm (en deux couches)

Tableau VI.3 : Sur classement avec couche de forme en matériaux non traité (B 30).

Portance du sol	Matériaux de la Couche de Forme	Epaisseur de la Couche de Forme	Portance
S4<	Non traité	50cm (2 couches)	S3
S4	Non traité	35 cm	S3
S4	Non traité	60 cm (2 couches)	S2
S3	Non traité	40 cm (2 couches)	S2
S3	Non traité	70 cm (2 couches)	S1

5.2. Méthode du catalogue des structures

$$TJMA_{2024} = 6457 \text{ (v/j)} > 1500 \text{ (v/j)}.$$

Notre route est du réseau de niveau 1 (**RP1**) : parmi les liaisons supportant un trafic supérieur à 1500 véhicules /jour.

5.2.1. Détermination de la classe du trafic (TPLi)

La classe du trafic est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

On a :

- $PL(\%) = 40\%$.
- Chaussée unidirectionnelle à 2 voies : 90% du PL sur la voie lente de droite.

$$TPL(2024) = \frac{6457}{2} \times 90\% \times 40\% = 1162 \text{ PL/j /sens/ voie la plus chargée.}$$

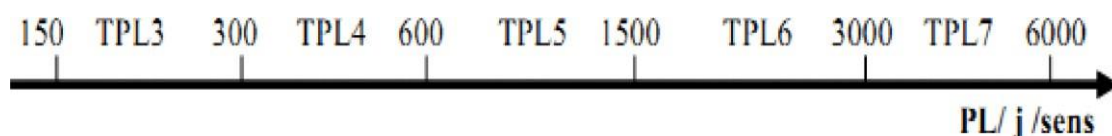


Figure VI.4 : Classe du trafic (TPLi) pour RP1.

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en TPL5.

5.2.2. Classement de portance du sol support de la chaussée

La classification des portances des sols se fait selon le tableau suivant :

Tableau VI.4 : classification des sols.

Signification	Portance	CBR
Sols de très mauvaise portance	S4	< 5
Mauvaise portance	S3	5 à 10
Portance moyenne	S2	10 à 25
Bonne portance	S1	25 à 40
Très bonne portance	S0	> 40

Pour notre cas, on a un CBR < 5, pour améliorer la portance du sol support, on propose une couche de forme de 60 cm (en deux couche) de TUF, cela nous permettra d'avoir un CBR compris entre 10 et 25.

➤ **Classes des portance du sol support pour le dimensionnement :**

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support : S₃, S₂, S₁, S₀. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E(MPA) = 5 \times CBR$$

On a:

- CBR= 10.

Donc :

$$E(MPA) = 5 \times 10 = 50(MPA) \rightarrow S2$$

Tableau VI.5 : Classes de portances du sol support.

Classe du sol	S3	S2	S1	S0
Modules (MPa)	25-30	50-125	125-200	>200

5.2.3. Choix de différentes couches constituant la chaussée

D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves, on choisit la structure (GB/GNT), et on propose la structure suivante :

- Couche de roulement en **BB**.
- Couche de base en **GB**.
- Couche de fondation en **GNT (Grave Non Traitée)**.

5.2.4. Détermination de la zone climatique

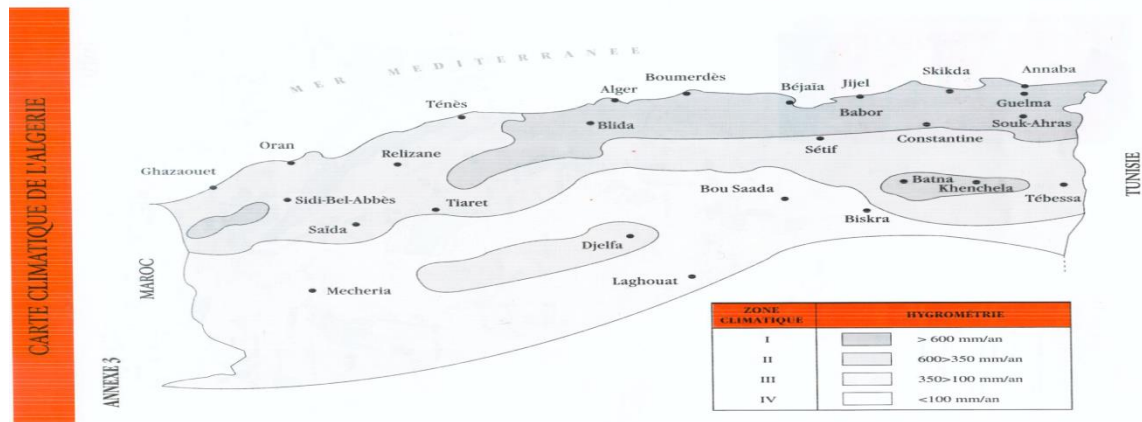


Figure VI.5 : Détermination de la zone climatique (fascicule1).

La région d'étude est située au nord d'Algérie, caractérisée par une pluviométrie supérieur à 600 mm/an.

Notre projet est donc situé dans la zone climatique I.

5.2.5. Choix de dimensionnement

Les caractéristiques de notre projet :

- Réseau principal (RP₁).
- Zone climatique I.
- Durée de vie : 20 ans.
- Taux d'accroissement 4%.
- Portance du sol support visée S₂.
- classe de trafic(TPL5).

Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (fascicule3, page 13) propose la structure suivante :

- Couche de roulement en béton bitumineux : **BB = 06cm.**
- Couche de Base en grave bitume : **GB = 20cm.**
- Couche de fondation en grave non traitée : **GNT = 30cm.**

5.2.6. Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support

➤ Déformation admissible sur le sol support ($\epsilon_{z,adm}$) :

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

$$TCE_i = TPL_i \times 356 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \times A$$

Avec :

- TCE_i : trafic cumulé équivalent.
- TPL_i : classe de trafic en nombre de poids lourd par jour et par sens.
- A : coefficient d'agressivité, égale à **0,6** pour une chaussée traitée au bitume, avec un réseau principal 1 (RP1).
- i : taux d'accroissement, (pris égal à 0.04 dans le calcul de dimensionnement).
- n : durée de vie considérée, ($n= 20$ ans).

On a:

- $TPL_i = 1162$ PL/j /sens/ voie la plus chargée.

Donc :

$$TCE_i = 1162 \times 356 \times \frac{(1+0,04)^{20} - 1}{0,04} \times 0,6$$

$$TCE_i = 7,39 \times 10^6 \text{ essieux équivalent à 13 tonnes.}$$

On revient à la première expression :

$$\epsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (7,39 \times 10^6)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z,adm} = 5,35 \times 10^{-4}$$

- Calcul de la déformation admissible de traction ($\epsilon_{t,adm}$) à la base des couches bitumineuses :

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6 (10^\circ \text{ C } , 25 \text{ HZ }) \times K_{ne} \times K_{\theta} \times K_r \times K_c$$

Avec :

- $\epsilon_6 (10^\circ \text{ C } , 25 \text{ HZ })$: déformation limite obtenue au bout de 10^6 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25 HZ (essai de fatigue)
- K_{ne} : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.
- K_{θ} : facteur lié à la température. Avec, θ_{eq} : La valeur de température équivalente (en fonction de la zone climatique).
- K_r : facteur lié au risque et aux dispersions.
- K_c : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur chaussées.

D'après le tableau du catalogue :

- $\epsilon_6 (10^\circ \text{ C } , 25 \text{ HZ }) = 100 \times 10^{-6}$ déformation sous la grave bitume.
- $K_{ne} = \left(\frac{TCE_i}{10^6} \right)^b = \left(\frac{7,39 \times 10^6}{10^6} \right)^{-0,146} = 0,747$.

$$\circ \quad K\theta = \left(\frac{E(10^\circ, 10\text{HZ})}{E(\theta^\circ, 10\text{HZ})} \right)^{0,5} = \left(\frac{12500}{7000} \right)^{0,5} = 1,336 \text{ avec : } \theta = 20^\circ (\text{zone climatique I}).$$

$$\circ \quad Kr = 10^{-tb\delta} \quad \text{et} \quad \delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh \right)^2}.$$

Dans notre cas : (SN=0,45), (Sh=3), (c=0,02), (b=-0,146).

$$\circ \quad \delta = \sqrt{0,45^2 + \left(\frac{0,02}{-0,146} \times 3 \right)^2} = \mathbf{0,61}.$$

On a aussi : b=-0,146 et r=10%. $\longrightarrow$ t = -1,282.

Donc :

$$\circ \quad Kr = 10^{-tb\delta} = 10^{-1,282 \times 0,146 \times 0,61} = \mathbf{0,77}.$$

$$\circ \quad Kc = \mathbf{1,3}.$$

Avec :

- b : Pente de droite de fatigue b<0.
- SN : Dispersion sur la loi de fatigue.
- Sh : Dispersion sur les épaisseurs (en cm).
- c : Coefficient égale à 0.02.
- t : Fractile de la loi normale qui est en fonction du risque adopté (r%).

On revient à la première expression :

$$\begin{aligned} \text{✚} \quad \epsilon_{t,adm} &= \epsilon_6 (10^\circ \text{C}, 25 \text{HZ}) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc. \\ \epsilon_{t,adm} &= 100 \times 10^{-6} \times 0,747 \times 1,336 \times 0,77 \times 1,3. \\ \epsilon_{t,adm} &= 9,999 \times 10^{-5} = 99,99 \times 10^{-6}. \end{aligned}$$

➤ Calcul automatique du dimensionnement :

Les résultats obtenus avec le logiciel Alizé III :

Alizé III est le logiciel de dimensionnement des structures de chaussées. Entièrement pensé pour refléter la méthode de dimensionnement rationnelle française, il permet de concevoir, vérifier, optimiser les projets routiers neufs.

On vérifié les deux conditions suivantes : ($\epsilon_t < \epsilon_{t,adm}$ et $\epsilon_z < \epsilon_{z,adm}$) .

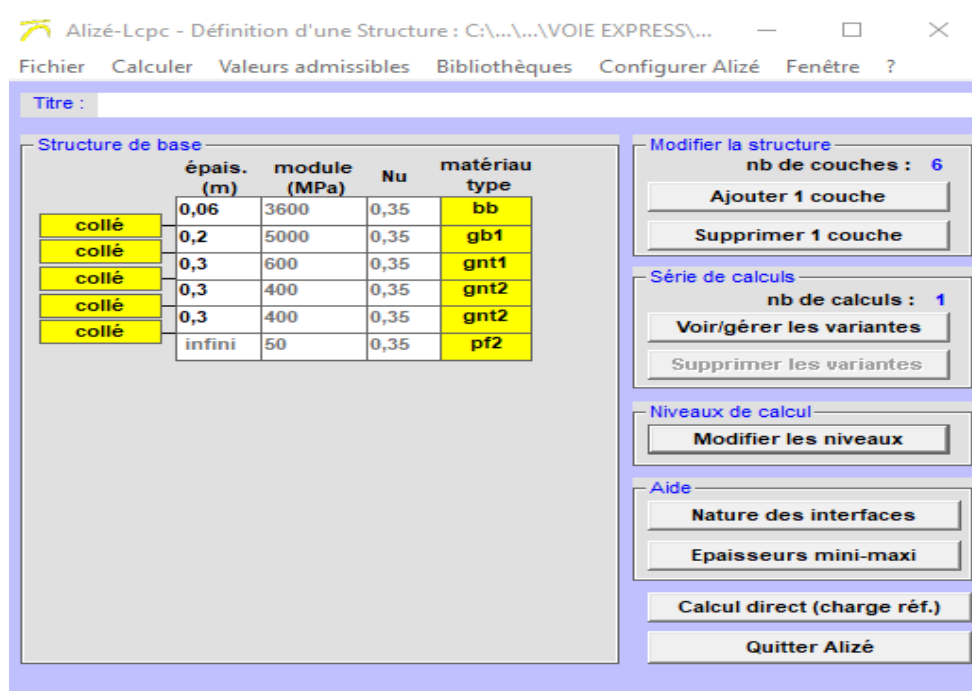


Figure VI.6 : Résultats de calcul automatique sur Alizé III.

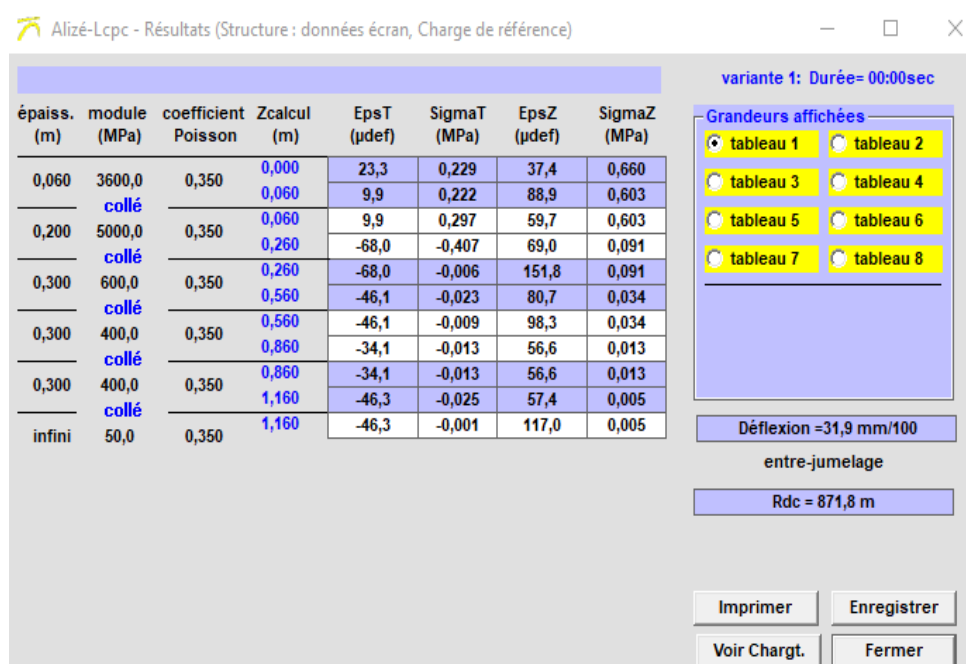


Figure VI.7 : Résultats de calcul automatique final sur Alizé III.

➤ Résumé des résultats obtenus :

Tableau VI.6. : Résumé des résultats de vérification.

	Déformation sur ALIZE ε	Calcul de déformation admissible. ε, adm
À la base du sol support	117×10^{-6}	535×10^{-6}
À la base de GB	68×10^{-6}	$99,99 \times 10^{-6}$

$$\varepsilon_t = 68 \times 10^{-6} < \varepsilon_{t,adm} = 99,99 \times 10^{-6}$$

$$\varepsilon_z = 117 \times 10^{-6} < \varepsilon_{z,adm} = 535 \times 10^{-6}$$

- ε_z : la déformation verticale sur le sol support.
- ε_t : la déformation de traction par flexion à la base des couches bitumineuses.

On remarque que les deux conditions ($\varepsilon_t < \varepsilon_{t,adm}$ et $\varepsilon_z < \varepsilon_{z,adm}$) sont vérifiées.

6. CONCLUSION

Peu importe la méthode choisie, c'est la maîtrise qui nous intéresse le plus, c'est pour cela on a choisis les deux méthodes qui sont : C.B.R et Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP), car elles sont les méthodes les plus répondues en Algérie.

Du côté économique, le corps de chaussée obtenu avec la méthode de CBR est le plus économique.

Chapitre VII

Assainissement

1. INTRODUCTION

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

L'eau est le premier ennemi de la route car elle pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissance, inondation, diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par désenrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

2. LES TYPES DE DEGRADATION PROVOQUEE PAR LES EAUX

➤ Pour les chaussées :

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

➤ Pour les talus :

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

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

3. 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.
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Éviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltrations à travers le corps de la chaussée (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux qui s'infiltreront dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de la portance de celle-ci et effet de gel).

4. ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE

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

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).

- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot).

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

4.1. Réseaux longitudinaux

➤ Réseau de pied de talus de déblai :

- En ce qui concerne les eaux superficielles, ce réseau récupère les eaux issues de la chaussée, de l'accotement et du talus. Il est constitué d'un fossé peu profond, bétonné en formes trapézoïdales pour améliorer la sécurité du talus.

