République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليـــم العالـي و البحـــث العلمـــي

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code : ……..……

Projet de Fin d'Études

Pour l'Obtention du Diplôme
D'Ingénieur d'Etat des Travaux Publics

Thème

Etude d'un tronçon routier de 9.5 km sur la voie express reliant BOUIRA à SOUR ELGHOUZLANE avec conception d'un échangeur.

Proposé par :

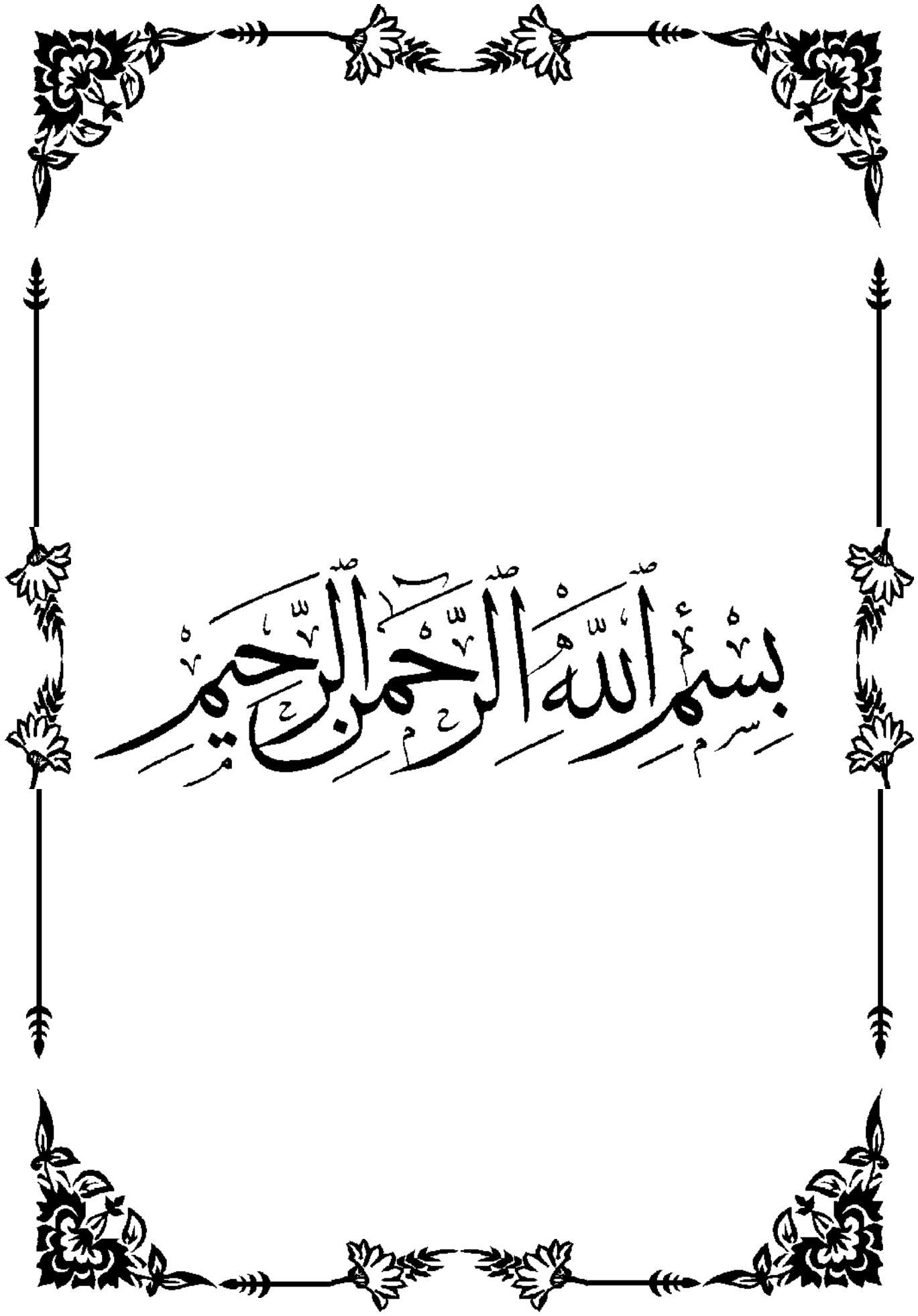
DTP Bouira

Présenté par :

DENDANI Rabah

CHATBI Radhouane

Promotion 2012


بسم الله الرحمن الرحيم

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions le bon Dieu, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance à notre encadreur Monsieur BENGRAB Reda, pour ces conseils et orientations bénéfiques et indispensables.

Ainsi tous les membres de la DTP de Bouira trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères en particulier Mr. BENAMMAR Messaoud .

Nous remercions chaleureusement tous les enseignants et le personnel de l'Ecole Nationale supérieure des Travaux Publics.

Merci à tous les gens qui ont, de diverses façons, de prés ou de loin contribué à l'élaboration de cet ouvrage ; à tous ceux que nous avions côtoyé et, que, hélas, nous n'avons pu citer.



Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux

Tout d'abord je tiens à remercier Dieu le tout-puissant.
Je dédie ce modeste travail à ma très chère mère
Ainsi que mon père SAID

Qui ont su être à mes côtés dans les moments difficiles sans lesquels je n'aurai pas abouti à ce stade d'études, ainsi que chaque instant de bonheur qu'ils m'ont procuré, fasse die que je puisse les honorés.

A mes sœurs (Chaima, Linda) mes frères (Morad, Adel)
Et à mes oncles et tantes que j'aime beaucoup
Et a toute la famille (Dendani).

A Mon ami et binôme (Chatbi Radhouane) qui était mon frère durant tout le cycle d'étude.

Tous les amis de l'ENSTP et MA PROMOTION 2012.
Les enseignants de l'école Je vous dis merci et pour tous ceux qui m'ont aidés de loin ou de prés pour la réalisation de ce mémoire.

DENDANI RABEH



Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux

Tout d'abord je tiens à remercier Dieu le tout-puissant.
Je dédie ce modeste travail à ma très chère mère
Ainsi que mon père AMAR

Qui ont su être à mes côtés dans les moments difficiles sans lesquels je n'aurai pas abouti à ce stade d'études, ainsi que chaque instant de bonheur qu'ils m'ont procuré, fasse die que je puisse les honorés.

A mes sœurs, mes frères (Nabil, Azzedine, Mohamed, Ahcen)
Et à mes oncles et tantes que j'aime beaucoup
Et a toute la famille (Chatbi).

A Mon ami et binôme Dendani Rabeh qui était mon frère durant tout le cycle d'étude.

Tous les amis de l'ENSTP et MA PROMOTION 2012.
Les enseignants de l'école Je vous dis merci et pour tous ceux qui m'ont aidés de loin ou de prés pour la réalisation de ce mémoire.

CHATBI RADHOUANE

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.

CHAPITRE (I) : PRESENTATION DE PROJET

I.1) INTRODUCTION:…….... 2

I.2) OBJECTIFS DE L'ETUDE :…….. 4

I.3) PRESENTATION DE LA WILAYA DE BOUIRA :…… 4

CHAPITRE (II) : ETUDE DE TRAFIC

II.1) INTRODUCTION:……7
II.2) ANALYSE DU TRAFIC:……..7
II.3) DIFFERENTS TYPE DE TRAFICS :…….....8
II.4) MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC :…….....8
II.5) CALCUL DE LA CAPACITE : ……...8
II.6) CALCUL DE NOMBRE DE VOIES :…….....11
II.7) PRESENTATION DES DONNEES DU TRAFIC : ……..12
II.8) APPLICATION AU PROJET:……....13

CHAPITRE (III): AVANT PROJET SOMMAIRE

III.1) INTRODUCTION:……17

III.5) COMPARAISON ENTRE LES VARIANTES :……..22

CHAPITRE(IV): LE TRACE EN PLAN

IV.1) INTRODUCTION :…….. 24
IV.2) REGLES ET PRINCIPES DE TRACE EN PLAN SONT :…… 24

IV.3) DEFINITON D'UN AXE EN PLAN :…… 24

IV.4) LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :…… 25

IV.5) COMBINAISON DES ELEMENTS DE TRACE EN PLA :…….....31

IV.6) PARAMETRES FONDAMENTAUX (B40) :……33

IV .7) CALCUL D'AXE MANUELLEMENT :…… 35

CHAPITRE (V) : LE PROFIL EN LONG

V.1) DEFINITION:……40

V.2) REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DE LA LIGNE ROUGE :…. 40

V.3) COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL ENLONG :…… 41

V.4) PALIERS ET DECLIVITES:……...42

V.5) RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :…….. ...42

V.6) DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG : …….....45

V.7) EXEMPLE DE CALCUL DE PROFIL EN LONG:…….....47

CHAPITRE(VI): LE PROFIL EN TRAVERS

VI.1) DEFINITION :……..... 49

VI.2) LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS :…… 49

VI.3) CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :……...…….... 50

VI.4) APPLICATION AU PROJET :…….. ……...51

CHAPITRE(VII): LES CUBATURES

VII.1) INTRODUCTION :…….....52

VII.2) CUBATURES DES TERRASSEMENTS :……52

VII.3) METHODE DE CALCUL DES CUBATURES : ……....52

VII.4) CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT : ……....54

CHAPITRE(VIII): ETUDE GEOTECHNIQUE

VIII.1) INTRODUCTION :…… 55

VIII.2) ELEMENTS CONSTITUTIFS DES SOLS :……..... 55

VIII.3) OBJECTIFS : ……55

VIII.4) LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE :…….56

VIII.5) ESSAIS IN SITU :…… 58

VIII.6) CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS : ……59

VIII.7) CONCLUSION :…….. …….59

CHAPITRE(IX) : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

IX .1) INTRODUCTION :……61

IX.2) LA CHAUSSEE :…… 61

IX.3) LES DEFFERANTS FACTEURS DETERMINANTS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSEE :…… 65

IX.4) LES PRINCUPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :…….. 66

IX.5) APPLICATION AU PROJET :…… ……..68

IX.6) CONCLUSION :…….. 78

CHAPITRE(X) : ASSAINISSEMENT

X.1) INTRODUCTION :…… 80

X.2) OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT :…… 80

X.3) DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES:……....80
X.4) ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE :…… 81

X.5) DEFINITION DES TERMES HYDRAULIQUES:……...83

X.6) DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EVACUATIONS :…… 84

X.7) APPLICATION AU PROJET :…… 87

CHAPITRE(XI) : CONCEPTION DE L'ECHANGEUR

XI.1) INTRODUCTION : ……93

XI.2) DEFINITION :…… 93

XI.3) ROLE D'UN ECHANGEUR : ……....93

XI.4) REGLE DE CONCEPTION :…… ..94

XI.5) CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES ECHANGEURS :…….. 94
XI.6) CHOIX DE L'ECHANGEUR :…….... 96

CHAPITRE(XII) : OUVRAGE D'ART

XII.1) INTRODUCTION:…….....97

XII.2) L'IXIGENCE FONCTIONNELLE:…….....97

XII.3) CHOIX DU TYPE D'OUVRAGES:…….....98

CHAPITRE(XIII) : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

XIII.1) SIGNALISATION :…… 102

XIII 1.1) INTRODUCTION :…… 102

XIII.1.2) OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE :…….. ..102

XIII.1.3.) LES CRITERES DE CONCEPTION DE LA SIGNALISATION :….. 102
XIII.1.4) TYPES DE SIGNALISATION : ……...…...103

XIII.1.5) RÈGLES À RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :…… 106

XIII.1.6) APPLICATION AU PROJET:…….. 106

XIII.2) ECLAIRAGE :…… 109

XIII.2.1) INTRODUCTION : ……..109

XIII.2.2) CATEGORIES D'ECLAIRAGE :……... 109

XIII.2.3) PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES :…..... 109

XIII..2.4) APPLICATION AU PROJET :……. 110

CHAPITRE(XIV) : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XIV.1) PREFACE :……..... 111

XIV.2) PROGRESSIVITE DES ETUDES D'ENVIRONNEMENT:…….....111

XIV.3) L'ETUDE D'IMPACT :……..... 111

XIV.4) CADRE JURIDIQUE :…….... 111

XIV.5) APPLICATION AUPROJET :……..... 112

DEVIS ESTIMATIF.