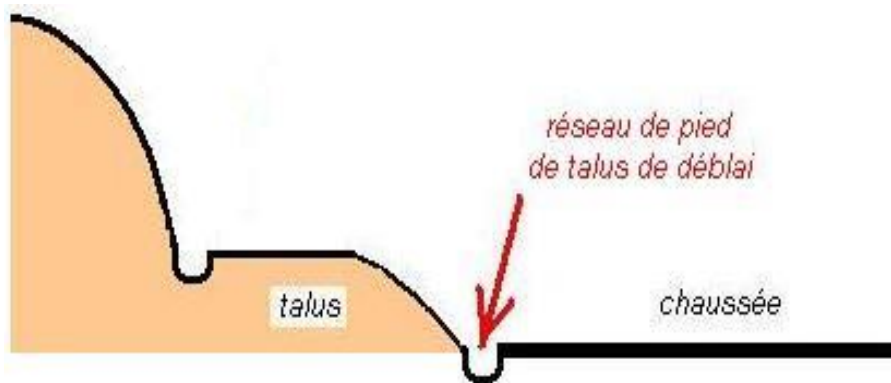


Figure VII.1 : Réseau de pied de talus de déblai.

➤ Réseau de crête de talus de remblai :

Il a pour rôle d'éviter l'érosion du talus lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur, le risque d'érosion augmente avec la hauteur et la pente des talus, il dépend également de la pluviosité locale, de la cohésion du sol et de la présence de l'état de végétation.

En principe, on prévoit un tel réseau dès que la hauteur du talus dépasse 2m dans les régions où les pluies ont une forte intensité.

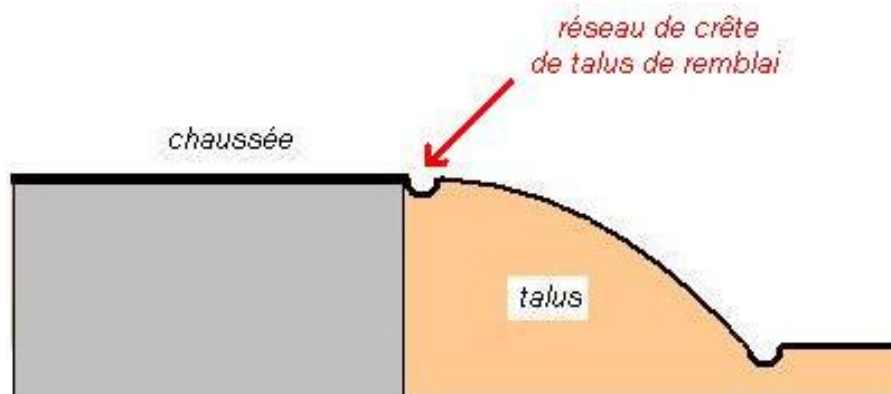


Figure VII.2 : Réseau de crête de talus de remblai.

➤ Réseau de pied de talus de remblai :

Ce type de réseau peut avoir les deux fonctions suivantes:

- canaliser les eaux issues de la plate-forme jusqu'à exutoire lorsque les débits sont trop importants pour être évacués librement sans dommages.
 - Collecter et canaliser vers un ouvrage de traversée les eaux de ruissellement sur le terrain naturel vers le remblai. Dans les deux cas, et pour les raisons d'entretien, le fossé est réalisé à une distance minimale de 1m du pied de talus.
 - pour des remblais de faible hauteur, sans glissière, il est recommandé d'adoucir le profil du fossé pour améliorer le comportement d'un véhicule qui quitterait la plate-forme.
- Dans certain cas la pente du talus peut également être adoucie pour améliorer la sécurité.

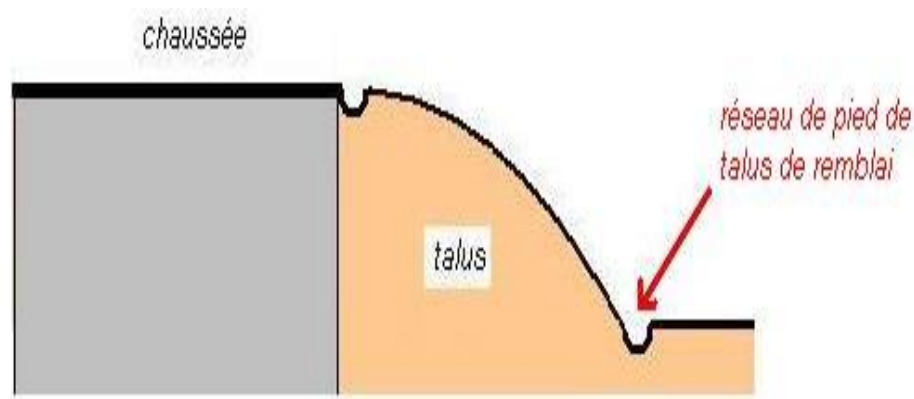


Figure VII.3 : Réseau de pied de talus de remblai.

➤ Réseau de crête de talus de déblai :

Ce réseau ne justifie que si le terrain naturel constitue, par sa pente et son étendue, un bassin versant dont l'apport d'eau risque de provoquer l'érosion du talus.

Mal réalisés ou peu entretenus, ces ouvrages peuvent compromettre la stabilité des talus, leur réalisation doit donc rester exceptionnelle. Ce réseau doit être constitué d'un ouvrage entièrement revêtu, afin d'éviter les infiltrations dans le talus.

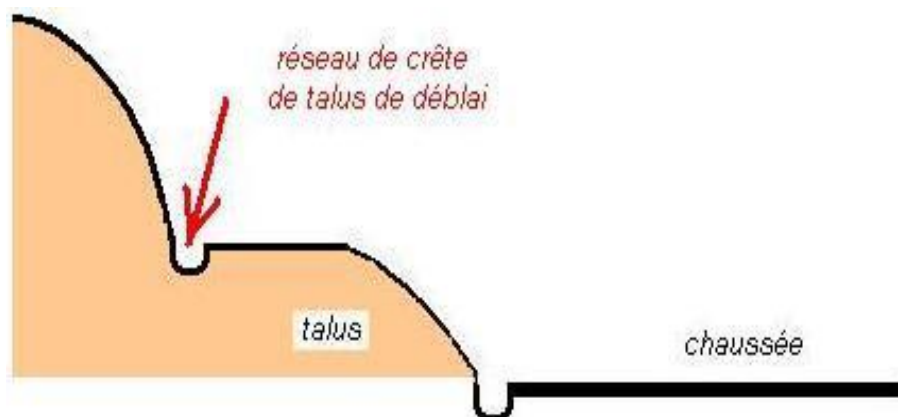


Figure VII.4 : Réseau de crête de talus de déblai.

4.2. Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordements :

Ce sont les ouvrages qui permettent le transfert des eaux vers un autre réseau.

➤ Les ouvrages transversaux :

- Les descentes d'eau (ouvrages généralement superficiels).
- Les traversées sous chaussées.

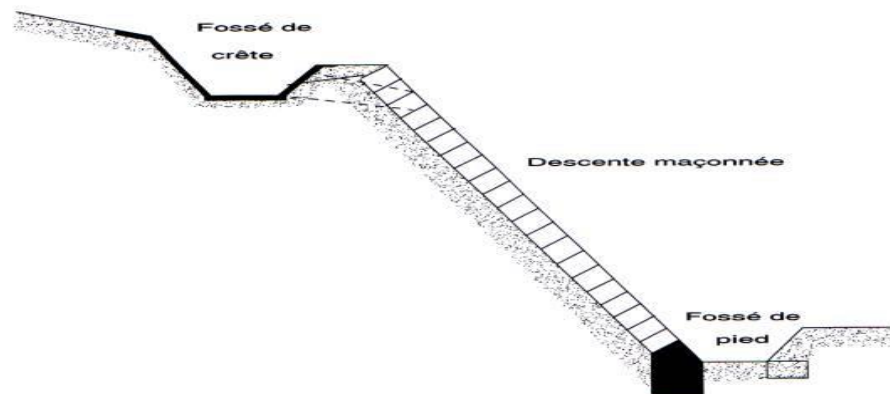


Figure VII.5 : Les descentes d'eau.

➤ Les ouvrages de raccordement:

- Les regards.
- Les têtes de collecteur.
- Les dalots et les buses.

Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.



Figure VII.6 : Les buses à section circulaires.



Figure VII.7 : Les dalots.

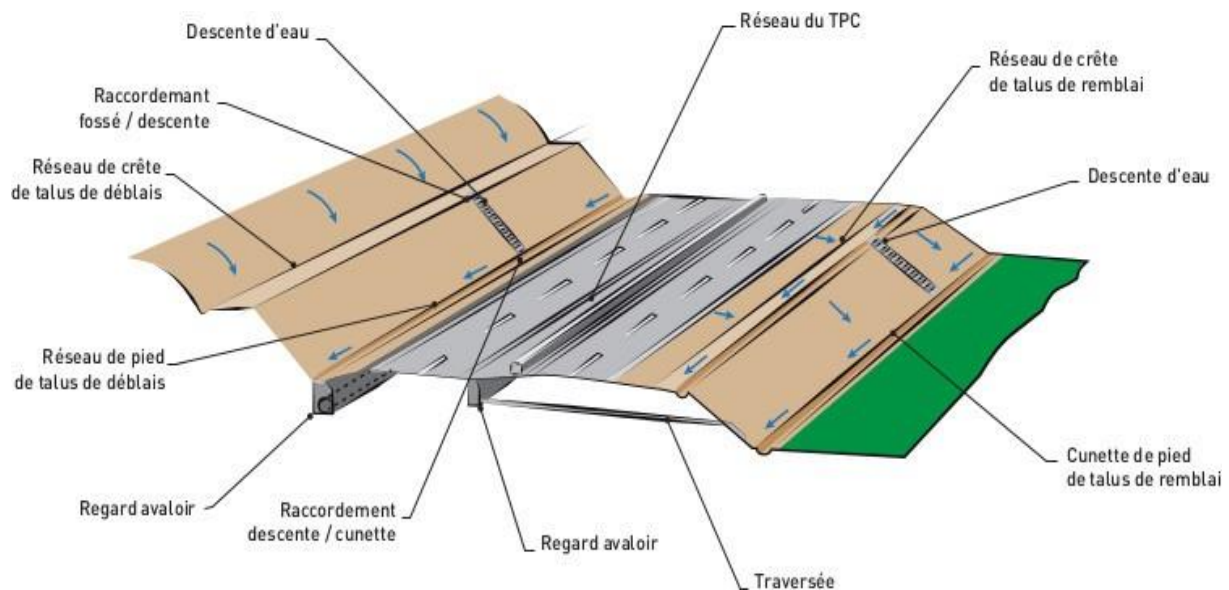


Figure VII.8 : Représentation générale de l'assainissement de la chaussée.

5. QUELQUES DEFINITIONS

- Bassin versant : C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).
- Collecteur principal (canalisation) : C'est la conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.
- Chambre de visite (cheminée) : C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent. Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.
- 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.
- Fossés de crêtes : C'est un outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain.
- Décente d'eau : Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crête.

- 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, aussi ils servent à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

6. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

La méthode de dimensionnement consiste à choisir un ouvrage et sa pente, puis à vérifier sa capacité à évacuer le débit d'apport. Ce dimensionnement doit être compatible avec les conditions d'une bonne exécution et un entretien facile. Les dimensions retenues pour l'ouvrage sont celles qui répondent aux conditions :

$$Q_a \leq Q_s$$

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

Le débit de crue pour les bassins versants de superficie inférieure à 2 km^2 est calculé en appliquant la méthode rationnelle dont l'expression usuelle est de la forme :

$$Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A$$

Avec :

- C : coefficient de ruissellement.
- I : intensité de la pluie (mm/h).
- A : air du bassin d'apport (km^2).
- K : coefficient de conversion des unités (les mm/h en l/s) ; $K = 0,2778$.

6.1. Coefficient de ruissellement 'C'

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

Tableau VII.1 : Coefficients de ruissellement.

Type de chaussée	Coefficient 'C'	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 à 0.95	0.9
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.4	0.4
Talus, sol perméable	0.1 à 0.3	0.3
Terrain naturel	0.05 à 0.2	0.2

6.2. Intensité de la pluie

La détermination de l'intensité de la pluie, comprend des différentes étapes de calcul

qui sont :

- Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle :

$$+ \quad p_j(\%) = \frac{p_j \text{ moy}}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \times e^{u\sqrt{\ln(c_v^2 + 1)}}$$

- $P_{j\text{moy}}$: pluie journalière moyenne (mm).
- C_v : Coefficient de variation climatique.
- u : Variable de Gauss.

Tableau VII.2 : Valeurs de variation de Gauss.

Fréquence (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retour (années).	2	5	10	20	50	100
Variable de Gauss (u)	0	0,841	1,282	1,645	2,057	2,327

6.3. Calcul de fréquence d'averse

Pour les ouvrages de drainage, nous adoptons une période de retour de 10 ans.

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

Avec :

- $t_c = 0.25 \text{ h}$, $b = 0.28$
- P_j : hauteur de la pluie journalière maximale (mm).
- b : exposant climatique.
- P_t : pluie journalière maximale annuelle.
- t_c : temps de concentration (heure).

6.4. Temps de concentration

La durée 't' de l'averse qui produit le débit maximum 'Q' étant prise égale au temps de concentration.

Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après VENTURA, PASSINI, GIANDOTHI, comme suit :

- La formule de VENTURA :

Lorsque : $A < 5 \text{ km}^2$:

$$+ \quad t_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

➤ La formule de PASSINI :

Lorsque : $5 \text{ km}^2 \leq A \leq 25 \text{ km}^2$:

$$t_c = 0.11 \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{P}}$$

➤ La formule de GIADOTHI :

Lorsque : $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5 L}{0,8\sqrt{H}}$$

Avec :

- t_c : temps de concentration (heure).
- A : superficie du bassin versant (km^2).
- L : longueur de bassin versant (km).
- P : pente moyenne du bassin versant.
- H : la différence entre la côte moyenne et la côte minimale (m).

6.5. Intensité de l'averse

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

$$I_t = I (t/24)^{b-1}$$

$$I = Pj(\%)/t$$

- I : intensité d'averse pour une durée de 1h.

6.6. Calcul de débit de saturation

Le calcul du débit est déterminé par la formule de MANING STRICLER :

$$Q = Kst \times J^{\frac{1}{2}} \times Rh^{\frac{2}{3}} \times S$$

Avec:

- Kst : coefficient de MANING STRICLER.
- Kst : 30 en terre.
- Kst : 40 en buses métalliques.
- Kst : 50 en maçonneries.
- Kst : 70 en bétons (dalots).
- Kst : 80 en bétons (buses préfabriquées).
- J : pente longitudinale de l'ouvrage.
- Rh : Rayon hydraulique = (surface mouillée/ périmètre mouillé).
- S : surface mouillée (m^2).

Chapitre VIII

Echangeur

1. INTRODUCTION

La conception d'un projet est l'étape la plus importante et la plus déterminante, car elle tient en compte le coût du projet et sa durabilité et comme notre projet consiste à faire l'étude d'un échangeur, on doit préalablement connaître les différents types d'échangeurs et leurs conditions d'implantations, afin de concevoir l'échangeur le plus adéquat.

2. DEFINITION D'UN ECHANGEUR

En terme technique, un échangeur est un dispositif de raccordement entre plusieurs voies de circulation, sa disposition doit être étudié en fonction de l'importance des divers courants de circulation, du site d'implantation, et du type de topographie du site, ajoutons qu'il faut éviter de le placer dans les sections en forte pente ou avec des dévers importants.

On désigne les échangeurs par :

- Nœuds: quand il raccorde une voie rapide avec une autre voie rapide.
- Diffuseur : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.
- Mixte : quand il assure en plus des raccordements de deux autoroutes.

3. LE ROLE D'UN ECHANGEUR

L'échangeur a pour rôle d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans les différentes directions selon l'ordre d'importance et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, et les points d'arrêt provoquent des pertes de temps.

4. TYPES D'ECHANGEUR

La conception d'échangeur est toujours influencée par plusieurs facteurs comme, la catégorie de l'autoroute, caractères et compositions du trafic, la vitesse désignée.

On connaît un grand nombre de formes d'échangeurs cependant, les types de base ne sont pas nombreux.

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, le coût et les 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.
- Echangeur mineur : raccordement autoroute - route.

4.1. Echangeur majeur

L'échangeur majeur raccorde entre autoroute et autoroute sans qu'il y aura du cisaillement dans les deux autoroutes à raccorder, on trouve échangeur type :

- Trèfle complet quand il y a quatre branches à raccorder.
- Bifurcation « Y » quand il y a trois branches à raccorder.



Figure VIII.1 : Echangeur type trèfle complet.

4.2. Echangeur mineur

Il est utilisé pour le raccordement d'une autoroute « route principale » et une route ordinaire « route secondaire », les schémas concernant par le raccordement sont :

- Losange.
- Demi-trèfle.

➤ Type losange :

Il est composé de quatre diagonales unidirectionnels et un carrefour à niveau sur la route secondaire, les quatre diagonales sont symétriques entre elles par rapport à l'axe de l'autoroute, il est adapté principalement pour une distribution symétrique des trafics d'échange.

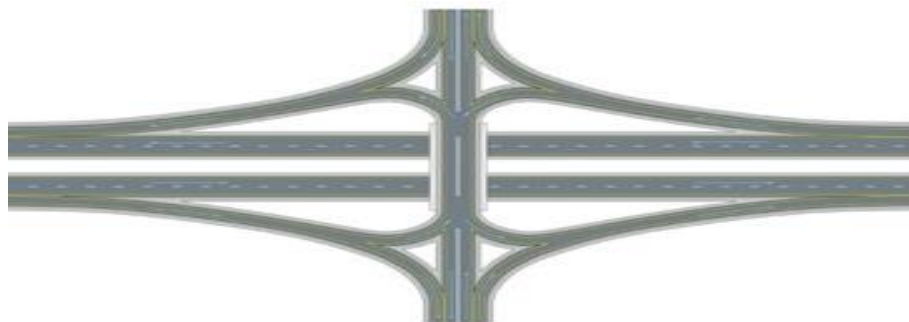


Figure VIII.2 : Echangeur type losange.

➤ Type demi-trèfle :

Comporte deux boucles et deux diagonales et un carrefour à niveau sur la route secondaire, il est envisagé de préférence au schéma de type losange dans le cas en particulier d'une distribution nettement dissymétrique du trafics d'échange dans la mesure de possible utilisation des boucles en voies d'entrée ce qui améliore les conditions de visibilité et de sécurité.

Généralement on a deux types de demi-trèfle :

- Demi-trèfle symétrique.

- Demi-trèfle asymétrique « quadrant opposé ».



Figure VIII.3 : Echangeur type demi-trèfle.

5. LES CONSTITUANTS D'UN ECHANGEUR

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

- Ouvrages d'art (passage supérieur ou inférieur).
- Carrefour (s) plans (s).
- Bretelles.

➤ Ouvrages d'art (passage supérieur ou inférieur) :

Le fait qu'on parle d'échangeur « qui n'est rien d'autre qu'un carrefour dénivelé implique impérativement une dénivellation de courant qui est assurée par le passage supérieur, ce dernier est un ouvrage d'art désigne pont. Le nombre d'ouvrage d'art « pont » dans un échangeur est en relation avec :

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

➤ Carrefour plan :

On trouve les carrefours plans seulement sur le raccordement autoroute route ordinaire, leur aménagement doit tenir compte de la sécurité, commodité et le débit du trafic.

➤ Bretelles :

Ce sont des voies qui se détachent et se raccordent vers l'autoroute. Chaque bretelle se termine à une de ses extrémité par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération.

Il y a trois type de bretelles, leurs combinaisons nous donnent plusieurs types d'échangeurs en fonctions du débit qu'elles vont écouler.

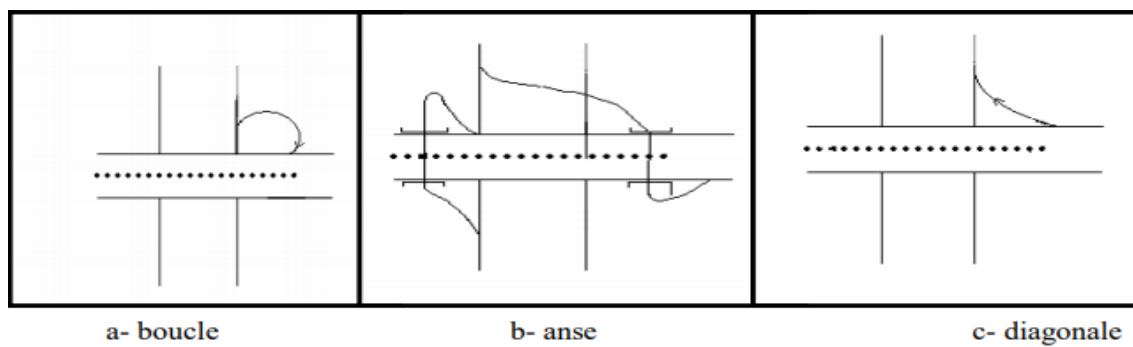


Figure VIII.4 : Bretelle de base.

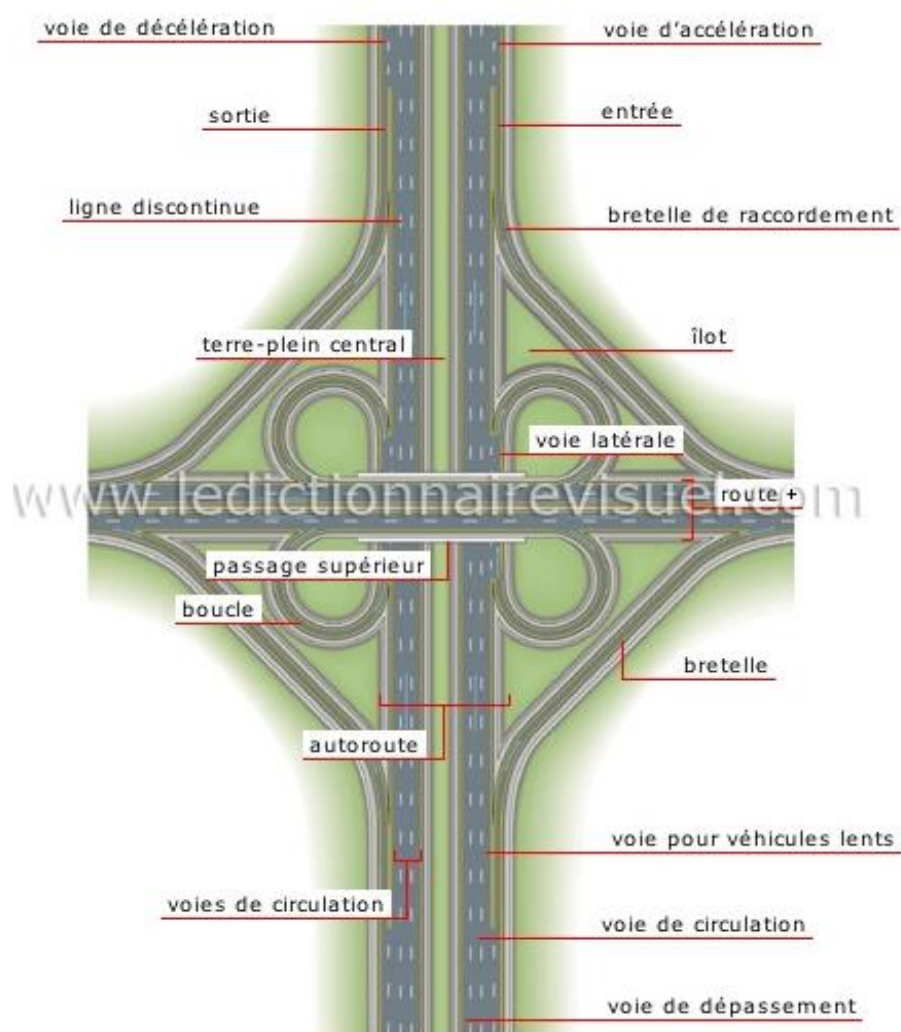


Figure VIII.5 : Représentation des constituants d'un échangeur.

6. APPLICATION AU PROJET

6.1. Choix de site d'implantation

La connaissance du site d'implantation est important pour la conception de l'échangeur car elle permet de mieux apprécier les contraintes particulières et la topographie générale.

Le site d'implantation doit permettre la possibilité d'appliquer les normes en ce qui concerne le dimensionnement des accès, et les contraintes de visibilité.

Et pour atteindre ce but on est obligé de suivre les phases suivantes :

- Détermination du tracé.
- Configuration du tracé à adopter.
- Analyse.

➤ Détermination du tracé :

La détermination du tracé se fait à partir de :

- La présentation du site d'implantation.
- Type de route et nombre de branche à raccorder
- Distribution du trafic avec les différents sens de parcours.
- Vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur la bretelle.

➤ Configuration de tracé à adopter :

L'échangeur à adopter doit assurer un haut niveau de sécurité et de service. Il faut respecter les normes de l'art de la conception qui se résume en :

- Un tracé qui respecte les valeurs limitées de conception (les valeurs des rayons et des alignements).
- Le respect de la longueur des voies réglementaires.

✓ Vitesse de base dans les bretelles :

Tableau VIII.1 : Vitesse de base dans les bretelles.

Vitesse de base de la route (km /h)		60	80	100	120	140
Vitesse de base de la bretelle	souhaitable	50	60	75	85	110
	minimal	30	40	55	65	70

➤ Analyse :

Cette dernière étape valide le choix de l'échangeur en tenant compte des conditions de visibilité, de confort et de sécurité.

6.2. Etude des solutions proposées

Pour notre cas, on suffit d'étudier une seule solution :

Notre conception est basée sur l'état du terrain ainsi que l'étude du trafic sur la nouvelle voie express et la RN30 sans oublier les contraintes qui s'opposent.

➤ Le résultat de cette conception :

- Un échangeur en demi-trèfle.
- Conception d'un passage supérieur.

6.3. Choix de l'échangeur

Notre échangeur va relier la voie express (2×2voies) avec la RN 30 (une voie / sens), donc c'est un échangeur mineur autoroute-route.

Pour relier ces deux axes routiers, on a proposé un échangeur de type :

➤ Demi- trèfle pour les raisons suivantes :

- Cet échangeur relie (Draa El Mizan, Ain Zaouia et la voie express); la meilleure façon d'évacuer un débit moyen de véhicules est l'utilisation d'un demi-trèfle, sinon on aura des points de conflits très importants.
- En fonction de la surface disponible.
- Cet échangeur offre une bonne sécurité aux usagers et une bonne visibilité.
- Le gain de temps dont les usagers de cet échangeur vont bénéficier, car il favorise toutes les directions existantes.

6.4. Résumé des résultats géométriques de la conception d'échangeur :

➤ Tracé en plan :

- Valeurs limites sur la bretelle pour une vitesse de 55 km/h.
- $R_{\max} = 300$ (m)
- $R_{\min} = 100$ (m)

Tableau VIII.2 : Les valeurs limites des rayons du tracé en plan.

Rayon (catégorie 1 et 2)	symbole	Environnement E2
Vitesse de base	V_B (km/h)	55
Rayon minimal absolu	RH_m (7%)	90,24
Rayon minimal normal	RH_n (7%)	90.90
Rayon au devers minimal	RH_d (2,5%)	476.37
Rayon non déversé	RH_{nd} (-2,5%)	680,54

➤ Profil en long :

- Raccordements convexes :

$$RV_{m1} = a \times d_1^2 \times v_B$$

Avec :

- $a = 0,24$ pour la catégorie (1-2).
- $d_1 = 16$ m (selon la B40).

- Raccordements concaves :

$$R'V_m = \frac{d_1^2}{1,5 + 0,035d_1} \times v_B$$

➤ Déclivités:

Sur le tracé des bretelles on ne peut pas avoir des déclivités supérieures à :

- Entrée : 5 % (rampe), 8% (pente).
- Sortie : 7 % (rampe), 6% (pente).

➤ Dévers :

Il doit être le même que la partie commune des chaussées, en évitant les devers supérieurs à 5 % en particulier dans les petits rayons.

Le tableau suivant représente les valeurs limites des rayons qui doivent être appliquées sur l'échangeur :

Tableau VIII.3 : Les valeurs limites des rayons appliquées aux échangeurs.

Vitesse de référence (km /h)		55
Rayon en angle saillant (Rv1)	Rayon minimal admissible	3379.20
Rayon en angle rentrant (R'v2)	Rayon minimal admissible	6834 ,95

Chapitre IX

Signalisation et Eclairage

1. LA SIGNALISATION

La signalisation est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route, elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'utilisateur de la route tout au long de son parcours, en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent à lui, et ce, en lui évitant les hésitations et les fausses manœuvres.

1.1. Les différents types de signalisation

On distingue plusieurs types :

➤ Signalisation de danger :

Ce sont des panneaux qui doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle signalé que soit un virage dangereux, intersection...etc.

➤ Signalisation de simple indication :

En général, ce sont des panneaux de forme rectangulaire, des fois terminés en point de flèche :

- Signaux d'indication
- Signaux de direction
- Signaux de localisation

Et quand il s'agit d'un panneau de localisation, le nom de la localité doit figurer sur ce panneau.

1.2. Marques sur les routes

Les marques sur la chaussée peuvent être longitudinales ou transversales.

1.2.1. Les marques longitudinales

Se composent de lignes continues et lignes discontinues :

- Les lignes continues: sont impératives et ne peuvent pas être franchies (exemple: lignes axiales en zone de visibilité limitée).
- Les lignes discontinues: peuvent être franchies.

Les lignes continues ou discontinues indiquent :

- les voies de circulation, c'est-à-dire les fractions de chaussée ayant une largeur suffisante pour permettre la circulation d'une file de véhicules.
- les zones de dépassement interdit.
- les variations de la largeur de la chaussée.
- les abords d'obstacles.
- les lignes de «stop» (arrêt à l'intersection).
- les passages pour piétons.

- Toutes les lignes, y compris le passage pour piétons sont de couleur jaune, sauf les suivantes qui sont blanches :
 - ✓ Bande limites de chaussée.
 - ✓ Bandes transversales formant la ligne d'arrêt au droit du signal «stop».
 - ✓ Bandes limites de zones de stationnement.

1.2.2. Les marques transversales :

- Lignes de stop.
- Les flèches de (sélection, rabattement).

1.3. Application au projet

➤ Signalisation horizontale :

- Lignes discontinues.
- Lignes continues.



Figure IX.1 : Les lignes continues et discontinues.

➤ Signalisation transversale :

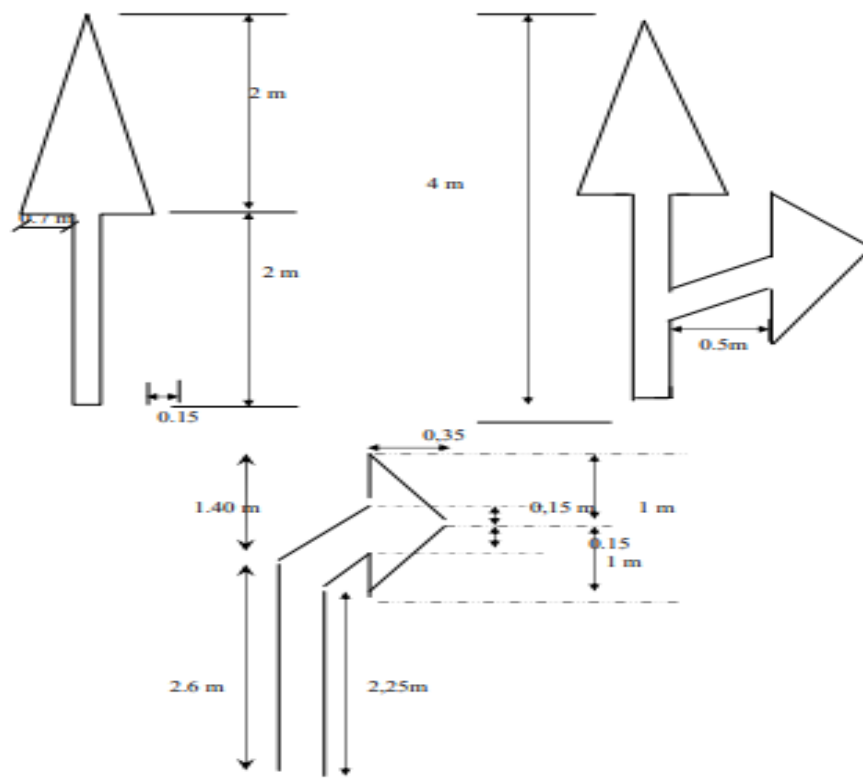


Figure IX.2 : Flèches de sélection.