CONCLUSION GENERALE.

BEBLIOGRAPHIE.

ANNEX.

INTRODUCTION GENERALE :

‘’ Un pays ne se développera pas sauf si ces routes sont développées.’’

Parmi les domaines de travaux publics, celui de l’infrastructure routière qui revête une importance particulière dans notre pays, c’est un facteur générateur de développement économique, et il constitue la base de toute opération du développement car le transport routier est le plus utilisé ainsi il contribue notamment dans le désenclavement régional et attire les investissements importants et les activités nouvelles.

Entre autre l’infrastructure routière permet de réduire les inégalités sociales et le déséquilibre entre les différentes régions et surtout de favoriser les échanges culturels.

A cause de l’importance de ce domaine et pour matérialiser les connaissances techniques acquises pendant le cycle de formation, l’Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics propose à ses élèves ingénieurs l’élaboration des projets de fin d’études pour l’obtention du diplôme d’ingénieur d’état en travaux publics.

Le travail qu’on va élaborer consiste à faire l’étude d’un tronçon routier sur la voie express reliant BOUIRA à SOUR EL GHOUZLANE plus conception d’un échangeur.

L’objectif visé par ce projet est de fluidifier, en premier lieu, le trafic sur cette zone, en offrir une liaison routière rapide en cohérence avec le développement futur et d’assurer la sécurité et le confort des usagers tout en respectant l’environnement.

Comme ce projet a un énorme poids sur le domaine économique, il a pris une place importante dans le projet national de modernisation des infrastructures de transport.

I.1) INTRODUCTION :

La conception, L'entretien et la modernisation des routes, notamment les chemins des wilayas font toujours l'objet d'études élaborées par les concepteurs routiers.

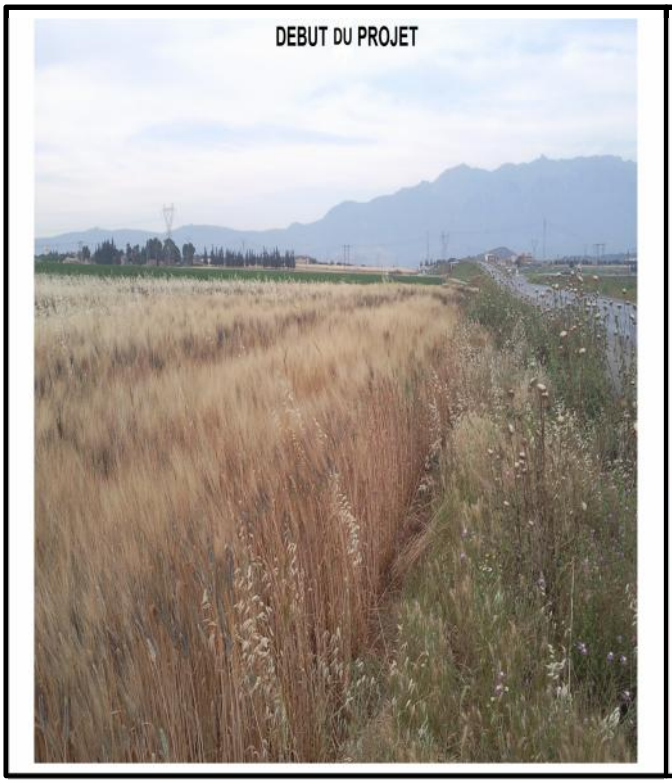
Dans le cadre du programme de développement de l'infrastructure de base de la wilaya de BOUIRA, tel que la modernisation du CW127, la Réhabilitation de la RN8 et le tracé de la nouvelle route express qui est l'objet de notre étude.

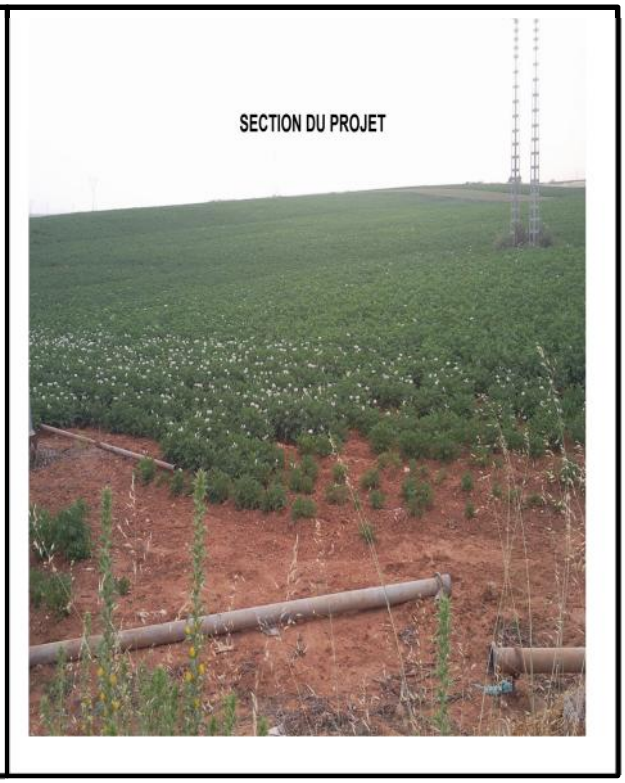
Pour notre projet qui commence de la ville de BOUIRA par le Sud, Il se raccorde avec le carrefour situer au niveau du l'entrer de SOUR EL GHOZLANE.

La voie express, situé en milieu rurale et reliant les deux localités de Oued El Berdi et SOUR EL GHOZLANE et sur lequel sont situé deux usines: ISIS (détergent), une zone industrielle et une usine de ciment d'où son importance du point de vue économique, est caractérisé par sa topographie plus ou moins difficile et présentant des dégradations importante qui font que la DTP de BOUIRA à décider de concevoir une autre route qui passerai par les deux régions.



Figure 1 : photo satellite pour situation de projet.


DEBUT DU PROJET


SECTION DU PROJET


المنطقة الصناعية
ZONE INDUSTRIELLE


FIN DU PROJET
carriere
cosider كوسيدار
CARRIERE C 08
OUED-EL-BERDI
a 10 km

I.2) OBJECTIFS DE L'ETUDE :

La présente étude montre la faisabilité technique de cette infrastructure, en tenant compte des contraintes d'ordre urbanistiques ou environnemental dans le couloir ou s'inscrira le projet. Elle a donc pour objectifs principaux :

- Proposer des solutions ou recommandations pour compenser ou éviter les effets négatifs sur l'environnement.
- Diminuer le temps du parcours et réduire le nombre d'accidents.
- Assurer une bonne fluidité de la circulation en générale.
- Réduire le trafic et la circulation dans le CW127 et surtout dans la zone industrielle de Oued El Berdi.
- Améliorer le niveau de service et assurer la sécurité et le confort de l'usager.
- Réduire le coût d'exploitation du véhicule (C.E.V).
- Aider L'activité des zones agricoles.

I.3) PRESENTATION DE LA WILAYA DE BOUIRA :

I.3.a) Historique De La Wilaya de BOUIRA :

Élevée au rang de Wilaya après le découpage administratif de 1974, elle faisait partie de la Wilaya de Tizi-Ouzou (Grande Kabylie).

La wilaya est limitée au nord et au nord-est pour la wilaya de Tizi-Ouzou et la chaîne montagneuse du Djurdjura, au sud-est par la chaîne montagneuse des Bibans et la wilaya de Bordj-Bou-Arreridj, au sud-ouest par les montagnes de Dirah et la wilaya de M'Sila et enfin à l'ouest par les wilaya de Médéa et de Blida.



Localisation de la Wilaya de Bouira.

I.3.b) Relief :

Le relief est contrasté et comporte cinq grands ensembles physiques :

- La dépression centrale (plaines des Aribes, plateau d'El Asnam, la vallée de Ouadhous et Oued Sahel).
- La terminaison orientale de l'Atlas blidéen.
- Le versant sud du Djurdjura (Nord de la wilaya).
- La chaîne des bibans et les hauts reliefs du sud.
- La dépression sud bibanique.

La zone boisée représente 25 % du territoire avec 111 490 ha de massif forestier. On trouve le pin d'Alep (51 638 ha), le chêne vert (2 775 ha) ainsi que le chêne-liège (2 143 ha).

I.3.c) Climat et Pluviométrie:

Son climat est chaud et sec en été, froid et pluvieux en hiver. La pluviométrie moyenne est de 660 mm/an au nord et de 400 mm/an dans la partie sud.

Les températures varient entre 20 et 40 °C de mai à septembre et de 2 à 12 °C de janvier à mars.

La wilaya de Bouira renferme d'importantes ressources en eau dont l'utilisation est loin d'atteindre son optimum. Elle est traversée par des bassins versants importants dont l'apport moyen annuel est de l'ordre de 561 millions de m³ constitué par :

- Bassin versant Isser : 135 millions de m³/an.
- Bassin versant Sahel Soummam : 380 millions m³/an.
- Bassin versant du Hodna : 35 millions m³/an.
- Bassin versant humus : 11 millions m³/an.

II.1. INTRODUCTION:

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser.

Pour résoudre la plupart des problèmes d'aménagement ou d'exploitation routiers, il est insuffisant de connaître la circulation en un point donnée sur une route existante, il est souvent nécessaire de connaître les différents courants de circulation, leurs formations, leurs aboutissements, en d'autres thermes de connaître l'origine et la destination des différents véhicules.

II.2. ANALYSE DU TRAFIC:

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

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

II.2.a) Les compagnes :

- Comptage manuels.
- Comptage automatiques.
- Comptage directionnels.
- Comptage directionnel par numéro de voiture ou film.

II.2.b) Les enquêtes simplifiées :

- Enquêtes par relevé minéralogique.
- Enquêtes par carte.
- Enquêtes par papillons.

II.2.c) Les enquêtes complètes :

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

II.3. DIFFERENTS TYPE DE TRAFICS:

On distingue quatre types de trafic:

II.3.a) Trafic normal:

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

II.3.b) Trafic induit:

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

II.3.c) Trafic dévié:

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagé.

La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

II.3.d) Trafic total:

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

II.4) MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC :

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant .Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humains. Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

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

II.5) CALCUL DE LA CAPACITE :

II.5.a) Définition de la capacité :

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

II.5.b) Trafic à un horizon donné:

Du fait de la croissance annuelle du trafic

$$TJMAn = TJMA0\ (1+\tau)^{n}$$

Tel que:

TJMAn : trafic journalier moyen à l'année n.