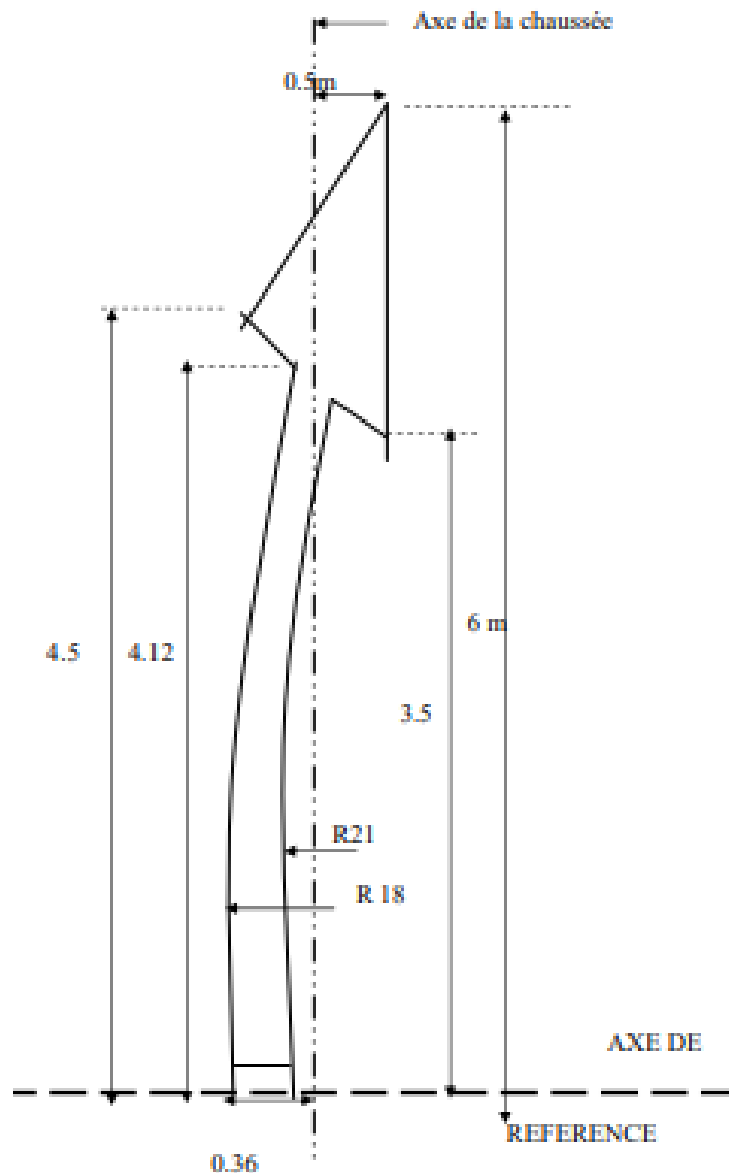


Figure IX.3 : Flèche de rabattement.

➤ Signalisation verticale :

- Panneau de signalisation d'avertissement de danger : type A
- Panneau de signalisation priorité : type B
- Panneau de signalisation d'interdiction ou de restriction : type C
- Panneau de signalisation d'obligation : type D
- Panneau de signalisation de présignalisation : type E
- Panneau de signalisation de direction : type E /B
- Panneau de signalisation donnant des indications utiles pour la conduite des véhicules : type E.
- Panneau de signalisation spéciale (panneau de confirmation de direction des échangeurs).

SORTIE / ENTRE DE L'AUTOROUTE



(E14)

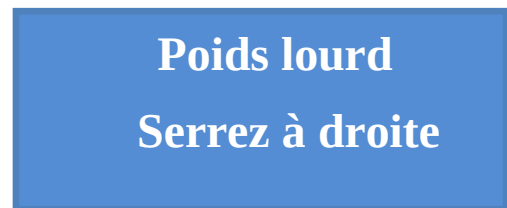
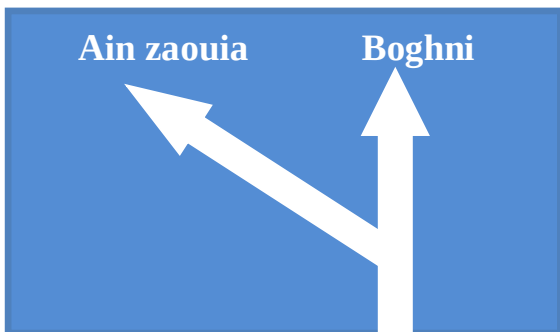
ENTRE DE L'AUTOROUTE



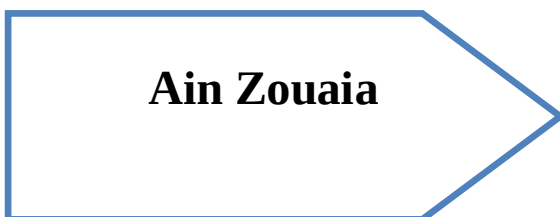
(E15)

SORTIE DE L'AUTOROUTE

PANNEAUX PRESIGNALISATION



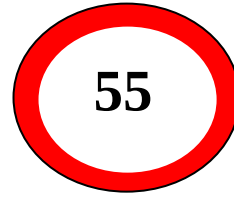
SIGNALISATION DE DIRECTION (type E3)





(C11)

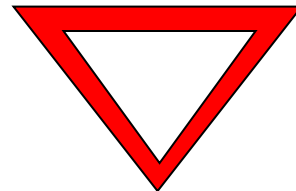
Vitesse limité à 80 km/h



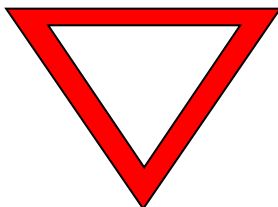
Vitesse limité à 55 km/h



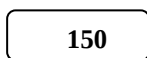
Arrêt au péage



Céder le passage à l'intersection



(A24)



Céder le passage à l'intersection

Signal avancé

Figure IX.4 : Ensemble de signalisation verticale.

2. L'ECLAIRAGE

Dans un trafic en augmentation constante, l'éclairage public et la signalisation des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité.

Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie, de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

2.1. Catégories d'éclairages

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

2.2. Paramètres de l'implantation des luminaires

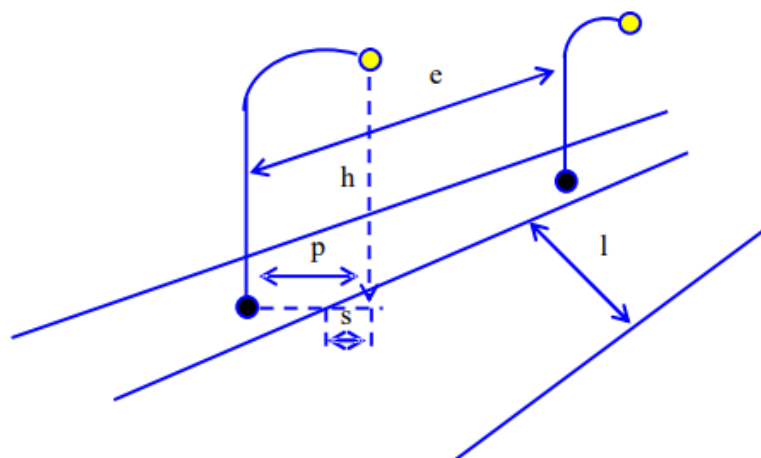


Figure IX.5 : Paramètres de l'implantation des lumières.

Avec :

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

2.3. Application au projet

- Eclairage de la voie (le long de la route).
- La bordure du TPC doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux en place. Ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plaques d'éclairement se raccordent sans discontinuité.
- La hauteur des foyers est en général de 8 à 12m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre voie express.

3. CONCLUSION

L'éclairage permet aux usagers de la voie express de bien circuler la nuit en toute sécurité et leurs garantir un confort le long de leurs déplacement.

Chapitre X

Impacts sur
l'environnement

1. INTRODUCTION

Le code de l'environnement, définit des règles qui s'imposent aux projets d'infrastructures routières, et rassemblent un ensemble de textes législatifs.

Le terme « environnement » est à prendre, dans le domaine des études préalables routières, au sens large.

Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces animales et végétales.

L'objet d'une étude d'impact sur l'environnement est d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et à long terme d'un projet et de proposer les mesures adéquates pour limiter les effets négatifs du projet.

2. IMPACTS NEGATIFS

Ils sont en général causés par la réalisation de l'ouvrage lui-même. Les plus importants sont les suivants :

➤ Impact sur le paysage :

L'infrastructure portera une défiguration au paysage naturel, malgré les efforts de l'ingénieur à adapter le tracé géométrique à la topographie du site.

➤ Impact sur les ressources en eau:

Les routes peuvent contribuer à la modification des écoulements et à la qualité des eaux de surface et souterraines, entraînant parfois un risque accru d'inondation, d'érosion, de dépôts, ou une modification brutale de la dynamique de la nappe phréatique, et la pollution de cette dernière, par le déversement des sédiments et des matières polluantes (fuites d'hydrocarbures aux postes de distribution de carburant, les détritres résultants de l'usure des plaquettes de freins et des pneus).

➤ Impact sur l'air :

- La nouvelle infrastructure générera un trafic important ce qui augmentera la pollution de l'air dans les zones traversées.
- La pollution résultant du fonctionnement des moteurs à combustion interne, essence ou diesel, est caractérisée par des émissions de polluants gazeux.
- La circulation routière est la principale source de CO₂.

➤ Impact sur la faune et la flore :

Les projets routiers peuvent générer des impacts importants sur le milieu naturel, donc il est nécessaire d'engager une étude approfondie de ces effets sur l'écosystème.

Le choix du tracé doit prendre en compte les problèmes liés à l'environnement biologique. Des précautions peuvent être prises à un stade précoce de la planification du projet pour protéger le milieu naturel et faciliter le déplacement de la faune par l'implantation de passages pour faune et encore de franchissement revêtu ou non. Ces passages doivent être

conçus de telle sorte pour que leur entretien soit le plus simple possible et leur gestion soit écologique.

➤ **Impact sur l'agriculture :**

Le tracé de la voie express traverse des terrains agricoles qui seront perdus suite à la réalisation de cette infrastructure. L'ensemble des impacts sur l'agriculture peuvent se regrouper en trois éléments qui sont :

- L'effet de la substitution du sol à vocation agricole, et la diminution des superficies exploitées.
- L'effet de coupure, entraînant la destruction d'une tranche de la parcelle agricole, et difficultés de travail et de circulation par des allongements de parcours (rupture de cheminements).
- L'effet de modification du régime agricole.

➤ **Géologie et physiographie :**

- Extraction et utilisation des matériaux géologiques.
- Eboulements et glissements de terrain.
- Tassement, gonflement et érosion du terrain.

➤ **Impacts temporaires :**

Les impacts négatifs générés par le projet sont essentiellement persistants durant la phase de chantier.

Ces impacts sont temporaires, ils disparaissent après l'achèvement des travaux. Les plus importants sont définis comme suit :

- Perturbation de la circulation automobile (embouteillage).
- Dégagement de poussières dans l'atmosphère.
- Déversement de boues (bentonite) dans l'espace urbain.
- Emission de bruit lors des travaux. Cette nuisance est due à l'usage des engins.
- Opposition des propriétaires des terrains agricoles face à la destruction de leurs biens agricoles, ce qui engendre un retard dans l'avancement des travaux.

3. IMPACTS POSITIFS

➤ **Impacts socio-économiques :**

- La fluidité de la circulation (gain de temps).
- Favoriser la découverte et la mise en valeur des régions traversées.
- La réduction des coûts de transport (gain de temps, sécurité, carburant ...).
- Désenclavement des régions limitrophes.
- La création des postes d'emploi temporaire (durant la phase de réalisation).
- Une réponse aux besoins de confort et de sécurité des usagers ;

- L'Amélioration des conditions économiques de la population de la zone du projet. En effet, la mobilité des travailleurs sera nettement améliorée et l'activité de la population sera probablement développée.
- Attraction des activités agricoles, pastorales et touristiques.

4. APPLICATION AU PROJET

➤ **Traitement sur terrain :**

Pour lutter contre les glissements du terrain on doit planter des plantes et des arbres au niveau du talus et des pentes.

➤ **Intérêts de la végétation :**

Sur le plan écologique, ces implantations vont constituer un espace de vie pour la faune et la flore, participent aux cycles biologiques (eau, carbone, oxygène) et enfin servent à atténuer la pollution.

➤ **La sécurité :**

Pour assurer la sécurité de la population, on doit planter des passerelles au niveau d'agglomération.

Pour assurer la sécurité des automobilistes, des panneaux de signalisation seront implantés.

5. CONCLUSION

Vue la localisation de notre projet dans une région sensible à l'environnement et les incidences environnementales difficile à maîtriser.

Nous recommandons aux autorités concernées de mettre un accent particulier sur l'évaluation des conditions environnementales menées pendant les visites, par la mise en œuvre des mesures appropriées et préconiser des solutions afin d'atténuer les impacts négatifs sur l'environnement.

CONCLUSION GENERALE

Notre travail consiste en l'étude d'une voie express Ain El Hamman - Draa El Mizan, le point de départ de notre tracé est situé à l'ouest de la commune d'Ain Zaouia au PK 03+000 et prend sa fin au niveau du PK 08+ 000, avec la conception d'un échangeur en demi trèfle au niveau du PK 03+694.

Ce modeste travail a été pour nous une occasion de concrétiser nos connaissances théoriques acquises pendant notre formation à l'université MOULOUD MAAMERI de TIZI-OUZOU.

Prenant en considération en premier point, les contraintes liées à la sécurité et au confort des usagers et au second point l'enjeu économique et environnementale.

En employant les normes du règlement algérien (la B40), on a aboutit au caractéristiques suivantes :

- ✓ Une chaussée de 2 voies / sens : $2 \times (2 \times 3,5) = 14$ m.
- ✓ Accotement de 1 m par chaque coté, en total on aura 2 m.
- ✓ TPC : une bande médiane de 0.5 m et deux bande de guidage par chaque coté de 0,5 m, en totale la largeur du TPC = 1,5 m.
- ✓ La largeur totale de la voie express = 17,5 m.
- ✓ VR = 1324071 m³, VD = 1128183 m³.

En se basant aussi sur les données du trafic routier, on a pu avoir le dimensionnement suivant du corps de la chaussée :

- ✓ Une couche de roulement de 6 cm en BB
- ✓ Une couche de base de 10 cm en GB.
- ✓ Une couche de fondation 15 cm en GC.
- ✓ Une couche de forme 60 cm (en deux couches) en TUF.

La réalisation de ce travail nous a permis de bien maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels Piste et Autocad.

Sans oublier l'utilisation du logiciel Alizé III qui nous a permis de vérifier les épaisseurs des différentes couches constituant le corps de chaussée.

BIBLIOGRAPHIE

- R.COQUAND, Route «circulation-tracé-construction », 2^e édition, Eyrolles, 1985.
- B 40 (Norme techniques d'aménagement des routes).
- Catalogue de dimensionnement des chaussée neuf (CTTP, 2001, fascicule 01, fascicule 02 et fascicule 03).
- Code Algérien de la route.
- Cours de première année master UMMTO.
- Direction des travaux publics (DTP) de la wilaya de Tizi-Ouzou.
- Recommandation pour l'assainissement routier (SETRA).
- Thèses et mémoire master de fin d'études UMMTO et école nationale des travaux publics ENTP.

ANNEXES

Annexe A

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abaisse	Y	Y
			0.000	576605.020	4043883.680
D1	GIS= 208.580g	587.828			
			587.828	576526.040	4043301.182
C1	XC= 576971.959 YC=4043240.720 R= 450.000	399.351			
			987.179	576643.523	4042933.102
D2	GIS= 152.083g	943.349			
			1930.527	577288.393	4042244.590
L2	A = 165.298 Rf=250.000 L = 109.293				
			2039.821	577368.541	4042170.626
	XC= 577509.605 YC=4042377.027 R= 250.000 L = 76.332				
			2116.153	577437.111	4042137.768
	Rd=250.000 A = 165.298 L = 109.293	294.918			
			2225.446	577544.973	4042121.638
D3	GIS= 104.814g	699.883			
			2925.329	578242.856	4042068.765
C3	XC= 578208.861 YC=4041620.051 R= -450.000	77.259			
			3002.588	578319.016	4042056.361
D4	GIS= 115.744g	1237.809			
			4240.397	579519.167	4041753.358
C4	XC= 579629.322 YC=4042189.667 R= 450.000	245.969			
			4486.366	579762.003	4041759.672
D5	GIS= 80.946g	926.770			
			5413.137	580647.574	4042032.928
C5	XC= 580514.892 YC=4042462.923 R= 450.000	342.687			
			5755.824	580907.633	4042243.254
D6	GIS= 32.466g	216.293			
			5972.117	581013.217	4042432.025
C6	XC= 581231.407 YC=4042309.986 R= -250.000	115.342			
			6087.459	581090.359	4042516.397
D7	GIS= 61.838g	430.550			
			6518.009	581445.840	4042759.310
LONGUEUR DE L'AXE 6518.009					

Annexe B

réalisation de la voie express

PROFIL EN LONG

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0.000	311.063
D1	PENTE=7.093%	667.127		
			667.127	358.381
PR	S=844.445Z= 364.6694 R = -2500.00	265.746		
			932.873	363.106
D2	PENTE=3.537%	569.730		
			1502.603	342.954
PR2	S=1714.828Z= 339.2004 R = 6000.00	434.794		
			1937.397	343.328
D3	PENTE=3.709%	861.868		
			2799.265	375.299
PR3	S=2892.002Z= 377.0193 R = -2500.00	161.469		
			2960.735	376.074
D4	PENTE=2.749%	562.771		
			3523.506	360.602
PR4	S=3688.463Z= 358.3346 R = 6000.00	712.988		
			4236.494	383.363
D5	PENTE=9.134%	73.142		
			4309.636	390.043
PR5	S=4537.981Z= 400.4717 R = -2500.00	380.728		
			4690.364	395.828
D6	PENTE=6.095%	711.156		
			5401.520	352.481
PR6	S=5767.237Z= 341.3350 R = 6000.00	596.960		
			5998.480	345.791
D7	PENTE=3.854%	519.529		
			6518.009	365.814
LONGUEUR DE L'AXE 6518.009				

Annexe C

TABULATION

N°	ABSCISSE	COTE TN	COTE	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	PROJET	PROFIL			PROFIL	GAU	BRG
1	0.000	311.063	311.063	576605.020	4043883.680	308.580g	2.50	-2.5
2	20.000	311.618	312.482	576602.333	4043883.861	308.580g	2.50	-2.5
3	40.000	312.608	313.901	576599.646	4043844.043	308.580g	2.50	-2.5
4	60.000	314.380	315.319	576596.958	4043824.224	308.580g	2.50	-2.5
5	80.000	316.609	316.738	576594.271	4043804.405	308.580g	2.50	-2.5
6	100.000	318.817	318.156	576591.584	4043784.587	308.580g	2.50	-2.5
7	120.000	320.739	319.575	576588.897	4043764.768	308.580g	2.50	-2.5
8	140.000	322.221	320.993	576586.210	4043744.949	308.580g	2.50	-2.5
9	160.000	323.276	322.412	576583.522	4043725.131	308.580g	2.50	-2.5
10	180.000	323.995	323.830	576580.835	4043705.312	308.580g	2.50	-2.5
11	200.000	324.747	325.249	576578.148	4043685.493	308.580g	2.50	-2.5
12	220.000	325.576	326.667	576575.461	4043665.675	308.580g	2.50	-2.5
13	240.000	326.280	328.086	576572.774	4043645.856	308.580g	2.50	-2.5
14	260.000	327.127	329.505	576570.087	4043626.038	308.580g	2.50	-2.5
15	280.000	328.390	330.923	576567.399	4043606.219	308.580g	2.50	-2.5
16	300.000	329.953	332.342	576564.712	4043586.400	308.580g	2.50	-2.5
17	320.000	331.722	333.760	576562.025	4043566.582	308.580g	2.50	-2.5
18	340.000	333.045	335.179	576559.338	4043546.763	308.580g	2.50	-2.5
19	360.000	334.141	336.597	576556.651	4043526.944	308.580g	2.50	-2.5
20	380.000	335.176	338.016	576553.963	4043507.126	308.580g	2.50	-2.5
21	400.000	336.289	339.434	576551.276	4043487.307	308.580g	2.50	-2.5
22	420.000	337.377	340.853	576548.589	4043467.488	308.580g	2.50	-2.5
23	440.000	338.883	342.272	576545.902	4043447.670	308.580g	2.50	-2.5
24	460.000	340.036	343.690	576543.215	4043427.851	308.580g	2.50	-2.5
25	480.000	341.031	345.109	576540.527	4043408.032	308.580g	2.50	-2.5
26	500.000	342.146	346.527	576537.840	4043388.214	308.580g	2.50	-2.5
27	520.000	343.390	347.946	576535.153	4043368.395	308.580g	2.50	-2.5
28	540.000	344.367	349.364	576532.466	4043348.576	308.580g	2.50	-2.5
29	560.000	345.449	350.783	576529.779	4043328.758	308.580g	2.50	-2.5
30	580.000	347.131	352.201	576527.091	4043308.939	308.580g	2.50	-2.5
31	587.828	347.943	352.757	576526.040	4043301.182	308.580g	2.50	-2.5
32	600.000	349.243	353.620	576524.568	4043289.100	308.580g	2.50	2.5
33	620.000	351.475	355.038	576522.880	4043269.174	304.028g	2.50	2.5
34	640.000	353.289	356.457	576522.039	4043249.193	301.199g	2.50	2.5
35	660.000	355.682	357.876	576522.107	4043229.195	298.369g	2.50	2.5
36	680.000	357.563	359.261	576523.063	4043209.219	295.540g	2.50	2.5
37	700.000	359.601	360.497	576524.906	4043189.308	292.710g	2.50	2.5
38	720.000	362.797	361.572	576527.632	4043169.494	289.881g	2.50	2.5
39	740.000	366.174	362.488	576531.235	4043149.823	287.052g	2.50	2.5
40	760.000	367.585	363.243	576535.709	4043130.332	284.222g	2.50	2.5
41	780.000	367.799	363.839	576541.044	4043111.058	281.393g	2.50	2.5
42	800.000	367.805	364.274	576547.231	4043092.041	278.563g	2.50	2.5
43	820.000	367.820	364.550	576554.256	4043073.317	275.734g	2.50	2.5
44	840.000	368.992	364.665	576562.106	4043054.924	272.904g	2.50	2.5
45	860.000	365.468	364.621	576570.768	4043036.898	270.075g	2.50	2.5
46	880.000	362.911	364.417	576580.218	4043019.274	267.246g	2.50	2.5
47	900.000	360.665	364.052	576590.444	4043002.088	264.416g	2.50	2.5
48	920.000	358.452	363.528	576601.423	4042985.373	261.587g	2.50	2.5
49	940.000	356.447	362.853	576613.134	4042969.162	258.757g	2.50	2.5
50	960.000	354.334	362.146	576625.553	4042953.487	255.928g	2.50	2.5
51	980.000	352.199	361.439	576638.657	4042938.380	253.099g	2.50	2.5
52	987.179	351.424	361.185	576643.523	4042933.102	252.083g	2.50	2.5
53	1000.000	350.235	360.731	576652.287	4042923.744	252.083g	2.50	-2.5
54	1020.000	348.811	360.024	576665.959	4042909.147	252.083g	2.50	-2.5