TJMA0 : trafic journalier moyen à l'année 0.

τ : taux d'accroissement annuel.

n : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

II.5.c) Trafic effectif:

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminer en fonction du type de route et de l'environnement.

$$Teff= [(1-Z) +PZ)]$$

Tel que :

Z : le pourcentage de poids lourds.

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

Le tableau si dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « **P** » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

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

Tableau 1 : Coefficient d'équivalence « **P** »

II.5.d) Evaluation de la demande:

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon.

$$Q = 0.12T_{eff} \qquad \text{(UVP/h)}$$

II.5.e) Débit horaire admissible :

C'est le débit admissible que peut supporter une route :

$$Q_{adm}(uvp/h) = K1\ K2\ C_{th}$$

Tel que :

C_{th} : la capacité théorique.

K1 : coefficient qui dépend de l'environnement.

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

Environnement	E_1	E_2	E_3
K_1	0.75	0.85	0.90à0.95

Tableau 2 : Coefficient « **K1** »

	Catégorie de la route				
environnement	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau 3 : Coefficient « **K2** »

II.5.f) Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une traction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par laFormule : $$Q = (\frac{1}{n})T_{eff}$$

$(\frac{1}{n})$: Coefficient de pointe prise égale 0.12.

Q : est exprimé en UVP/h.

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

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

Tableau 4 : Les capacités théoriques.

II.6) CALCUL DE NOMBRE DE VOIES :

II.6.a) Cas d'une chaussée bidirectionnelle:

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

$$Q_{adm} \geq Q$$

II.6.b) Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

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

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

Avec :

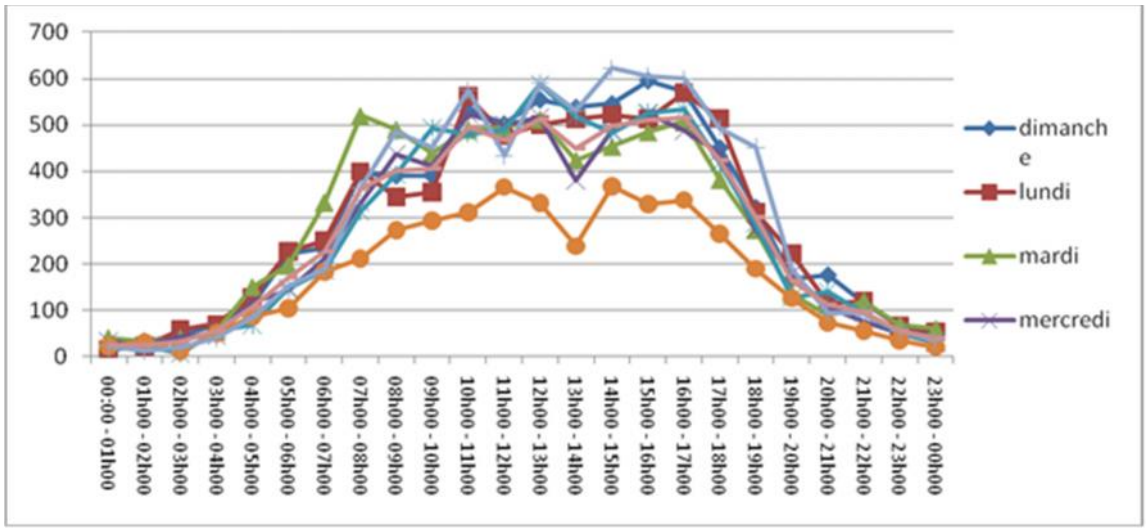
S : coefficient dissymétrie en général = 2/3.

Q_{adm} : débit admissible par voie.

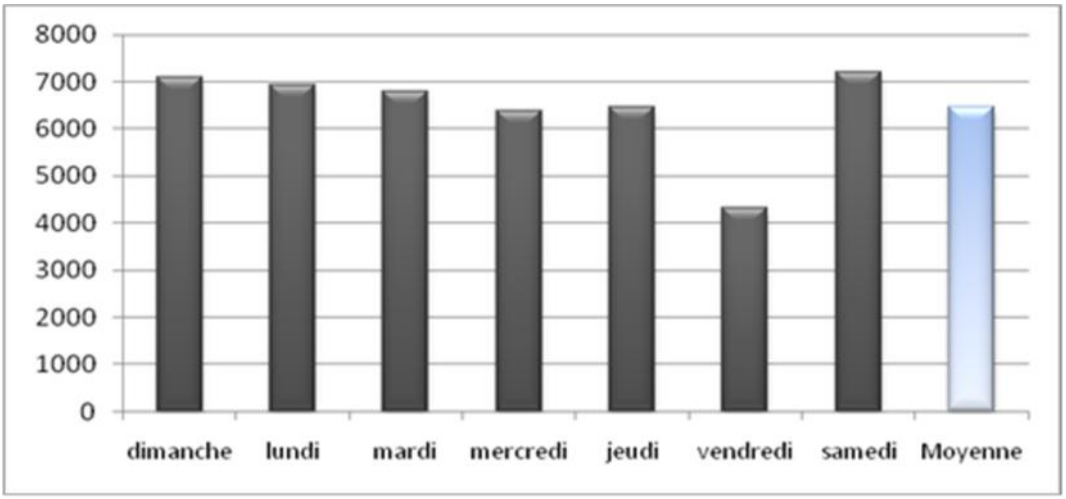
II.7) PRESENTATION DES DONNEES DU TRAFIC :

Le trafic susceptible à être affecter à la section étudié d'après les informations requises auprès de la direction des travaux publics de la wilaya de BOUIRA sachant que l'étude de trafic a était faite par le B E T **(SARL ESR ENGINEERING) à KOUBA ALGER.**

Variation Horaire de trafic pendant une semaine



Variation journalière de trafic



II.7.a) Analyse des données :

Le trafic horaire journalier a atteint son maximum le

Samedi 05.02.2011 avec 7194 véhicules, en comparant avec le trafic horaire le plus bas qui est de 4323 véhicules, soit une différence de 2871 véhicules.

Pour ce qui est de la moyenne de toute la semaine du trafic horaire journalier, on enregistre 6456 véhicules par jours.

Le pic de la moyenne du volume du trafic journalier est enregistré pour la tranche horaire de 16h00 à 17h00 avec 512 véhicules.

II.8) APPLICATION AU PROJET:

II.8.a) Données du projet :

- TJMA **6456 V/J**
- Année de comptage : **2011**
- Taux d'accroissement : **4 %**
- Pourcentage de poids lourds = **40 %**
- Vitesse de base : **100 Km/h**
- Environnement : **E2**
- Catégorie de la route : **C1**
- Année de mise en service : **2014**
- Durée de vie : **20 ans**

II.8.b) Calcul de TJMA année de mise en service :

$$TJMA_{2014} = (1+\tau)^3 \times TJMA_{2011}$$

$$TJMA_{2014} = (1+0.04)^3 \times 6456$$

$$TJMA_{2014} = 7262 \text{ V/J}$$

$TJMA_{2014} = 7262$ V/J

II.8.c) Calcul de TJMA horizon :

$$TJMA_{2034} = (1+\tau)^{20} \times TJMA_{2014}$$

$$TJMA_{2034} = (1+0.04)^{20} \times 7262$$

$$TJMA_{2034} = 15\,912 \text{ V/J}$$

TJMA $_{2034}$= 15 912 V/J

II.8.d) Calcul de trafic effectif :

$$T_{eff} = [(1-z) + P.z] \,.\, T_n$$

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon

Z : pourcentage de poids lourds (40 %)

P : coefficient d'équivalence, P = 5

$$T_{eff} = [(1-0.4) + 5 \times 0.4] \times 15\,912 = 41\,371 \text{ UVP/j}$$

$$T_{eff} = 41\,371 \text{ uvp/j}$$

T $_{eff}$ = 41 371 uvp/j

II.8.e) Débit de pointe horaire normal :

Le débit de pointe normal est une fraction de trafic effectif à l'horizon h, il est exprimé en UVP/h.

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

(1/n) coefficient de pointe pris égale à **0.12**

$$Q = 0.12 \times T_{eff} = 0.12 \times 41\,371$$

Q = 4 964 uvp/h

II.8.f) Calcul de la capacité théorique et du nombre de voies :

Le débit que supporte une section donnée :

C_{th} : capacité théorique.

C_{th} = 1 800 (d' après le tableau des capacités des routes)

Catégorie C1 } K 1 = 0.85

Environnement E2 } K 2 = 0.99

II.8.g) Débit horaire :

Q_{adm}= K1.K2 .C_{th} = **0.85×0.99×1800**

Q_{adm}=1514 uvp/h.

Qadm = 1514 uvp/h.

II.8.h) nombre des voies :

N= S x (Q/Qadm)

Avec S=2/3

N = (2/3) x (4964/ 1514) = 2.18 donc:

N = 2 voie /sens.

II.8.i) Résultats de calcul :

$TJMA_{2011}$ (v /j)	$TJMA_{2014}$ (v /j)	$TJMA_{2034}$ (v/j)	$Teff_{2034}$ (uvp/j)	Q_{2034} (uvp/h)	Q_{adm} (uvp/h/voie)	N
6 456	**7 262**	**15 912**	**41 371**	**4 964**	**1 514**	**2**

D'après les normes de B40 et ces recommandations, le nombre de voie à retenir par sens est donc de 2 avec 3,50m chacune, soit un profil en travers de 2X2 voies et des bandes d'arrêt d'urgence de 2 ,50 m par sens, la largeur de terre-plein central (TPC) est de 2m (pour ne pas abuser de terrain agricole).

- Largeur de chaque voie **3.5 m.**
- Largeur de bande d'arrêt d'urgence égal à **2.50 m.**
- Largeur **TPC** égal **2 m.**
- Largeur de la berme est **1,0 m**.

(Voir chapitre de profil en travers)

II.8.g) Calcul de l'année de saturation :

On a :

$Teff_{2014} = [(1 – 0, 40) + 5 \times 0, 40] \times 7262 = 18\ 881$ (uvp/j).

$Teff_{2014} = 18\ 881$ (uvp/j).

$Teff_{2014} = 18\ 881$ (uvp/j).

Donc :

$Q_{Saturation} = 2 \times Q_{adm}$

$Q_{Saturation} = 2 \times 1\ 514 = 3\ 028$ (uvp /h).

Q_{2014}/ sens plus chargé = (2/3)×2 265

$Q_{2014} = 1\ 510$ (uvp/h/sens).

$Q_{Saturation} = (1+\tau)^n \times Q_{2014}$

$n = \log (Q_{Saturation} / Q_{2014}) / \log (1+\tau)$

$n = \log (3\ 028 / 1\ 510) / \log (1+0\ ,04) = 17.74 \approx 18$ ans.

. **Donc l'année de saturation = 2014+18 = 2032.**

Remarque: ***on prévoit un dédoublement de la route à l'année de saturation (2032).***

III.1) INTRODUCTION:

L'étude d'APS consiste à proposer plusieurs variantes afin de faire une comparaison multicritère entre eux pour retenir le meilleur pour l'étude en APD, dans notre cas on va proposer deux variantes.