1 / 7

TABULATION

N° PROJ	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
55	1040.000	347.410	355.916	576879.631	4042894.550	252.083g	2.50	-2.5
56	1060.000	345.988	358.809	576893.303	4042879.953	252.083g	2.50	-2.5
57	1080.000	344.811	357.902	576708.975	4042865.355	252.083g	2.50	-2.5
58	1100.000	343.828	357.194	576720.647	4042850.758	252.083g	2.50	-2.5
59	1120.000	342.151	356.487	576734.319	4042836.161	252.083g	2.50	-2.5
60	1140.000	340.327	355.779	576747.991	4042821.564	252.083g	2.50	-2.5
61	1160.000	338.415	355.072	576761.663	4042806.967	252.083g	2.50	-2.5
62	1180.000	335.624	354.364	576775.334	4042792.369	252.083g	2.50	-2.5
63	1200.000	332.885	353.657	576789.006	4042777.772	252.083g	2.50	-2.5
64	1220.000	330.922	352.950	576802.678	4042763.175	252.083g	2.50	-2.5
65	1240.000	331.228	352.242	576816.350	4042748.578	252.083g	2.50	-2.5
66	1260.000	332.862	351.535	576830.022	4042733.981	252.083g	2.50	-2.5
67	1280.000	335.416	350.827	576843.694	4042719.383	252.083g	2.50	-2.5
68	1300.000	338.200	350.120	576857.366	4042704.786	252.083g	2.50	-2.5
69	1320.000	341.421	349.413	576871.038	4042690.189	252.083g	2.50	-2.5
70	1340.000	345.480	348.705	576884.710	4042675.592	252.083g	2.50	-2.5
71	1360.000	347.799	347.998	576898.382	4042660.995	252.083g	2.50	-2.5
72	1380.000	348.768	347.290	576912.054	4042646.397	252.083g	2.50	-2.5
73	1400.000	349.235	346.583	576925.726	4042631.800	252.083g	2.50	-2.5
74	1420.000	350.204	345.875	576939.398	4042617.203	252.083g	2.50	-2.5
75	1440.000	351.372	345.168	576953.070	4042602.606	252.083g	2.50	-2.5
76	1460.000	352.612	344.461	576966.742	4042588.009	252.083g	2.50	-2.5
77	1480.000	352.993	343.753	576980.414	4042573.411	252.083g	2.50	-2.5
78	1500.000	352.728	343.046	576994.086	4042558.814	252.083g	2.50	-2.5
79	1520.000	351.953	342.364	577007.757	4042544.217	252.083g	2.50	-2.5
80	1540.000	351.163	341.747	577021.429	4042529.620	252.083g	2.50	-2.5
81	1560.000	349.651	341.198	577035.101	4042515.023	252.083g	2.50	-2.5
82	1580.000	348.970	340.715	577048.773	4042500.426	252.083g	2.50	-2.5
83	1600.000	344.060	340.299	577062.445	4042485.828	252.083g	2.50	-2.5
84	1620.000	341.150	339.950	577076.117	4042471.231	252.083g	2.50	-2.5
85	1640.000	338.436	339.667	577089.789	4042456.634	252.083g	2.50	-2.5
86	1660.000	336.206	339.451	577103.461	4042442.037	252.083g	2.50	-2.5
87	1680.000	336.063	339.302	577117.133	4042427.440	252.083g	2.50	-2.5
88	1700.000	335.704	339.219	577130.805	4042412.842	252.083g	2.50	-2.5
89	1720.000	335.284	339.203	577144.477	4042398.245	252.083g	2.50	-2.5
90	1740.000	336.062	339.253	577158.149	4042383.648	252.083g	2.50	-2.5
91	1760.000	337.519	339.370	577171.821	4042369.051	252.083g	2.50	-2.5
92	1780.000	339.033	339.554	577185.493	4042354.454	252.083g	2.50	-2.5
93	1800.000	341.234	339.805	577199.165	4042339.856	252.083g	2.50	-2.5
94	1820.000	343.327	340.122	577212.837	4042325.259	252.083g	2.50	-2.5
95	1840.000	345.234	340.506	577226.508	4042310.662	252.083g	2.50	-2.5
96	1860.000	346.974	340.957	577240.180	4042296.065	252.083g	2.50	-2.5
97	1880.000	348.678	341.474	577253.852	4042281.468	252.083g	2.50	-2.5
98	1900.000	350.293	342.058	577267.524	4042266.870	252.083g	2.50	-2.5
99	1920.000	351.699	342.708	577281.196	4042252.273	252.083g	2.50	-2.5
100	1930.527	352.426	343.078	577288.393	4042244.590	252.083g	2.50	-2.5
101	1940.000	353.076	343.425	577294.872	4042237.680	251.978g	2.50	-2.0
102	1960.000	354.488	344.167	577308.654	4042223.186	251.071g	2.50	-1.1
103	1980.000	355.768	344.909	577322.744	4042208.994	249.232g	2.50	-0.2
104	2000.000	356.999	345.651	577337.339	4042195.321	246.460g	2.50	0.6
105	2020.000	358.100	346.393	577352.609	4042182.409	242.757g	2.50	1.5
106	2039.821	358.932	347.128	577368.541	4042170.626	238.167g	2.50	2.5
107	2040.000	358.935	347.135	577368.689	4042170.525	238.122g	2.50	2.5
108	2060.000	359.106	347.876	577385.643	4042159.924	233.029g	2.50	2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
109	2080.000	358.916	348.818	577403.385	4042150.712	227.936g	2.50	-2.5
110	2100.000	358.071	349.380	577421.814	4042142.948	222.843g	2.50	2.5
111	2118.153	357.381	349.959	577437.111	4042137.768	218.730g	2.50	2.5
112	2120.000	357.271	350.102	577440.801	4042138.881	217.767g	2.50	2.3
113	2140.000	356.580	350.844	577480.210	4042131.871	213.319g	2.50	1.4
114	2160.000	355.695	351.586	577479.883	4042128.283	209.804g	2.50	0.4
115	2180.000	354.577	352.328	577499.708	4042125.841	207.220g	2.50	-0.4
116	2200.000	353.550	353.070	577519.608	4042123.660	205.568g	2.50	-1.3
117	2220.000	353.144	353.812	577539.543	4042122.050	204.848g	2.50	-2.2
118	2225.446	352.987	354.014	577544.973	4042121.638	204.814g	2.50	-2.5
119	2240.000	352.340	354.553	577559.485	4042120.538	204.814g	2.50	-2.5
120	2260.000	350.978	355.295	577579.428	4042119.027	204.814g	2.50	-2.5
121	2280.000	349.584	356.037	577599.371	4042117.516	204.814g	2.50	-2.5
122	2300.000	349.124	356.779	577619.314	4042116.005	204.814g	2.50	-2.5
123	2320.000	349.600	357.521	577639.257	4042114.494	204.814g	2.50	-2.5
124	2340.000	349.693	358.263	577659.200	4042112.984	204.814g	2.50	-2.5
125	2360.000	349.750	359.005	577679.142	4042111.473	204.814g	2.50	-2.5
126	2380.000	349.691	359.747	577699.085	4042109.962	204.814g	2.50	-2.5
127	2400.000	348.873	360.489	577719.028	4042108.451	204.814g	2.50	-2.5
128	2420.000	346.727	361.231	577738.971	4042106.940	204.814g	2.50	-2.5
129	2440.000	343.829	361.972	577758.914	4042105.429	204.814g	2.50	-2.5
130	2460.000	341.091	362.714	577778.857	4042103.918	204.814g	2.50	-2.5
131	2480.000	339.607	363.456	577798.799	4042102.407	204.814g	2.50	-2.5
132	2500.000	338.884	364.198	577818.742	4042100.897	204.814g	2.50	-2.5
133	2520.000	339.158	364.940	577838.685	4042099.386	204.814g	2.50	-2.5
134	2540.000	340.107	365.682	577858.628	4042097.875	204.814g	2.50	-2.5
135	2560.000	341.124	366.424	577878.571	4042096.364	204.814g	2.50	-2.5
136	2580.000	342.971	367.166	577898.514	4042094.853	204.814g	2.50	-2.5
137	2600.000	345.101	367.908	577918.457	4042093.342	204.814g	2.50	-2.5
138	2620.000	346.941	368.649	577938.399	4042091.831	204.814g	2.50	-2.5
139	2640.000	349.117	369.391	577958.342	4042090.320	204.814g	2.50	-2.5
140	2660.000	351.195	370.133	577978.285	4042088.809	204.814g	2.50	-2.5
141	2680.000	352.959	370.875	577998.228	4042087.299	204.814g	2.50	-2.5
142	2700.000	355.178	371.617	578018.171	4042085.788	204.814g	2.50	-2.5
143	2720.000	357.561	372.359	578038.114	4042084.277	204.814g	2.50	-2.5
144	2740.000	360.037	373.101	578058.057	4042082.766	204.814g	2.50	-2.5
145	2760.000	362.712	373.843	578077.999	4042081.255	204.814g	2.50	-2.5
146	2780.000	365.625	374.585	578097.942	4042079.744	204.814g	2.50	-2.5
147	2800.000	368.558	375.326	578117.885	4042078.233	204.814g	2.50	-2.5
148	2820.000	371.509	375.982	578137.828	4042076.722	204.814g	2.50	-2.5
149	2840.000	374.299	376.478	578157.771	4042075.212	204.814g	2.50	-2.5
150	2860.000	376.392	376.814	578177.714	4042073.701	204.814g	2.50	-2.5
151	2880.000	378.294	376.990	578197.656	4042072.190	204.814g	2.50	-2.5
152	2900.000	379.352	377.007	578217.599	4042070.679	204.814g	2.50	-2.5
153	2920.000	380.185	376.863	578237.542	4042069.168	204.814g	2.50	-2.5
154	2925.329	380.426	376.797	578242.856	4042068.765	204.814g	2.50	-2.5
155	2940.000	380.016	376.559	578257.464	4042067.419	206.889g	-2.50	-2.5
156	2960.000	378.890	376.095	578277.293	4042064.818	209.719g	-2.50	-2.5
157	2980.000	377.285	375.545	578296.986	4042061.338	212.548g	-2.50	-2.5
158	3000.000	375.558	374.995	578316.505	4042058.987	215.378g	-2.50	-2.5
159	3002.588	375.306	374.924	578319.016	4042058.361	215.744g	-2.50	-2.5
160	3020.000	373.614	374.445	578335.899	4042052.098	215.744g	2.50	-2.5
161	3040.000	371.741	373.895	578355.290	4042047.203	215.744g	2.50	-2.5
162	3060.000	370.066	373.345	578374.682	4042042.307	215.744g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
163	3080.000	387.890	372.796	578394.073	4042037.411	215.744g	2.50	-2.5
164	3100.000	385.978	372.246	578413.485	4042032.515	215.744g	2.50	-2.5
165	3120.000	384.230	371.696	578432.858	4042027.619	215.744g	2.50	-2.5
166	3140.000	382.662	371.146	578452.248	4042022.724	215.744g	2.50	-2.5
167	3160.000	381.208	370.596	578471.639	4042017.828	215.744g	2.50	-2.5
168	3180.000	359.411	370.046	578491.031	4042012.932	215.744g	2.50	-2.5
169	3200.000	358.305	369.496	578510.422	4042008.036	215.744g	2.50	-2.5
170	3220.000	357.713	368.946	578529.814	4042003.140	215.744g	2.50	-2.5
171	3240.000	356.918	368.397	578549.206	4041998.245	215.744g	2.50	-2.5
172	3260.000	356.209	367.847	578568.597	4041993.349	215.744g	2.50	-2.5
173	3280.000	356.045	367.297	578587.989	4041988.453	215.744g	2.50	-2.5
174	3300.000	355.787	366.747	578607.380	4041983.557	215.744g	2.50	-2.5
175	3320.000	355.385	366.197	578626.772	4041978.661	215.744g	2.50	-2.5
176	3340.000	354.651	365.647	578646.163	4041973.766	215.744g	2.50	-2.5
177	3360.000	353.921	365.097	578665.555	4041968.870	215.744g	2.50	-2.5
178	3380.000	353.226	364.548	578684.946	4041963.974	215.744g	2.50	-2.5
179	3400.000	352.017	363.998	578704.338	4041959.078	215.744g	2.50	-2.5
180	3420.000	350.583	363.448	578723.729	4041954.183	215.744g	2.50	-2.5
181	3440.000	349.669	362.898	578743.121	4041949.287	215.744g	2.50	-2.5
182	3460.000	348.778	362.348	578762.512	4041944.391	215.744g	2.50	-2.5
183	3480.000	347.673	361.798	578781.904	4041939.495	215.744g	2.50	-2.5
184	3500.000	348.943	361.248	578801.295	4041934.599	215.744g	2.50	-2.5
185	3520.000	349.695	360.699	578820.687	4041929.704	215.744g	2.50	-2.5
186	3540.000	350.049	360.171	578840.078	4041924.808	215.744g	2.50	-2.5
187	3560.000	350.089	359.710	578859.470	4041919.912	215.744g	2.50	-2.5
188	3580.000	350.533	359.315	578878.861	4041915.016	215.744g	2.50	-2.5
189	3600.000	351.385	358.987	578898.253	4041910.120	215.744g	2.50	-2.5
190	3620.000	352.417	358.725	578917.644	4041905.225	215.744g	2.50	-2.5
191	3640.000	353.515	358.530	578937.036	4041900.329	215.744g	2.50	-2.5
192	3660.000	354.839	358.402	578956.428	4041895.433	215.744g	2.50	-2.5
193	3680.000	355.963	358.341	578975.819	4041890.537	215.744g	2.50	-2.5
194	3700.000	356.494	358.346	578995.211	4041885.641	215.744g	2.50	-2.5
195	3720.000	356.545	358.417	579014.602	4041880.746	215.744g	2.50	-2.5
196	3740.000	355.841	358.556	579033.994	4041875.850	215.744g	2.50	-2.5
197	3760.000	354.829	358.761	579053.385	4041870.954	215.744g	2.50	-2.5
198	3780.000	353.904	359.033	579072.777	4041866.058	215.744g	2.50	-2.5
199	3800.000	353.299	359.371	579092.168	4041861.163	215.744g	2.50	-2.5
200	3820.000	352.676	359.776	579111.560	4041856.267	215.744g	2.50	-2.5
201	3840.000	351.983	360.248	579130.951	4041851.371	215.744g	2.50	-2.5
202	3860.000	351.390	360.787	579150.343	4041846.475	215.744g	2.50	-2.5
203	3880.000	350.801	361.392	579169.734	4041841.579	215.744g	2.50	-2.5
204	3900.000	350.694	362.064	579189.126	4041836.684	215.744g	2.50	-2.5
205	3920.000	350.931	362.802	579208.517	4041831.788	215.744g	2.50	-2.5
206	3940.000	350.961	363.607	579227.909	4041826.892	215.744g	2.50	-2.5
207	3960.000	351.570	364.479	579247.300	4041821.996	215.744g	2.50	-2.5
208	3980.000	354.006	365.417	579266.692	4041817.100	215.744g	2.50	-2.5
209	4000.000	357.055	366.422	579286.083	4041812.205	215.744g	2.50	-2.5
210	4020.000	359.580	367.494	579305.475	4041807.309	215.744g	2.50	-2.5
211	4040.000	361.456	368.633	579324.867	4041802.413	215.744g	2.50	-2.5
212	4060.000	363.337	369.838	579344.258	4041797.517	215.744g	2.50	-2.5
213	4080.000	365.240	371.110	579363.650	4041792.621	215.744g	2.50	-2.5
214	4100.000	367.526	372.448	579383.041	4041787.726	215.744g	2.50	-2.5
215	4120.000	370.074	373.853	579402.433	4041782.830	215.744g	2.50	-2.5
216	4140.000	372.481	375.325	579421.824	4041777.934	215.744g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
217	4160.000	374.704	375.883	579441.216	4041773.038	215.744g	2.50	-2.5
218	4180.000	377.094	378.489	579460.607	4041768.143	215.744g	2.50	-2.5
219	4200.000	379.387	380.140	579479.999	4041763.247	215.744g	2.50	-2.5
220	4220.000	381.704	381.879	579499.390	4041758.351	215.744g	2.50	-2.5
221	4240.000	384.609	383.683	579518.782	4041753.455	215.744g	2.50	-2.5
222	4240.397	384.674	383.719	579519.167	4041753.358	215.744g	2.50	-2.5
223	4260.000	387.901	385.510	579538.272	4041748.975	212.971g	2.50	2.5
224	4280.000	390.452	387.336	579557.942	4041745.385	210.141g	2.50	2.5
225	4300.000	391.745	389.163	579577.752	4041742.632	207.312g	2.50	2.5
226	4320.000	394.654	390.969	579597.665	4041740.782	204.482g	2.50	2.5
227	4340.000	396.048	392.632	579617.640	4041739.819	201.653g	2.50	2.5
228	4360.000	400.344	394.136	579637.638	4041739.744	198.823g	2.50	2.5
229	4380.000	402.230	395.480	579657.620	4041740.558	195.994g	2.50	2.5
230	4400.000	403.686	396.684	579677.546	4041742.259	193.165g	2.50	2.5
231	4420.000	404.433	397.688	579697.377	4041744.843	190.335g	2.50	2.5
232	4440.000	405.153	398.552	579717.073	4041748.308	187.506g	2.50	2.5
233	4460.000	405.944	399.255	579736.596	4041752.641	184.676g	2.50	2.5
234	4480.000	406.680	399.799	579755.907	4041757.838	181.847g	2.50	2.5
235	4488.366	406.877	399.939	579762.003	4041759.672	180.946g	2.50	2.5
236	4500.000	407.431	400.183	579775.031	4041763.692	180.946g	2.50	-2.5
237	4520.000	408.262	400.407	579794.142	4041769.589	180.946g	2.50	-2.5
238	4540.000	408.012	400.471	579813.253	4041775.488	180.946g	2.50	-2.5
239	4560.000	407.064	400.375	579832.364	4041781.383	180.946g	2.50	-2.5
240	4580.000	405.351	400.119	579851.474	4041787.280	180.946g	2.50	-2.5
241	4600.000	403.468	399.702	579870.585	4041793.177	180.946g	2.50	-2.5
242	4620.000	400.866	399.126	579889.696	4041799.074	180.946g	2.50	-2.5
243	4640.000	397.455	398.390	579908.807	4041804.971	180.946g	2.50	-2.5
244	4660.000	396.252	397.494	579927.918	4041810.868	180.946g	2.50	-2.5
245	4680.000	395.759	396.438	579947.029	4041816.765	180.946g	2.50	-2.5
246	4700.000	395.231	395.240	579966.140	4041822.662	180.946g	2.50	-2.5
247	4720.000	393.271	394.021	579985.251	4041828.559	180.946g	2.50	-2.5
248	4740.000	391.139	392.802	580004.362	4041834.455	180.946g	2.50	-2.5
249	4760.000	389.675	391.583	580023.472	4041840.352	180.946g	2.50	-2.5
250	4780.000	388.268	390.364	580042.583	4041846.249	180.946g	2.50	-2.5
251	4800.000	386.291	389.145	580061.694	4041852.146	180.946g	2.50	-2.5
252	4820.000	384.133	387.926	580080.805	4041858.043	180.946g	2.50	-2.5
253	4840.000	381.785	386.707	580099.916	4041863.940	180.946g	2.50	-2.5
254	4860.000	379.564	385.488	580119.027	4041869.837	180.946g	2.50	-2.5
255	4880.000	377.168	384.269	580138.138	4041875.734	180.946g	2.50	-2.5
256	4900.000	374.862	383.050	580157.249	4041881.631	180.946g	2.50	-2.5
257	4920.000	372.284	381.831	580176.360	4041887.528	180.946g	2.50	-2.5
258	4940.000	370.248	380.612	580195.470	4041893.425	180.946g	2.50	-2.5
259	4960.000	368.071	379.393	580214.581	4041899.322	180.946g	2.50	-2.5
260	4980.000	365.379	378.174	580233.692	4041905.219	180.946g	2.50	-2.5
261	5000.000	362.880	376.954	580252.803	4041911.116	180.946g	2.50	-2.5
262	5020.000	360.229	375.735	580271.914	4041917.013	180.946g	2.50	-2.5
263	5040.000	357.916	374.516	580291.025	4041922.910	180.946g	2.50	-2.5
264	5060.000	356.781	373.297	580310.136	4041928.807	180.946g	2.50	-2.5
265	5080.000	355.845	372.078	580329.247	4041934.703	180.946g	2.50	-2.5
266	5100.000	355.361	370.859	580348.358	4041940.600	180.946g	2.50	-2.5
267	5120.000	353.907	369.640	580367.468	4041946.497	180.946g	2.50	-2.5
268	5140.000	352.175	368.421	580386.579	4041952.394	180.946g	2.50	-2.5
269	5160.000	350.821	367.202	580405.690	4041958.291	180.946g	2.50	-2.5
270	5180.000	348.705	365.983	580424.801	4041964.188	180.946g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
271	5200.000	346.962	361.764	580443.912	4041970.085	180.946g	2.50	-2.5
272	5220.000	344.790	363.545	580463.023	4041975.982	180.946g	2.50	-2.5
273	5240.000	343.342	362.326	580482.134	4041981.879	180.946g	2.50	-2.5
274	5260.000	341.847	361.107	580501.245	4041987.776	180.946g	2.50	-2.5
275	5280.000	340.183	359.888	580520.356	4041993.673	180.946g	2.50	-2.5
276	5300.000	338.827	358.669	580539.466	4041999.570	180.946g	2.50	-2.5
277	5320.000	340.052	357.450	580558.577	4042005.467	180.946g	2.50	-2.5
278	5340.000	341.686	356.231	580577.688	4042011.364	180.946g	2.50	-2.5
279	5360.000	342.903	355.011	580596.799	4042017.261	180.946g	2.50	-2.5
280	5380.000	343.581	353.792	580615.910	4042023.158	180.946g	2.50	-2.5
281	5400.000	345.647	352.573	580635.021	4042029.055	180.946g	2.50	-2.5
282	5413.137	347.127	351.784	580647.574	4042032.928	180.946g	2.50	-2.5
283	5420.000	347.896	351.383	580654.116	4042035.001	179.975g	2.50	2.5
284	5440.000	348.614	350.259	580672.991	4042041.610	177.146g	2.50	2.5
285	5460.000	348.570	349.201	580691.554	4042049.050	174.316g	2.50	2.5
286	5480.000	348.052	348.210	580709.768	4042057.308	171.487g	2.50	2.5
287	5500.000	347.979	347.286	580727.597	4042066.367	168.658g	2.50	2.5
288	5520.000	347.745	346.429	580745.006	4042076.209	165.828g	2.50	2.5
289	5540.000	347.288	345.638	580761.960	4042086.814	162.999g	2.50	2.5
290	5560.000	346.611	344.914	580778.426	4042098.163	160.169g	2.50	2.5
291	5580.000	345.573	344.256	580794.372	4042110.232	157.340g	2.50	2.5
292	5600.000	344.274	343.666	580809.766	4042122.997	154.510g	2.50	2.5
293	5620.000	342.759	343.142	580824.578	4042136.434	151.681g	2.50	2.5
294	5640.000	340.436	342.684	580838.778	4042150.516	148.852g	2.50	2.5
295	5660.000	337.434	342.293	580852.338	4042165.215	146.022g	2.50	2.5
296	5680.000	333.671	341.969	580865.232	4042180.501	143.193g	2.50	2.5
297	5700.000	334.288	341.712	580877.434	4042196.346	140.363g	2.50	2.5
298	5720.000	337.256	341.521	580888.920	4042212.717	137.534g	2.50	2.5
299	5740.000	341.039	341.397	580899.667	4042229.582	134.705g	2.50	2.5
300	5755.824	343.388	341.346	580907.633	4042243.254	132.466g	2.50	2.5
301	5760.000	343.969	341.339	580909.672	4042246.898	132.466g	2.50	-2.5
302	5780.000	346.316	341.349	580919.435	4042264.353	132.466g	2.50	-2.5
303	5800.000	348.520	341.424	580929.198	4042281.809	132.466g	2.50	-2.5
304	5820.000	350.934	341.567	580938.961	4042299.264	132.466g	2.50	-2.5
305	5840.000	353.713	341.776	580948.724	4042316.719	132.466g	2.50	-2.5
306	5860.000	357.267	342.052	580958.487	4042334.174	132.466g	2.50	-2.5
307	5880.000	358.529	342.395	580968.250	4042351.629	132.466g	2.50	-2.5
308	5900.000	360.069	342.804	580978.013	4042369.084	132.466g	2.50	-2.5
309	5920.000	361.610	343.280	580987.776	4042386.539	132.466g	2.50	-2.5
310	5940.000	363.158	343.822	580997.539	4042403.995	132.466g	2.50	-2.5
311	5960.000	365.170	344.431	581007.303	4042421.450	132.466g	2.50	-2.5
312	5972.117	366.649	344.833	581013.217	4042432.025	132.466g	2.50	-2.5
313	5980.000	367.631	345.107	581017.173	4042438.843	134.473g	-2.50	-2.5
314	6000.000	369.915	345.850	581028.156	4042455.551	139.566g	-2.50	-2.5
315	6020.000	371.937	346.620	581040.439	4042471.329	144.659g	-2.50	-2.5
316	6040.000	373.441	347.391	581053.943	4042488.074	149.752g	-2.50	-2.5
317	6060.000	374.695	348.162	581068.583	4042499.692	154.845g	-2.50	-2.5
318	6080.000	376.534	348.933	581084.264	4042512.098	159.938g	-2.50	-2.5
319	6087.459	377.236	349.220	581090.359	4042516.397	161.838g	-2.50	-2.5
320	6100.000	378.219	349.704	581100.713	4042523.473	161.838g	2.50	-2.5
321	6120.000	380.789	350.475	581117.226	4042534.757	161.838g	2.50	-2.5
322	6140.000	383.459	351.245	581133.739	4042546.040	161.838g	2.50	-2.5
323	6160.000	383.759	352.016	581150.252	4042557.324	161.838g	2.50	-2.5
324	6180.000	384.202	352.787	581166.765	4042568.608	161.838g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
325	6200.000	385.053	355.558	581183.278	4042579.892	161.838g	2.50	-2.5
326	6220.000	385.814	354.329	581199.790	4042591.178	161.838g	2.50	-2.5
327	6240.000	386.625	355.099	581216.303	4042602.460	161.838g	2.50	-2.5
328	6260.000	386.186	355.870	581232.816	4042613.743	161.838g	2.50	-2.5
329	6280.000	385.190	356.641	581249.329	4042625.027	161.838g	2.50	-2.5
330	6300.000	383.665	357.412	581265.842	4042636.311	161.838g	2.50	-2.5
331	6320.000	381.034	358.183	581282.355	4042647.595	161.838g	2.50	-2.5
332	6340.000	379.134	358.953	581298.868	4042658.879	161.838g	2.50	-2.5
333	6360.000	377.980	359.724	581315.381	4042670.163	161.838g	2.50	-2.5
334	6380.000	377.083	360.495	581331.893	4042681.446	161.838g	2.50	-2.5
335	6400.000	376.611	361.266	581348.406	4042692.730	161.838g	2.50	-2.5
336	6420.000	376.996	362.037	581364.919	4042704.014	161.838g	2.50	-2.5
337	6440.000	376.266	362.807	581381.432	4042715.298	161.838g	2.50	-2.5
338	6460.000	374.082	363.578	581397.945	4042726.582	161.838g	2.50	-2.5
339	6480.000	370.762	364.349	581414.458	4042737.865	161.838g	2.50	-2.5
340	6500.000	367.939	365.120	581430.971	4042749.149	161.838g	2.50	-2.5
341	6518.009	369.835	365.814	581445.840	4042759.310	161.838g	2.50	-2.5