On devra faire une étude multicritère pour le choix de la variante à retenir, celle-ci sera basée sur un plan de comparaison selon l'ensemble des critères suivant :

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

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

1. La zone d'étude :



III.2) Type des contraintes :

L'investigation sur site a permis de constater généralement que la zone traversés par les deux variantes sont caractérisés par un relief plat à vallonné de pentes faibles et parfois élevées.

Les principales contraintes sur le couloir sont comme suit :

- ✓ Le chemin de wilaya CW127 ;
- ✓ Les réseaux (électricités, gazoducs, ...) ;
- ✓ Les oueds ;
- ✓ la clôture ;
- ✓ la zone industrielle d'Oued El Berdi.

III.3) Etude géométrique :

Le choix de la catégorie d'une route est influencé par plusieurs paramètres dont les plus importants sont le relief, le trafic et l'occupation du sol.

La fonction de cette route demande d'adapter une vitesse de référence de 100 km/h.

Les paramètres de conception géométriques de dimensionnement des profils en travers et des directives opérationnelles seront développés à partir des normes techniques d'aménagement des routes B40 avec une vitesse de référence de 100 km/h.

Les caractéristiques géométriques minimales sont résumées comme suit :

Symbole	**Vitesse de référence**	100 Km/h
	Normes	**B40**
	Rayon en plan	
Tracé en plan	Rayon horizontal minimal (RHm)	450 m
	Rayon horizontal normal (RHN)	650 m
	Rayon horizontal au devers minimum(RHd)	1600 m
	Rayon horizontal non déversé (RHnd))	2200 m

Profil en long	**Rayon en angle saillant**	
	Min absolu	6000 m
	Min normal	12000 m
	Rayon en angle rentrant	
	Min absolu	3000 m
	Min normal	4200 m
	Pente longitudinal max (%)	5%

A. Tracé en plan :

Le tracé en plan doit assurer aux usagers de la route un trajet confortable et une bonne qualité de service dont le niveau est cependant fonction des difficultés du site.

Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à RHnd (Rayon horizontal non déversé) devront être introduites par des raccordements progressifs.

B. Profil en long :

Le but principal du profil en Long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers.

Le profil en long doit être conçu en utilisant de grands rayons verticaux là où la topographie le permet.

C. Coordination tracé en plan – Profil en long :

Pour offrir un bon guidage optique, il ne suffit pas que le tracé en plan et le profil en long considérés séparément soient conformes aux règles qui leur sont propres. Il faut qu'ils aient l'objet d'une étude d'ensemble assurant leur coordination.

Le but de cette coordination est d'assurer aux usagers une vision satisfaisante de la route et de Prévoir son évolution

D. Profils en travers type :

Sur presque l'ensemble du tracé on adoptera le profil en travers type suivant :

Chaussée	: 2 (2 x 3,50 m)	BDG	: 0.5 x2
TPC	: 2,00 m	Berme	: 2 x1, 00 m
BAU	: 2 x2, 5 m		

III.4) Choix de couloir :

Dans cette phase, on va étudier deux variantes afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet.

1er variante

Point de départ de la **première variante** au niveau de la sortie sud de de la ville de Bouira, il se dirige vers l'intersection de CW127, cette variante franchie plusieurs formations géologique différentes.

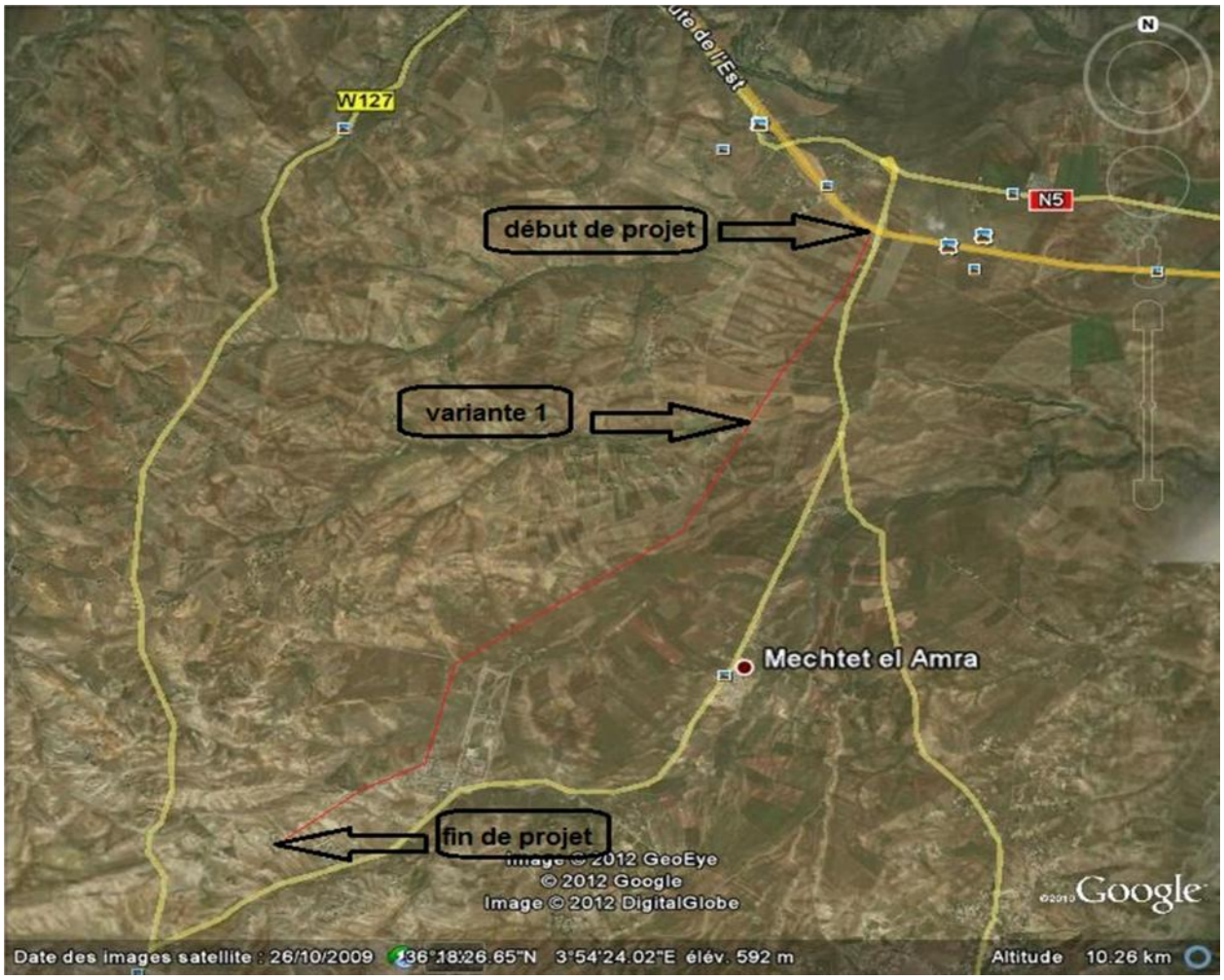


Schéma synoptique représentant la variante 01

D'après le calcule automatique fait par : piste 5.05, on a obtenu les résultats suivantes :

Longueur du tracé = 9492,57m

Volume des terrassements :

Remblais = 312715 m3 , Déblai = 548622 m3

2ème variante :

Pour la **deuxième variante**, elle a presque la même trajectoire et franchit les mêmes obstacles que la première variante, c'est qu'elle situé dans le côté sud de la 1er variante.

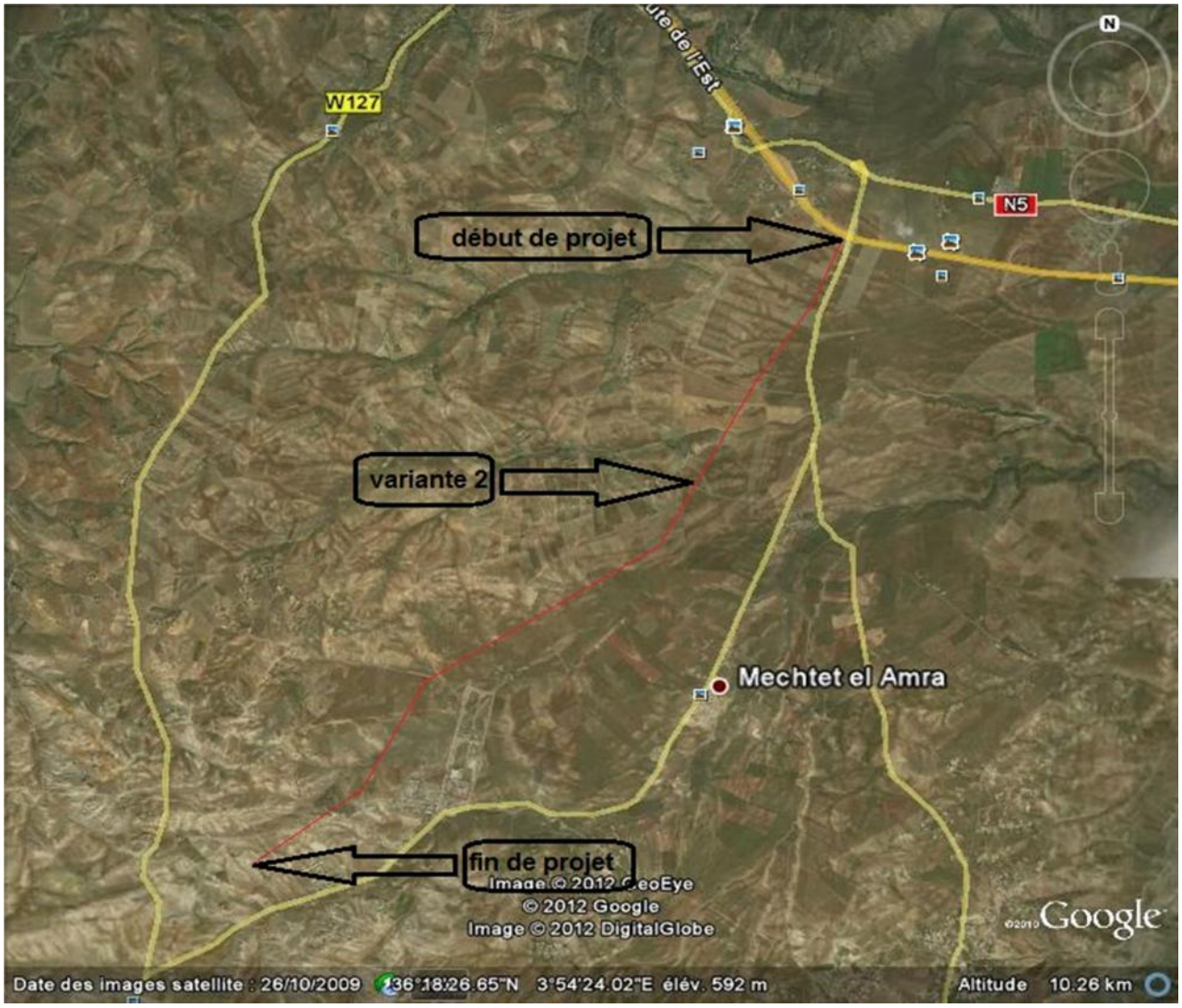


Schéma synoptique représentant la variante 02.