Annexe D

VOLUMES CHAUSSEE

N°	ABSCISSE	FORME	BASE	CHAUSSEE	ACCOTE	T.P.C.
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0.000	31.1	15.5	8.4	0.0	0.9
2	20.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
3	40.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
4	60.000	62.1	31.0	16.8	0.0	1.8
5	80.000	62.1	31.0	16.8	0.0	1.8
6	100.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
7	120.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
8	140.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
9	160.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
10	180.000	62.1	31.0	16.8	0.0	1.8
11	200.000	62.1	31.0	16.8	0.0	1.8
12	220.000	64.3	31.0	16.8	0.0	1.8
13	240.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
14	260.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
15	280.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
16	300.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
17	320.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
18	340.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
19	360.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
20	380.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
21	400.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
22	420.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
23	440.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
24	460.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
25	480.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
26	500.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
27	520.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
28	540.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
29	560.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
30	580.000	45.0	21.6	11.7	0.0	1.3
31	587.828	32.3	15.5	8.4	0.0	0.9
32	600.000	52.0	24.9	13.5	0.0	1.4
33	620.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
34	640.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
35	660.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
36	680.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
37	700.000	62.2	31.0	16.8	0.0	1.8
38	720.000	61.6	31.0	16.8	0.0	1.8
39	740.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
40	760.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
41	780.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
42	800.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
43	820.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
44	840.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
45	860.000	62.2	31.0	16.8	0.0	1.8
46	880.000	64.4	31.0	16.8	0.0	1.8
47	900.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
48	920.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
49	940.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
50	960.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
51	980.000	43.9	21.1	11.4	0.0	1.2
52	987.179	32.3	15.5	8.4	0.0	0.9
53	1000.000	53.1	25.4	13.8	0.0	1.5
54	1020.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
55	1040.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
56	1060.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
57	1080.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
58	1100.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
59	1120.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
60	1140.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
61	1160.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
62	1180.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
63	1200.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
64	1220.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
65	1240.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
66	1260.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
67	1280.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
68	1300.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
69	1320.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
70	1340.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
71	1360.000	62.1	31.0	16.8	0.0	1.8
72	1380.000	61.1	31.0	16.8	0.0	1.8
73	1400.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
74	1420.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
75	1440.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
76	1460.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
77	1480.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
78	1500.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
79	1520.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
80	1540.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
81	1560.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
82	1580.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
83	1600.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
84	1620.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
85	1640.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
86	1660.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
87	1680.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
88	1700.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
89	1720.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
90	1740.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
91	1760.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
92	1780.000	62.1	31.0	16.8	0.0	1.8
93	1800.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
94	1820.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
95	1840.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
96	1860.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
97	1880.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
98	1900.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
99	1920.000	45.5	23.7	12.8	0.0	1.4
100	1930.527	29.8	15.5	8.4	0.0	0.9
101	1940.000	43.9	22.8	12.4	0.0	1.3
102	1960.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
103	1980.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
104	2000.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
105	2020.000	59.3	30.9	16.7	0.0	1.8
106	2039.821	29.8	15.5	8.4	0.0	0.9
107	2040.000	30.0	15.6	8.5	0.0	0.9
108	2060.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8

VOLUMES CHAUSSEE

N°	ABSCISSE	FORME	BASE	CHAUSSEE	ACCOTE	T.P.C.
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
109	2080.000	59.8	31.0	16.8	0.0	1.8
110	2100.000	53.8	28.0	15.2	0.0	1.6
111	2116.153	29.8	15.5	8.4	0.0	0.9
112	2120.000	35.5	18.5	10.0	0.0	1.1
113	2140.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
114	2160.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
115	2180.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
116	2200.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
117	2220.000	39.5	19.7	10.7	0.0	1.1
118	2225.446	31.1	15.5	8.4	0.0	0.9
119	2240.000	55.9	28.8	14.5	0.0	1.6
120	2260.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
121	2280.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
122	2300.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
123	2320.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
124	2340.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
125	2360.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
126	2380.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
127	2400.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
128	2420.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
129	2440.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
130	2460.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
131	2480.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
132	2500.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
133	2520.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
134	2540.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
135	2560.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
136	2580.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
137	2600.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
138	2620.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
139	2640.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
140	2660.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
141	2680.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
142	2700.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
143	2720.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
144	2740.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
145	2760.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
146	2780.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
147	2800.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
148	2820.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
149	2840.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
150	2860.000	64.5	31.0	16.8	0.0	1.8
151	2880.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
152	2900.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
153	2920.000	37.7	19.6	10.6	0.0	1.1
154	2925.329	29.8	15.5	8.4	0.0	0.9
155	2940.000	51.6	26.9	14.6	0.0	1.6
156	2960.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
157	2980.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
158	3000.000	35.1	17.5	9.5	0.0	1.0
159	3002.588	31.1	15.5	8.4	0.0	0.9
160	3020.000	58.1	29.0	15.7	0.0	1.7
161	3040.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
162	3060.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
163	3080.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
164	3100.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
165	3120.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
166	3140.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
167	3160.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
168	3180.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
169	3200.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
170	3220.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
171	3240.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
172	3260.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
173	3280.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
174	3300.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
175	3320.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
176	3340.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
177	3360.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
178	3380.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
179	3400.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
180	3420.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
181	3440.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
182	3460.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
183	3480.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
184	3500.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
185	3520.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
186	3540.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
187	3560.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
188	3580.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
189	3600.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
190	3620.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
191	3640.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
192	3660.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
193	3680.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
194	3700.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
195	3720.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
196	3740.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
197	3760.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
198	3780.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
199	3800.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
200	3820.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
201	3840.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
202	3860.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
203	3880.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
204	3900.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
205	3920.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
206	3940.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
207	3960.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
208	3980.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
209	4000.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
210	4020.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
211	4040.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
212	4060.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
213	4080.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
214	4100.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
215	4120.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
216	4140.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
217	4160.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
218	4180.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
219	4200.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
220	4220.000	62.1	31.0	16.8	0.0	1.8
221	4240.000	30.4	15.8	8.6	0.0	0.9
222	4240.397	29.8	15.5	8.4	0.0	0.9
223	4260.000	59.0	30.7	16.6	0.0	1.8
224	4280.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
225	4300.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
226	4320.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
227	4340.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
228	4360.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
229	4380.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
230	4400.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
231	4420.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
232	4440.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
233	4460.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
234	4480.000	39.3	20.4	11.1	0.0	1.2
235	4486.366	29.8	15.5	8.4	0.0	0.9
236	4500.000	50.1	26.1	14.1	0.0	1.5
237	4520.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
238	4540.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
239	4560.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
240	4580.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
241	4600.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
242	4620.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
243	4640.000	62.1	31.0	16.8	0.0	1.8
244	4660.000	62.1	31.0	16.8	0.0	1.8
245	4680.000	62.1	31.0	16.8	0.0	1.8
246	4700.000	62.1	31.0	16.8	0.0	1.8
247	4720.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
248	4740.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
249	4760.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
250	4780.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
251	4800.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
252	4820.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
253	4840.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
254	4860.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
255	4880.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
256	4900.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
257	4920.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
258	4940.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
259	4960.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
260	4980.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
261	5000.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
262	5020.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
263	5040.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
264	5060.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
265	5080.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
266	5100.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
267	5120.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
268	5140.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
269	5160.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
270	5180.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
271	5200.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
272	5220.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
273	5240.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
274	5260.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
275	5280.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
276	5300.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
277	5320.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
278	5340.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
279	5360.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
280	5380.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
281	5400.000	53.6	25.7	13.9	0.0	1.5
282	5413.137	32.3	15.5	8.4	0.0	0.9
283	5420.000	43.4	20.8	11.3	0.0	1.2
284	5440.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
285	5460.000	62.2	31.0	16.8	0.0	1.8
286	5480.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
287	5500.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
288	5520.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
289	5540.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
290	5560.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
291	5580.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
292	5600.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
293	5620.000	64.5	31.0	16.8	0.0	1.8
294	5640.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
295	5660.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
296	5680.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
297	5700.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
298	5720.000	64.7	31.0	16.8	0.0	1.8
299	5740.000	57.9	27.8	15.0	0.0	1.6
300	5755.824	29.8	15.5	8.4	0.0	0.9
301	5760.000	36.0	18.7	10.2	0.0	1.1
302	5780.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
303	5800.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
304	5820.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
305	5840.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
306	5860.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
307	5880.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
308	5900.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
309	5920.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
310	5940.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
311	5960.000	47.8	24.9	13.5	0.0	1.4
312	5972.117	29.8	15.5	8.4	0.0	0.9
313	5980.000	41.5	21.6	11.7	0.0	1.3
314	6000.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
315	6020.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
316	6040.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
317	6060.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
318	6080.000	40.9	21.3	11.5	0.0	1.2
319	6087.459	29.8	15.5	8.4	0.0	0.9
320	6100.000	48.5	25.2	13.7	0.0	1.5
321	6120.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
322	6140.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
323	6160.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
324	6180.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
325	6200.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
326	6220.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
327	6240.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
328	6260.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
329	6280.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
330	6300.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
331	6320.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
332	6340.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
333	6360.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
334	6380.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
335	6400.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
336	6420.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
337	6440.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
338	6460.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
339	6480.000	59.6	31.0	16.8	0.0	1.8
340	6500.000	56.6	29.5	16.0	0.0	1.7
341	6518.009	26.8	14.0	7.6	0.0	0.8
		20440	10103	5475	0	587

Annexe E

VOLUME DE TERRASSEMENT

N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0.000	0.5	55.8	0.0	0.0
2	20.000	174.4	0.0	0.0	0.0
3	40.000	364.4	0.0	0.0	0.0
4	60.000	254.0	39.4	0.0	0.0
5	80.000	40.5	193.5	0.0	0.0
6	100.000	0.0	523.9	0.0	0.0
7	120.000	0.0	749.8	0.0	0.0
8	140.000	0.0	782.3	0.0	0.0
9	160.000	0.0	595.9	0.0	0.0
10	180.000	0.1	260.7	0.0	0.0
11	200.000	100.5	76.3	0.0	0.0
12	220.000	311.1	2.0	0.0	0.0
13	240.000	627.8	0.0	0.0	0.0
14	260.000	847.0	0.0	0.0	0.0
15	280.000	875.6	0.0	0.0	0.0
16	300.000	823.5	0.0	0.0	0.0
17	320.000	729.6	0.0	0.0	0.0
18	340.000	759.7	0.0	0.0	0.0
19	360.000	932.5	0.0	0.0	0.0
20	380.000	1132.6	0.0	0.0	0.0
21	400.000	1304.6	0.0	0.0	0.0
22	420.000	1485.5	0.0	0.0	0.0
23	440.000	1478.9	0.0	0.0	0.0
24	460.000	1597.8	0.0	0.0	0.0
25	480.000	1819.7	0.0	0.0	0.0
26	500.000	2052.3	0.0	0.0	0.0
27	520.000	2230.0	0.0	0.0	0.0
28	540.000	2498.4	0.0	0.0	0.0
29	560.000	2627.4	0.0	0.0	0.0
30	580.000	1764.8	0.0	0.0	0.0
31	587.828	1213.5	0.0	0.0	0.0
32	600.000	1817.7	0.0	0.0	0.0
33	620.000	1771.6	0.0	0.0	0.0
34	640.000	1474.9	0.0	0.0	0.0
35	660.000	920.4	0.0	0.0	0.0
36	680.000	666.9	0.0	0.0	0.0
37	700.000	306.4	47.5	0.0	0.0
38	720.000	0.0	805.4	0.0	0.0
39	740.000	0.0	2321.9	0.0	0.0
40	760.000	0.0	2600.9	0.0	0.0
41	780.000	0.0	2348.6	0.0	0.0
42	800.000	0.0	2079.5	0.0	0.0
43	820.000	0.0	1917.2	0.0	0.0
44	840.000	0.0	1352.6	0.0	0.0
45	860.000	10.3	641.4	0.0	0.0
46	880.000	548.3	0.7	0.0	0.0
47	900.000	1538.8	0.0	0.0	0.0
48	920.000	2574.3	0.0	0.0	0.0
49	940.000	3596.8	0.0	0.0	0.0
50	960.000	4712.2	0.0	0.0	0.0
51	980.000	4035.9	0.0	0.0	0.0
52	987.179	3208.8	0.0	0.0	0.0
53	1000.000	5664.5	0.0	0.0	0.0
54	1020.000	7606.7	0.0	0.0	0.0

VOLUME DE TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
55	1040.000	8405.9	0.0	0.0	0.0
56	1060.000	9251.3	0.0	0.0	0.0
57	1080.000	9841.3	0.0	0.0	0.0
58	1100.000	10477.2	0.0	0.0	0.0
59	1120.000	11884.2	0.0	0.0	0.0
60	1140.000	13655.0	0.0	0.0	0.0
61	1160.000	15123.5	0.0	0.0	0.0
62	1180.000	17527.2	0.0	0.0	0.0
63	1200.000	19834.5	0.0	0.0	0.0
64	1220.000	21048.3	0.0	0.0	0.0
65	1240.000	19898.6	0.0	0.0	0.0
66	1260.000	16548.6	0.0	0.0	0.0
67	1280.000	12580.9	0.0	0.0	0.0
68	1300.000	8558.2	0.0	0.0	0.0
69	1320.000	4943.4	0.0	0.0	0.0
70	1340.000	1656.1	0.0	0.0	0.0
71	1360.000	183.0	272.1	0.0	0.0
72	1380.000	0.0	924.7	0.0	0.0
73	1400.000	0.0	1707.3	0.0	0.0
74	1420.000	0.0	2828.2	0.0	0.0
75	1440.000	0.0	4283.4	0.0	0.0
76	1460.000	0.0	5947.9	0.0	0.0
77	1480.000	0.0	7004.6	0.0	0.0
78	1500.000	0.0	7336.6	0.0	0.0
79	1520.000	0.0	7159.3	0.0	0.0
80	1540.000	0.0	6831.4	0.0	0.0
81	1560.000	0.0	5857.3	0.0	0.0
82	1580.000	0.0	4006.3	0.0	0.0
83	1600.000	0.0	2219.6	0.0	0.0
84	1620.000	0.0	736.5	0.0	0.0
85	1640.000	344.2	0.0	0.0	0.0
86	1660.000	1313.3	0.0	0.0	0.0
87	1680.000	1318.4	0.0	0.0	0.0
88	1700.000	1501.5	0.0	0.0	0.0
89	1720.000	1699.9	0.0	0.0	0.0
90	1740.000	1188.2	0.0	0.0	0.0
91	1760.000	605.0	0.0	0.0	0.0
92	1780.000	114.7	69.3	0.0	0.0
93	1800.000	0.0	937.3	0.0	0.0
94	1820.000	0.0	1891.2	0.0	0.0
95	1840.000	0.0	2890.9	0.0	0.0
96	1860.000	0.0	3875.9	0.0	0.0
97	1880.000	0.0	4903.5	0.0	0.0
98	1900.000	0.0	5818.8	0.0	0.0
99	1920.000	0.0	5022.6	0.0	0.0
100	1930.527	0.0	3472.3	0.0	0.0
101	1940.000	0.0	5345.4	0.0	0.0
102	1960.000	0.0	8060.0	0.0	0.0
103	1980.000	0.0	8810.7	0.0	0.0
104	2000.000	0.0	9432.1	0.0	0.0
105	2020.000	0.0	9765.0	0.0	0.0
106	2039.821	0.0	4892.6	0.0	0.0
107	2040.000	0.0	4936.8	0.0	0.0
108	2060.000	0.0	9036.1	0.0	0.0

VOLUME DE TERRASSEMENT

N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
105	2080.000	0.0	7559.9	0.0	0.0
110	2100.000	0.0	5778.3	0.0	0.0
111	2116.153	0.0	2588.8	0.0	0.0
112	2120.000	0.0	2944.1	0.0	0.0
113	2140.000	0.0	3701.8	0.0	0.0
114	2160.000	0.0	2491.8	0.0	0.0
115	2180.000	0.0	1349.6	0.0	0.0
116	2200.000	0.0	438.6	0.0	0.0
117	2220.000	137.0	87.9	0.0	0.0
118	2225.446	165.6	39.2	0.0	0.0
119	2240.000	763.1	0.0	0.0	0.0
120	2260.000	2047.2	0.0	0.0	0.0
121	2280.000	3497.8	0.0	0.0	0.0
122	2300.000	4393.2	0.0	0.0	0.0
123	2320.000	4773.8	0.0	0.0	0.0
124	2340.000	5393.9	0.0	0.0	0.0
125	2360.000	6079.1	0.0	0.0	0.0
126	2380.000	6929.9	0.0	0.0	0.0
127	2400.000	8492.6	0.0	0.0	0.0
128	2420.000	11495.7	0.0	0.0	0.0
129	2440.000	15861.0	0.0	0.0	0.0
130	2460.000	21524.5	0.0	0.0	0.0
131	2480.000	25240.4	0.0	0.0	0.0
132	2500.000	27726.8	0.0	0.0	0.0
133	2520.000	28109.4	0.0	0.0	0.0
134	2540.000	27811.0	0.0	0.0	0.0
135	2560.000	26772.4	0.0	0.0	0.0
136	2580.000	24727.0	0.0	0.0	0.0
137	2600.000	22895.2	0.0	0.0	0.0
138	2620.000	20853.8	0.0	0.0	0.0
139	2640.000	18694.5	0.0	0.0	0.0
140	2660.000	16745.7	0.0	0.0	0.0
141	2680.000	14975.1	0.0	0.0	0.0
142	2700.000	13100.4	0.0	0.0	0.0
143	2720.000	11297.2	0.0	0.0	0.0
144	2740.000	9448.4	0.0	0.0	0.0
145	2760.000	7507.1	0.0	0.0	0.0
146	2780.000	5477.8	0.0	0.0	0.0
147	2800.000	3670.9	0.0	0.0	0.0
148	2820.000	2108.1	0.0	0.0	0.0
149	2840.000	827.8	0.0	0.0	0.0
150	2860.000	38.1	19.5	0.0	0.0
151	2880.000	0.0	782.5	0.0	0.0
152	2900.000	0.0	1381.4	0.0	0.0
153	2920.000	0.0	1242.0	0.0	0.0
154	2925.329	0.0	1068.9	0.0	0.0
155	2940.000	0.0	1633.9	0.0	0.0
156	2960.000	0.0	1553.0	0.0	0.0
157	2980.000	0.0	960.8	0.0	0.0
158	3000.000	0.9	224.1	0.0	0.0
159	3002.588	5.7	164.2	0.0	0.0
160	3020.000	206.4	23.8	0.0	0.0
161	3040.000	748.4	0.0	0.0	0.0
162	3060.000	1344.6	0.0	0.0	0.0

/ 7

VOLUME DE TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
163	3080.000	2326.7	0.0	0.0	0.0
164	3100.000	3245.0	0.0	0.0	0.0
165	3120.000	4164.6	0.0	0.0	0.0
166	3140.000	5113.3	0.0	0.0	0.0
167	3160.000	5984.6	0.0	0.0	0.0
168	3180.000	6808.3	0.0	0.0	0.0
169	3200.000	7534.7	0.0	0.0	0.0
170	3220.000	7869.6	0.0	0.0	0.0
171	3240.000	7907.2	0.0	0.0	0.0
172	3260.000	8022.4	0.0	0.0	0.0
173	3280.000	7841.7	0.0	0.0	0.0
174	3300.000	7359.4	0.0	0.0	0.0
175	3320.000	7240.1	0.0	0.0	0.0
176	3340.000	7335.5	0.0	0.0	0.0
177	3360.000	7533.6	0.0	0.0	0.0
178	3380.000	7759.7	0.0	0.0	0.0
179	3400.000	8351.6	0.0	0.0	0.0
180	3420.000	9271.4	0.0	0.0	0.0
181	3440.000	9838.9	0.0	0.0	0.0
182	3460.000	10106.9	0.0	0.0	0.0
183	3480.000	10232.2	0.0	0.0	0.0
184	3500.000	8795.5	0.0	0.0	0.0
185	3520.000	7568.5	0.0	0.0	0.0
186	3540.000	6656.3	0.0	0.0	0.0
187	3560.000	6146.3	0.0	0.0	0.0
188	3580.000	5312.6	0.0	0.0	0.0
189	3600.000	4320.5	0.0	0.0	0.0
190	3620.000	3303.2	0.0	0.0	0.0
191	3640.000	2398.5	0.0	0.0	0.0
192	3660.000	1538.7	0.0	0.0	0.0
193	3680.000	883.7	0.0	0.0	0.0
194	3700.000	640.5	0.0	0.0	0.0
195	3720.000	644.3	0.0	0.0	0.0
196	3740.000	1032.3	0.0	0.0	0.0
197	3760.000	1731.0	0.0	0.0	0.0
198	3780.000	2560.7	0.0	0.0	0.0
199	3800.000	3272.9	0.0	0.0	0.0
200	3820.000	4060.5	0.0	0.0	0.0
201	3840.000	5002.5	0.0	0.0	0.0
202	3860.000	5913.2	0.0	0.0	0.0
203	3880.000	6778.3	0.0	0.0	0.0
204	3900.000	7441.0	0.0	0.0	0.0
205	3920.000	8070.1	0.0	0.0	0.0
206	3940.000	8869.5	0.0	0.0	0.0
207	3960.000	8919.1	0.0	0.0	0.0
208	3980.000	7900.2	0.0	0.0	0.0
209	4000.000	5982.1	0.0	0.0	0.0
210	4020.000	4568.3	0.0	0.0	0.0
211	4040.000	3962.9	0.0	0.0	0.0
212	4060.000	3445.8	0.0	0.0	0.0
213	4080.000	2986.3	0.0	0.0	0.0
214	4100.000	2334.8	0.0	0.0	0.0
215	4120.000	1630.8	0.0	0.0	0.0
216	4140.000	1104.4	0.0	0.0	0.0

VOLUME DE TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
217	4160.000	751.9	0.0	0.0	0.0
218	4180.000	441.2	0.0	0.0	0.0
219	4200.000	146.6	0.0	0.0	0.0
220	4220.000	1.1	106.3	0.0	0.0
221	4240.000	0.0	299.3	0.0	0.0
222	4240.397	0.0	299.3	0.0	0.0
223	4260.000	0.0	1229.4	0.0	0.0
224	4280.000	0.0	1698.8	0.0	0.0
225	4300.000	0.0	1436.0	0.0	0.0
226	4320.000	0.0	2064.2	0.0	0.0
227	4340.000	0.0	2187.4	0.0	0.0
228	4360.000	0.0	3832.6	0.0	0.0
229	4380.000	0.0	4112.9	0.0	0.0
230	4400.000	0.0	4144.1	0.0	0.0
231	4420.000	0.0	4111.2	0.0	0.0
232	4440.000	0.0	4138.4	0.0	0.0
233	4460.000	0.0	4239.8	0.0	0.0
234	4480.000	0.0	2870.1	0.0	0.0
235	4486.366	0.0	2212.3	0.0	0.0
236	4500.000	0.0	4210.0	0.0	0.0
237	4520.000	0.0	5621.1	0.0	0.0
238	4540.000	0.0	5436.8	0.0	0.0
239	4560.000	0.0	4722.5	0.0	0.0
240	4580.000	0.0	3514.2	0.0	0.0
241	4600.000	0.0	2408.3	0.0	0.0
242	4620.000	0.0	1366.5	0.0	0.0
243	4640.000	121.4	432.4	0.0	0.0
244	4660.000	417.7	299.1	0.0	0.0
245	4680.000	127.5	201.0	0.0	0.0
246	4700.000	21.0	200.8	0.0	0.0
247	4720.000	268.0	43.5	0.0	0.0
248	4740.000	719.2	0.0	0.0	0.0
249	4760.000	1053.7	0.0	0.0	0.0
250	4780.000	1367.6	0.0	0.0	0.0
251	4800.000	1800.2	0.0	0.0	0.0
252	4820.000	2283.7	0.0	0.0	0.0
253	4840.000	2820.5	0.0	0.0	0.0
254	4860.000	3679.1	0.0	0.0	0.0
255	4880.000	4514.8	0.0	0.0	0.0
256	4900.000	5346.0	0.0	0.0	0.0
257	4920.000	6307.0	0.0	0.0	0.0
258	4940.000	7025.1	0.0	0.0	0.0
259	4960.000	7961.2	0.0	0.0	0.0
260	4980.000	9374.4	0.0	0.0	0.0
261	5000.000	10165.0	0.0	0.0	0.0
262	5020.000	11010.2	0.0	0.0	0.0
263	5040.000	11598.9	0.0	0.0	0.0
264	5060.000	11923.1	0.0	0.0	0.0
265	5080.000	12246.7	0.0	0.0	0.0
266	5100.000	12161.0	0.0	0.0	0.0
267	5120.000	12413.5	0.0	0.0	0.0
268	5140.000	12911.6	0.0	0.0	0.0
269	5160.000	13359.5	0.0	0.0	0.0
270	5180.000	14513.2	0.0	0.0	0.0

VOLUME DE TERRASSEMENT

N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
271	5200.000	15307.1	0.0	0.0	0.0
272	5220.000	16543.7	0.0	0.0	0.0
273	5240.000	17077.9	0.0	0.0	0.0
274	5260.000	17574.4	0.0	0.0	0.0
275	5280.000	18447.3	0.0	0.0	0.0
276	5300.000	18319.8	0.0	0.0	0.0
277	5320.000	16215.1	0.0	0.0	0.0
278	5340.000	12450.4	0.0	0.0	0.0
279	5360.000	9678.0	0.0	0.0	0.0
280	5380.000	6787.8	0.0	0.0	0.0
281	5400.000	2995.1	0.0	0.0	0.0
282	5413.137	1011.3	0.0	0.0	0.0
283	5420.000	941.8	0.0	0.0	0.0
284	5440.000	474.0	0.0	0.0	0.0
285	5460.000	140.5	69.0	0.0	0.0
286	5480.000	0.0	167.7	0.0	0.0
287	5500.000	0.0	503.8	0.0	0.0
288	5520.000	0.0	773.8	0.0	0.0
289	5540.000	0.0	962.9	0.0	0.0
290	5560.000	0.0	992.6	0.0	0.0
291	5580.000	0.0	754.8	0.0	0.0
292	5600.000	0.0	419.5	0.0	0.0
293	5620.000	31.5	2.8	0.0	0.0
294	5640.000	850.2	0.0	0.0	0.0
295	5660.000	2344.2	0.0	0.0	0.0
296	5680.000	4622.5	0.0	0.0	0.0
297	5700.000	4390.3	0.0	0.0	0.0
298	5720.000	2070.9	0.0	0.0	0.0
299	5740.000	17.1	0.0	0.0	0.0
300	5755.824	0.0	568.0	0.0	0.0
301	5760.000	0.0	952.8	0.0	0.0
302	5780.000	0.0	3173.3	0.0	0.0
303	5800.000	0.0	4859.0	0.0	0.0
304	5820.000	0.0	7101.6	0.0	0.0
305	5840.000	0.0	10084.1	0.0	0.0
306	5860.000	0.0	13489.3	0.0	0.0
307	5880.000	0.0	14948.0	0.0	0.0
308	5900.000	0.0	16542.0	0.0	0.0
309	5920.000	0.0	18097.6	0.0	0.0
310	5940.000	0.0	19599.9	0.0	0.0
311	5960.000	0.0	17946.8	0.0	0.0
312	5972.117	0.0	12018.7	0.0	0.0
313	5980.000	0.0	17141.9	0.0	0.0
314	6000.000	0.0	27003.6	0.0	0.0
315	6020.000	0.0	29567.0	0.0	0.0
316	6040.000	0.0	31262.3	0.0	0.0
317	6060.000	0.0	32232.5	0.0	0.0
318	6080.000	0.0	23219.5	0.0	0.0
319	6087.459	0.0	17134.4	0.0	0.0
320	6100.000	0.0	28404.7	0.0	0.0
321	6120.000	0.0	37525.9	0.0	0.0
322	6140.000	0.0	39406.0	0.0	0.0
323	6160.000	0.0	39141.8	0.0	0.0
324	6180.000	0.0	38285.9	0.0	0.0

VOLUME DE TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
325	6200.000	0.0	38291.0	0.0	0.0
326	6220.000	0.0	38324.8	0.0	0.0
327	6240.000	0.0	38442.0	0.0	0.0
328	6260.000	0.0	37280.4	0.0	0.0
329	6280.000	0.0	35033.1	0.0	0.0
330	6300.000	0.0	31591.9	0.0	0.0
331	6320.000	0.0	26017.3	0.0	0.0
332	6340.000	0.0	21471.2	0.0	0.0
333	6360.000	0.0	18602.7	0.0	0.0
334	6380.000	0.0	16073.9	0.0	0.0
335	6400.000	0.0	14485.4	0.0	0.0
336	6420.000	0.0	13788.3	0.0	0.0
337	6440.000	0.0	11593.7	0.0	0.0
338	6460.000	0.0	8173.5	0.0	0.0
339	6480.000	0.0	4509.2	0.0	0.0
340	6500.000	0.0	1650.5	0.0	0.0
341	6518.009	0.0	1227.3	0.0	0.0
		1324071	1128183	0	0