D'après le calcule automatique fait par : piste 5.05, on a obtenu les résultats suivantes :

Longueur du tracé =9691.61 m

Volume des terrassements :

Remblais = 263998 m3 , Déblais = 592214 m3

III.5) COMPARAISON ENTRE LES VARIANTES :

Variante	Avantages	Inconvénients
1ère VAR	• compatible avec les routes et pistes existantes (gain de terrassements). • Plus courte. • Plus proche de la zone industrielle.	• Traverse des zones agricoles. • 1 échangeur. • 2 ouvrages d'art.
2ème VAR	• compatible avec les routes et pistes existantes (gain de terrassements). • Plus proche de la zone industrielle.	• Traverse des zones agricoles. • franchit de gazoducs. • Démolition d'un poteau de haute tension. • La plus langue (augmentation de cout). • 1 échangeur. • 3 ouvrages d'art.

Conclusion :

Apparemment le terrain traversé par les deux tracés a les mêmes caractéristiques géométriques. Toutefois la différence se situe au niveau de cout car le facteur économique Jouera le seul rôle décisif dans le choix de la variante retenue.

La variante 1 est la plus courte, qui nécessite un nombre moyen d'ouvrages.

La variante 2 est la plus langue et demande beaucoup plus d'ouvrage.

Et franche une installation de gaz à haute pression.

A la fin, l'analyse multi critères, nous a permis d'accepter **la variante 1** qui présente les critères techniques et économique les plus avantageux.

IV.1) INTRODUCTION :

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 schématise 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 assuré par la couche de roulement.

IV.2) REGLES ET PRINCIPES DE TRACE EN PLAN SONT :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le **B40**, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes.

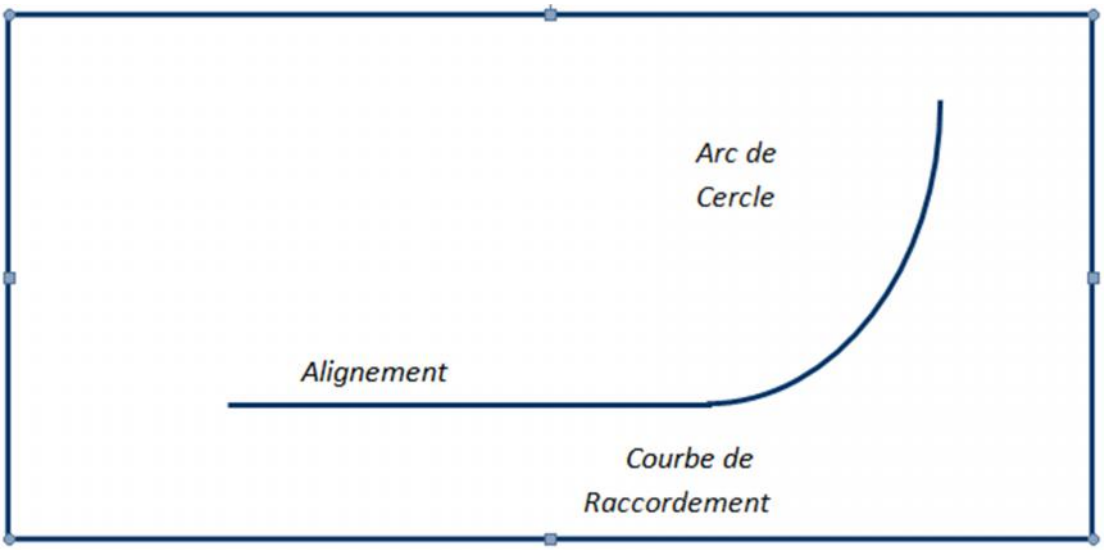
- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement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

IV.3) DEFINITON D'UN AXE EN PLAN :

L'axe en plan est la projection de la route sur un plan. Il est composé de succession d'alignements droits raccordés par des courbes.

IV.4) LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

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 :



IV.4.a) Les droites (alignements):

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

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

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

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

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

IV .4.b) Les arcs de cercle:

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- La stabilité des véhicules.
- L'inscription des véhicules longs dans les courbes de faible rayon.
- La visibilité dans les tranchées en courbe.

➢ Stabilité en courbe :

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

Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

➢ Rayon horizontal minimal absolu :

$$RH\min = \frac{Vr^2}{127\,(ft + d\max)}$$

Ainsi pour chaque Vr on définit une série de couple (R, d).

➢ Rayon minimal normal :

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

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

➢ Rayon au dévers minimal :

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

Dévers associé dmin = 2.5%.

$$RHd = \frac{Vr^2}{127 \times 2 \times d\min}$$

- **Rayon minimal non déversé :**

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

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127.0{,}035}$$ Cat 1-2

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(f' - d\min)}$$ Cat 3-4-5

Avec :

f'= 0.07 Cat 3

f'= 0.075 Cat 4 -5

IV .4.c) Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant des valeurs de rayon ≥à RHn que possible.

Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en 1/R arrondi à 0,5% prés entre dmax et d (RHm).

Si **RHm < R < RHn** :

$$d = \frac{d_{\max} - d(R_{Hn})}{(1/R_{Hn} - 1/R_{Hd})}(1/R - 1/R_{H\max}) + d_{\max}$$

Entre d (RHn) et d_{min} si **RHn < R< RHd**

$$d = \frac{d(R_{Hn} - d_{\min})}{(1/R_{Hn} - 1/R_{Hd})}(1/R - 1/R_{Hd}) + d_{\min}$$

Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal dmin.

Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucun perturbation sur le plan de drainage.

Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.

Remarque :

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

- **Surlargeur :**

Un long véhicule à 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 pas sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

S = L2 / 2R

L : longueur du véhicule (valeur moyenne L = 10 m)

R : rayon de l'axe de la route.

IV .4.d) Les raccordements progressifs (CLOTHOIDE) :

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croit linéairement de R=∞ jusqu'à R=constant), pour assurer :

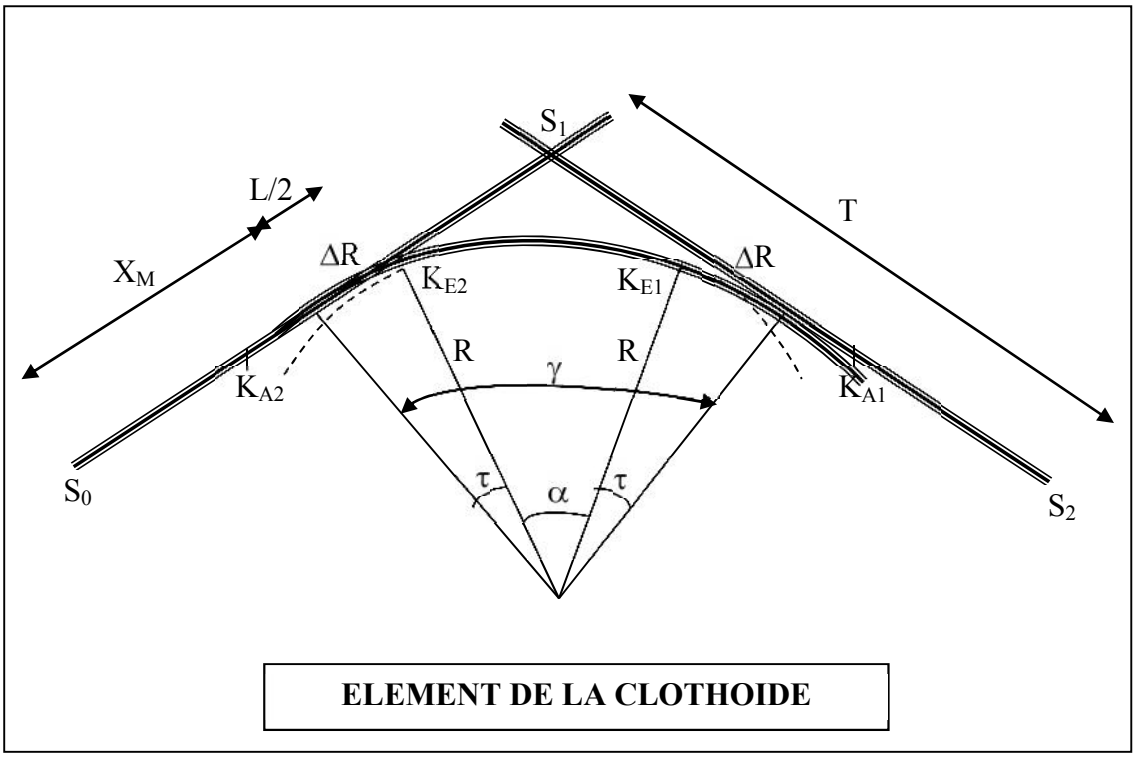
- La stabilité transversale du véhicule.
- Le confort des passagers du véhicule.
- La transition de la chaussée.
- Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

Expression de la clothoide :

La courbe est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc)

$A = \sqrt{RL}$

C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.



ELEMENT DE LA CLOTHOIDE

Les éléments de la clothoide :

- A : Paramètre de la clothoide.
- M : Centre de cercle
- R : Rayon de cercle
- K_A : Origine de la clothoide .
- K_E : Extrémité de la clothoide.
- L : longueur de la branche de la clothoide .
- ΔR: Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage).
- X_m : Abscisse du centre du cercle.
- τ : Angle des tangentes.
- X : Abscisse de K_E.
- Y : Origine de K_E.
- T_K : tangente courte.
- T_L : tangente longue.
- S_L : Corde ($K_A - K_E$).
- σ : Angle polaire (angle de corde avec la tangente).

IV .4.e) Les conditions de raccordement :

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

Condition de confort optique :

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

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

$\tau \geq 3°$ soit $\tau \geq 1/18$ rads

$\tau = L/2R > 1/18$ rad $\Rightarrow L \geq R/9$ soit $A \geq R/3$

$R/3 \leq A \leq R$

Pour $R<1500 \Rightarrow \Delta R = 1$m (éventuellement 0.5m) d'ou $L = (24\ R\ \Delta R)^{1/2}$

Pour $1500 < R < 5000$ m $\tau = 3°$ c'est-à- dire $L = R/9$

Pour $R<5000 \Rightarrow \Delta R$ limité à 2.5 m soit $L = 7.75(R)^{½}$

Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule,

La variation de l'accélération transversale est : $(V_R^2/(R\text{-}g.\ \Delta d))$

Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur

$K_g = 1/0.2V_R$

On opte : **$L\ (m) \geq V_R^2/18(V_R^2/127\text{-}\Delta d)$**

V_R : vitesse de base (Km/h).

R : rayon en mètre (m).

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

Condition de gauchissement :

La demi- chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer.

Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de telle sorte $\Delta p < 0.5/V_{R..}$

Nous avons :

$$L = l.\ \Delta d.V_R$$

l : largeur de chaussée.

Remarque :

La vérification des deux conditions de gauchissement et au confort dynamique, peut ce faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demi-chaussée extérieure au virage. Cette variation est limitée à 2%.

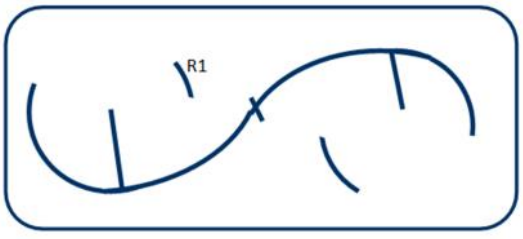
$$L \geq \frac{5}{36}\Delta d.V_B$$

IV.5) COMBINAISON DES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN :

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

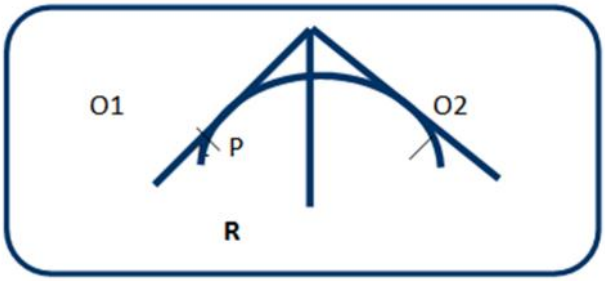
Courbe en S :

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



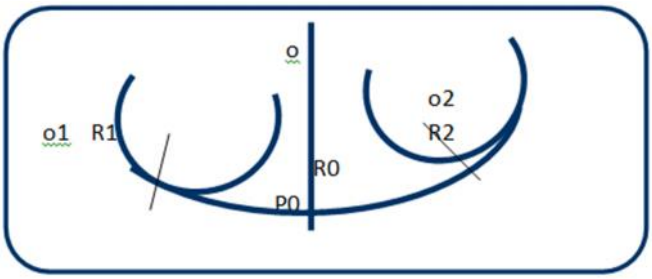
Courbe à sommet :

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



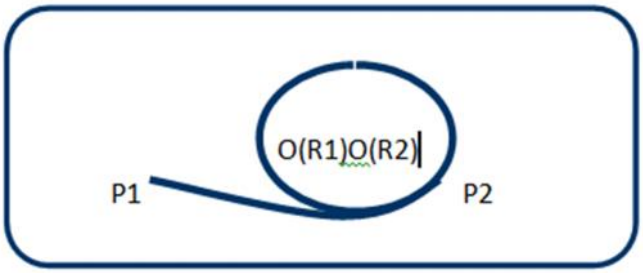
Courbe en C :

Une courbe constituée de deux arcs de clothoide, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l 'un à l'autre.



Courbe en Ovale:

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



.

IV.6) PARAMETRES FONDAMENTAUX (B40) :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie **C1**, dans un environnement **E2,** avec une vitesse de base **V_B = 100 km/h.**

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées des normes **B40.**

Paramètres	***Symboles***	***Valeurs***
Vitesse (km/h)	V	100
Longueur minimale (m)	Lmin	138.88
Longueur maximale (m)	Lmax	1666.66
Devers minimal (%)	dmin	2.5
Devers maximal (%)	dmax	7
Temps de perception réaction (s)	t1	1.8
Frottement longitudinal	fL	0.39
Frottement transversal	ft	0.13
Distance de freinage (m)	d0	111
Distance d'arrêt (m)	d1	161
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	dm	425
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	dn	625
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement(m)	dmd	300
RHm (m) (d'associe %)	RHm	450 (7 %)
RHN (m) (d'associe %)	RHN	650 (5 %)
RHd (m) (d'associe %)	RHd	1600(2.5 %)
RHnd (m) (d'associe %)	RHnd	2200 (-2.5 %)

IV.6.a) La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence (Vr) 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'usager (traverser d'une ville, modification du relief, etc.….).

IV.6.b) Choix de la vitesse de référence:

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

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

Vitesse de projet:

La vitesse de projet Vp est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales.

On entend par conditions normales:

- Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace;
- Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible;
- Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonnes conditions normales.

Calcul d'axe :

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont on connaît les coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes:

- Calcul de gisements .
- Calcul de l'angle γ entre alignements.
- Calcul de la tangente T.
- Calcul de la corde SL.
- Calcul de l'angle polaire σ.
- Vérification de non chevauchement .
- Calcul de l'arc de cercle .
- Calcul des coordonnées des points singuliers.
- calcul du kilométrage des points particuliers

IV .7) CALCUL D'AXE MANUELLEMENT :

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe. La liaison que l'on a choisie se situe au début de notre projet. Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit:

S_0 (x = 578486.6128, y = 4015341.936)

S_1 (x = 578531.4441, y = 4014502.294)

S_2 (x = 578002.0568, y = 4014149.988)

Rayon **R = 450 m** et **V_r = 100 km/h**

IV .7.a) Caractéristiques de la courbe de raccordement :

Calcul du paramètre A :

On sait que : $\mathbf{A^2 = L \times R}$

- **Détermination de L :**

Condition de confort optique :

$\frac{R}{3} \le A_{\min} \le R$ D'où $150 \le \mathbf{A_{min}} \le 450$

$L \ge \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$ Comme R = 450 m < 1500 m Δ R = 1

Donc $L \ge \sqrt{24 \times 260 \times 1} = 103.92\text{m}$ **……..……1**

Condition de confort dynamique et de gauchissement :

$$L \geq \frac{5}{36} \Delta d \, V_B$$

RHm≤ R≤ RHN

Δd = ?

Δd = d – (- 2.5)

Ona R= Rhm= 450 m alors:

d=7% donc Δd= 7-(-2.5)= 9.5%

Donc:

$$L \geq \frac{5}{36} \times 9.50 \times 100 = 131.94 \text{ m} \ldots\ldots\ldots\

$$\mathbf{S_1S_2}\begin{cases} |\Delta X_1| = |X_{S2} - X_{S1}| = \left| \mathbf{578002.0568\text{-}578531.4441} \right| = \mathbf{529.387}\ \text{m} \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = \left| \mathbf{4014149.988\text{-}4014502.294} \right| = \mathbf{352.306}\ \text{m} \end{cases}$$

D'où:

$$G_{s0}^{s1} = 200 - \text{arctg}\frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = \mathbf{196.604}\ \text{grades}$$

$$G_{s1}^{s2} = 300 - \text{arctg}\frac{|\Delta Y_1|}{|\Delta X_1|} = \mathbf{237.387}\ \text{grades}$$

c. Calcul de l'angle γ :

$\gamma = |G_{s0}^{s1} - G_{s1}^{s2}| =$ **40.78 grades**

d. Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R}\cdot\frac{200}{\pi} = \frac{132}{2\times 450}\ \text{x}\ \frac{200}{\pi}$$

τ = 9.34 grades

e. Vérification de non chevauchement :

τ = 9.34 grades

γ /2 =40.78 / 2 = 20.39 grades

D'où :

$\tau < \gamma / 2 \Rightarrow$ pas de chevauchement.

f.Calcul des distances:

$$\overline{\mathbf{S_1S_0}} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = \sqrt{44.831^{\,2} + 839.642^{\,2}} = \mathbf{840.83\ m}$$

$$\overline{\mathbf{S_2S_1}} = \sqrt{(\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2)} = \sqrt{529.387^{\,2} + 352.306^{\,2}} = \mathbf{635.90\ m}$$

g. Caractéristiques de la courbe de raccordement :

On a: $\frac{L}{R} = \frac{132}{450} = 0.2933.$

A partir des tables de clothoïdes ligne **N° 398,** on tire les valeurs suivantes:

$\frac{\Delta R}{R} = 0.00221162 \Rightarrow \mathbf{\Delta R} = 1.00$ m

$\frac{X_m}{R} = 0.11514916 \Rightarrow \mathbf{X_m} = 51{,}817$ m

$\frac{X}{R} = 0.230094319 \Rightarrow \mathbf{X} = 103.54$ m

$\frac{Y}{R} = 0.00883924 \Rightarrow \mathbf{Y} = 3.977$ m

$\mathbf{T} = X_m + (R + \Delta R)\ tg\ (\gamma / 2)$ (m)

$\mathbf{T} = 51.817 + (450 + 1)\ tg40.78$

Donc: **T=201.416(m)**

h. Calcul des Coordonnées SL :

$$\mathbf{S_L} = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$\mathbf{S_L} = \sqrt{(103.54)^2 + (3.977)^2}$$

S_L =103.616(m)

- **Calcul de σ:**

$\sigma = \text{arctg}\ \frac{Y}{X} = \text{arctg}\frac{3.977}{103.54} = \mathbf{2.444\ grades}$

σ=2.444 grades

- **Calcul de l'arc:**

$\mathbf{b = K_{E1}\ K_{E2}}$.

$\mathbf{b} = \frac{[\pi \cdot R(\gamma - 2\tau)]}{200}$

$\mathbf{b} = \frac{[\pi \cdot 450(40.78 - 2 \times 9.34)]}{200} = \mathbf{156.136\ m}$

b=156.136(m)

➢ Calcul des coordonnées des points singuliers :

K_{A1}

$$X_{KA1} = X_{S1} - T \times \sin\left(G_{S0}^{S1} - 200\right)$$

$$Y_{KA1} = Y_{S1} - T \times \cos\left(G_{S0}^{S1} - 200\right)$$

K_{A1}

$$X_{KA1} = 583789.1857 - 201.416 \times \sin(196.604 - 200) = \mathbf{583799.925(m)}$$

$$Y_{KA1} = 4021125.8916 - 201.416 \times \cos(196.604 - 2000) = \mathbf{4020924.762(m)}$$

K_{E1}

$$X_{KE1} = X_{KA1} + S_L \times \cos\left(G_{S0}^{S1} + \sigma - 200\right)$$

$$Y_{KE1} = Y_{KA1} + S_L \times \sin\left(G_{S0}^{S1} + \sigma - 200\right)$$

K_{E1}

$$X_{KE1} = 583799.925 + 103.616 \times \cos(196.604 + 2.444 - 200) = \mathbf{583903.5294(m)}$$

$$Y_{KE1} = 4020924.762 + 103.616 \times \sin(196.604 + 2.444 - 200) = \mathbf{4020923.213(m)}$$

K_{A2}

$$X_{KA2} = X_{S1} + T \times \cos\left(300 - G_{S1}^{S2}\right)$$

$$Y_{KA2} = Y_{S1} + T \times \sin\left(300 - G_{S1}^{S2}\right)$$

K_{A2}

$$X_{KA2} = 583789.1857 + 201.416 \times \cos(300 - 237.387) = \mathbf{583900.789(m)}$$

$$Y_{KA2} = 4021125.8916 + 201.416 \times \sin(300 - 237.387) = \mathbf{4021309.963(m)}$$

K_{E2}

$$X_{KE2} = X_{KA2} + S_L \times \cos\left(G_{S1}^{S2} - 300 - \sigma\right)$$

$$Y_{KE2} = Y_{KA2} + S_L \times \sin\left(G_{S1}^{S2} - 300 - \sigma\right)$$

K_{E2}

$$X_{KE2} = 583900.789 - 103.616 \times \cos(237.387 - 300 + 2.444) = \mathbf{583840.1078(m)}$$

$$Y_{KE2} = 4021309.963 - 103.616 \times \sin(237.387 - 300 + 2.444) = \mathbf{4021393.955m}$$

Remarque: ***les résultats de calcul d'axe sont joints en annexe.***

V.1) DEFINITION:

C'est le développement en plan de la surface cylindrique engendrée par une droite verticale, s'appuyant sur l'axe de la route. Dans le but d'accentuer les différences de niveau. Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers. Il est constitué généralement d'une succession d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires. Du fait que les rayons verticaux sont très grands, l'introduction de courbe de raccordement progressif n'est pas nécessaire. Les principaux paramètres du choix d'un profil en long sont les suivants :

- Un bon écoulement des eaux pluviales.
- Une limitation des déclivités suivant normes
- Un rayon de courbure minimum (condition de confort pour les angles rentrants et condition de visibilité pour les angles saillants).

V.2) REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DE LA LIGNE ROUGE :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, on placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.

- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à 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.

V.3) 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'assurer :

- Une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- De prévoir de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, passage souterrain …etc.).

Pour éviter les défauts résultants d'une mauvaise coordination trace en plan – profil en long, les règles suivantes sont à suivre :

- Si le profil en long est convexe, augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan.
- Avant un point haut, amorcer la courbe en plan.
- 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).

V.4) Paliers et déclivités :

Les paliers sont des sections de routes horizontales. Un véritable palier est à éviter, l'écoulement longitudinal des eaux y est mal assuré et une humidité néfaste à la chaussée tend à s'y maintenir pendant toute la mauvaise saison.

La déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontale. Elle est dénommée **rampe** si la route s'élève dans le sens du kilométrage, et **pente** dans le cas contraire.

V.4.a) Déclivité minimale :

Dans les zones ou le terrain est plat, la pente d'une route ne doit pas être au-dessous de 0.5 % et de préférence 1% si possible afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux de pluie le long de la chaussée.

V.4.b) Déclivité maximale :

Elle doit être inférieure à une valeur maximale associée au niveau de service

La déclivité maximum dépend de :

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

Toute fois dans les sinuosités (dans une courbe en plan), il est nécessaire de réduire de déclivité maximum, pour notre cas on adopte pour les axes des bretelles une déclivité maximum : **(Imax =5%)**.

V.5) RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :

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

On distingue deux types de raccordements :

V.5.a) 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 et des distances d'arrêt et de visibilité.

Leur conception doit satisfaire aux conditions de :

- confort.
- Visibilité.

1) Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qui est limitée à ($0.3m/s^2$ soit g /40), le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$v^2/RV<g/40$ avec $g = 10\ m/s^2$.

D'OU: $RV \geq 0,3\ V^2$ (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).

2) Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de condition de confort.

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 :

$$R_V = \frac{D_1^2}{2\,(h_0 + h_1 + 2\times\sqrt{(h_0 + h_1)}}$$

$$R_V = 3717.80m$$

D_1 : Distance d'arrêt (m)

h_0 : Hauteur de l'œil (m)

h_1 : Hauteur de l'obstacle (m)

V.5.b) Raccordements concaves (angle rentrant) :

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité diurne 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 :

$$R_v' = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035 d_1)}$$

La condition esthétique :

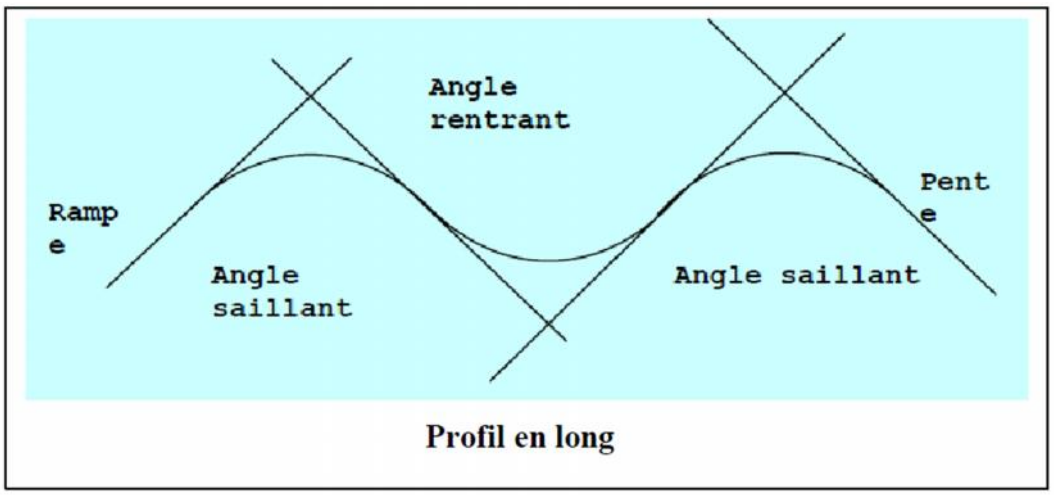
Une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à procurer à l'usager une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté. Pour cela, il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changent le sens de déclivités sur des distances courtes. Pour éviter cet effet, en imposera une longueur de raccordement minimale et (b>50) pour des dévers d < 10%(spécial échangeur).

Avec :

d :Changement de dévers (%).

$$R_{v\,min} = 100 \frac{50}{\Delta d\%}$$

Rvmin : Rayon vertical minimum (m)



Profil en long

V.6) DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG :

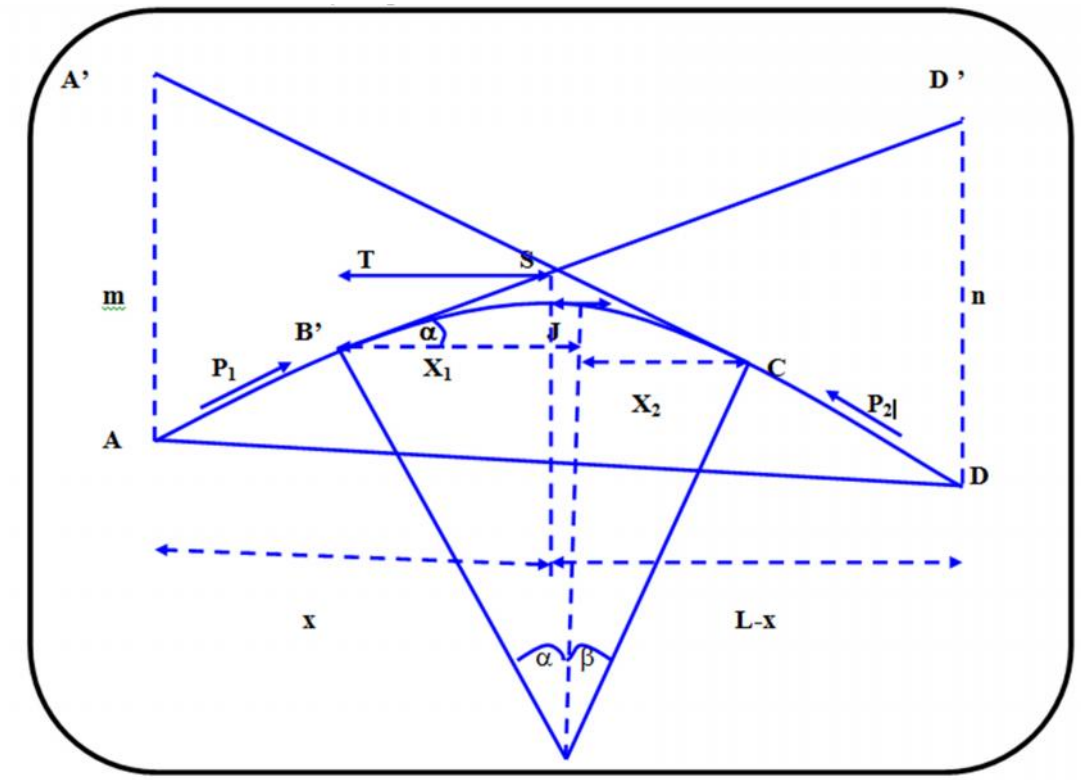
Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$X^2 + Y^2 - 2RY = 0.$

À l'équation du parabole $X^2 - 2RY = 0 \Rightarrow Y = \frac{x^2}{2R}$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- ✓ Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) des points A et D.
- ✓ Donnée La pente P_1 de la droite (AS)
- ✓ Donnée la pente P_2 de la droite (DS)
- ✓ Donnée le rayon R.



V.6.a) Détermination De La Position Du Point De Rencontre (s) :

On a :

$Z_A = Z_{D'} + L\,p_2$, $m = Z_{A'} - Z_A$

$Z_D = Z_{A'} + Lp_1$, $n = Z_D - Z_{D'}$

Les deux triangles A'SA et SDD' sont semblables donc :

$m/n = x/(L-x) \Rightarrow x = m.L/(n+m)$

$$S \begin{cases} X_S = X + X_A \\ Z_S = p_1 X + Z_A \end{cases}$$

V.6.b) Calculs De La Tangente :

$$T = R/2\ (p_1 \pm p_2)$$

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires, on prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C.

$$B \begin{cases} X_B = X_S - T \\ Z_B = Z_S - T\ p_1 \end{cases} \qquad C \begin{cases} X_c = X_S + T \\ Z_c = Z_S + T\ p_2 \end{cases}$$

LR=2T

V.6.c) Calcul De La Flèche :

$H = T^2/2R$

V.6.d) Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un Point courant M Sur La courbe :

$$M \begin{cases} H_X = x^2/2R \\ Z_M = Z_B + X\ p_1 - X^2/2R \end{cases}$$

Calcul des cordonnées du sommet de la courbe (T)

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

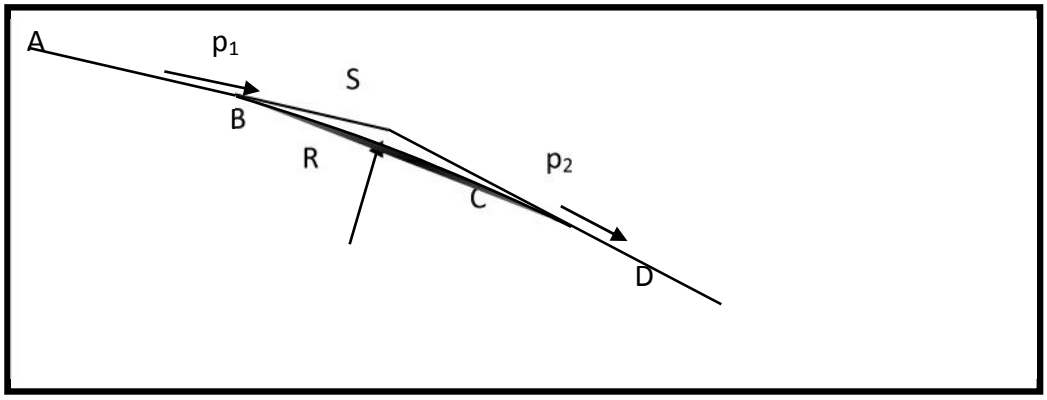
$X_1 = Rp_1$

$X_2 = Rp_2$

$$J \begin{cases} X_J = X_B - R.p_1 \\ Z_J = Z_B + X_1.p_1 - X_1^2/2R \end{cases}$$

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne de projet, il ne présente aucun intérêt par contre dans le cas des pentes de sens contraire, la connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, Le partage des eaux de ruissellement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans le sens des points J (A) et J (D).

V.7) EXEMPLE DE CALCUL DE PROFIL EN LONG:



A { S=0 ; Z= 553.34 } S { S=399.7125 ; Z= 555.84 } D { S = 599.9859 ; Z= 554.83 }

- **Calcul Des Pentes :**

  $P_1=\Delta Z_1/\Delta S_1=$ **0.625 %**

  $P_2=\Delta Z_2/\Delta S_2=$ **- 0.504 %**

- **Calcul Des Tangentes :**

  R =-12000 m (parabole)

  T = (p_2-p_1) R/2 = **67.74 m**

- **Calcul Des Flèches :**

  H = $T^2/2R=$ **0.1911m**

- **Calcul Des Coordonnées Des Points De Tangentes :**

B
$S_B = S_S - T = 399.7125 - 67.74 = \mathbf{331.9725\ m}$

$Z_B = Z_S - T.P_1 = 555.84 - 67.74 * 0.00625 = \mathbf{555.4116\ m}$

C
$S_C = S_S + T = 399.7125 + 67.74 = \mathbf{467.4525\ m}$

$Z_C = Z_S + T.P_2 = 555.84 + 67.74 * 0.00504 = \mathbf{556.1814\ m}$

- **Calcul de la longueur de la courbe :**

$\mathbf{L = 2 \times T} = 2 \times 67.74 = \mathbf{135.48\ m}$

L =135.48 m

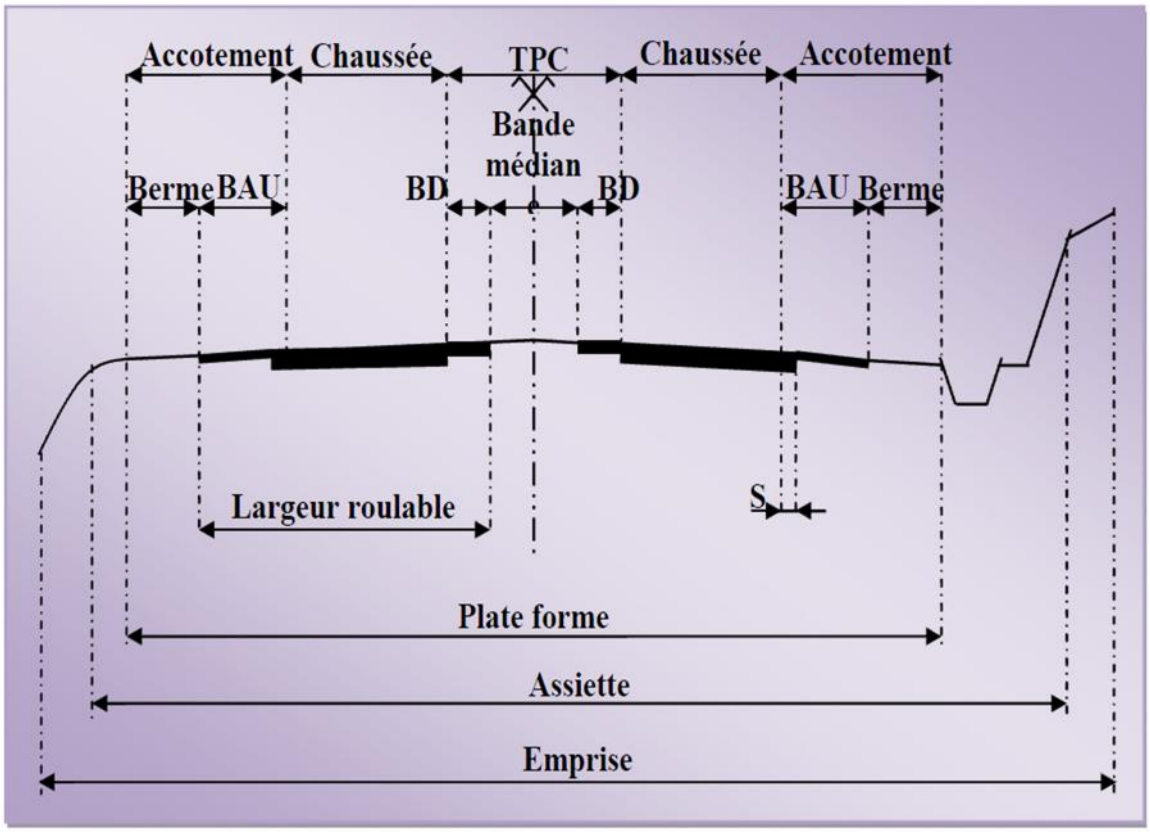
***Remarque**: les résultats de calcul de la ligne rouge sont joints en annexe.*

VI.1) DEFINITION :

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

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

VI.2) LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS :



Emprise :

C'est la surface du terrain naturel affecté à la route, limitée par le domaine public.

Assiette :

C'est la surface de la route délimité par les terrassements.

Plate-forme :

Elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la chaussé et les accotements, éventuellement le terre-plein central et bande d'arrêt

Chaussée :

C'est la partie de la route affecté à la circulation des véhicules.

Bande dérasée de gauche (B.D.G) :

Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est dégagée de tout obstacle, revêtu et se raccorde à la chaussée.

Bande médiane :

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation,.. etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implanter.

Accotement :

Comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) bordée à l'extérieure d'une berme.

Bande d'arrêt d'urgence :

Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussé d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.

La berme :

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations..). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

Le fossé :

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

VI.3) CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :

Ils existent deux types de profil :

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

VI.3.a) Le profil en travers type :

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

VI.3.b) Le profil en travers courant :

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

VI.4) APPLICATION AU PROJET :

La conception de la route, épouse les caractéristiques géométriques du tronçon précédent tout en vérifiant les résultats de l'étude de trafic, donc cette section sera en deux fois deux voies (2 x 7.00 m) séparée d'un TPC.

Les caractéristiques des Profils en travers sont :

- deux chaussées de deux voies de 3.5m chacune : (2 x 3.5) x 2 = 14.00 m
- un terre–plein central de 2 m : 2.00 m
- deux bandes de guidage de 0.5 m :2 x 0.5 = 1.00 m
- une berme de : 2x 1= 2.00 m
- bande d'arrêt d'urgence : 2 x2.5=5.00 m

Donc notre route possède une largeur de 24 m.

VII.1) INTRODUCTION :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

VII.2) CUBATURES DES TERRASSEMENTS :

Les cubatures de terrassement c'est la détermination et le calcul des volumes de terres en mètres cube des remblais et déblais nécessaire à la réalisation du projet (différence en les côtes du projet et les côtes du terrain naturel sur l'ensemble des profils).

Cependant ce calcul n'est pas une évolution simple des volumes. Pour atteindre les objectifs d'économie et de rentabilité du projet il y a lieu :

- Réduire au strict besoin les volumes de terrassements.

- Equilibrer les mouvements des terres (déblais- remblais) si les déblais sont réutilisables.
- Minimiser les distances de transport.

VII.3) METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi lesquelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc

pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

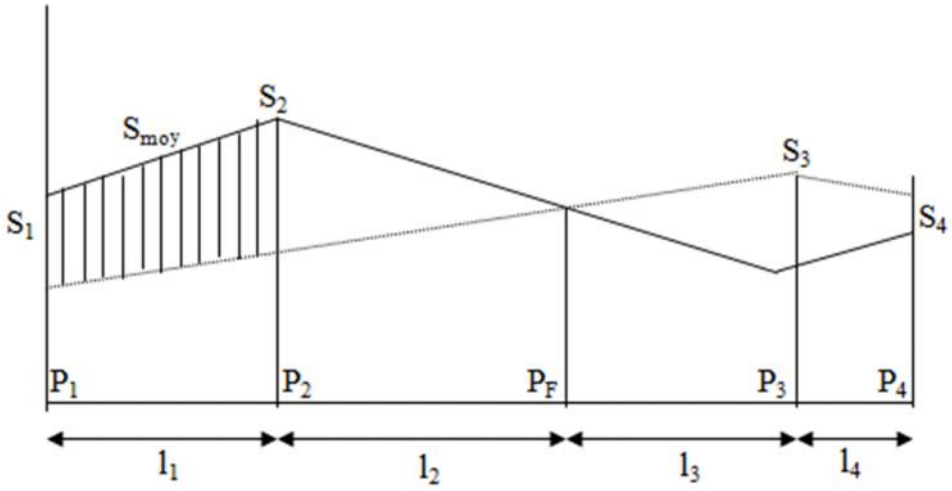
Description de la méthode :

En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs

$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S)$$

Où h, S_1, S2 et S_0 désignant respectivement :

- ✓ Hauteur entre deux profils.
- ✓ Hauteur des deux profils.
- ✓ Surface limitée à mi-distances des profils.
- ✓ Ici à la figure ci-dessous on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.



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

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

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{moy} et $\frac{(S1 + S2)}{2}$.

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

Donc les volumes seront :

Entre P_1 et P_2 $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

Entre P_2 et P_F $V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$

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

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

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1 + l_2}{2} S_2 + \frac{l_2 + l_3}{2} \times 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4$$

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

METHODE CLASSIQUE:

Dans cette méthode on distingue deux différentes sous méthodes de calcul dont la première est celle dite de GULDEN où les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil. Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure).

VII.4) CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT :

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel Piste.

Remarque: ***les résultats de calcul des cubatures sont joints en annexe.***

VIII.1) INTRODUCTION :

L'étude géotechnique consiste à donner les précautions nécessaires concernant le sol où sera implanté un projet routier. Pour cela, une compagne géotechnique doit être faite pour définir les caractéristiques du sol support traversés par le tracé, afin de dimensionner la chaussée et, éventuellement, les fondations des ouvrages d'art prévus.

VIII.2) ELEMENTS CONSTITUTIFS DES SOLS :

a) Définitions :

Le sol est défini comme étant un matériau naturel, non consolidé, composé de particules minérales (et/ou organiques) distinctes, pouvant être séparées par des actions mécaniques légères, d'eau et de gaz. La roche est définie comme étant un matériau naturel consolidé, possédant une forte cohésion interne (résistance en compression supérieure à 1,5 Mpa).

b) Origine des sols :

- L'altération physique et chimique des roches mères, produit les sols résiduels et les sols transportés. Les grains de sable et les graviers, provenant des fragments de roche ou de minéraux, plus ou moins intacts .L'argile constituée de particules très fines provenant de l'altération chimique de certaines roches est le siège d'une activité superficielle des particules minérales, particulièrement intense en présence d'eau.
- La décomposition d'organismes vivants (végétaux la plupart du temps) produit des sols particulièrement médiocre tourbe, vase, …

L'essai CBR nous permet de déterminer l'épaisseur équivalente de la chaussée par la méthode dite CBR.

VIII.3) OBJECTIFS :

L'étude géotechnique qui est réalisée lors de l'établissement d'un projet de route a pour objet:

- de déterminer la nature des formations géologique rencontrées;

- Prévoir les modalités d'extraction des sols (engins à lame, défonceuses, brise roche, explosif....), et de réemploi des sols en remblai et plate-forme ;
- Détecter les points durs du tracé (stabilité des talus) et apprécier l'hydrologie des sites traversés.
- de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.

VIII.4) LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE :

VIII.4.a) Les essais d'identification (physiques):

- **Masse volumique et teneur en eau: s'**exprime pour un volume de sol donné par le rapport du poids de l'eau sur le poids du sol sec, Soit :

$$\omega = Ww/Ws$$

- **Masse volumique : (γ)** est la masse d'un volume par unité de sol

$$\gamma = W/V.$$

On calcule aussi la masse volumique sèche : $\gamma d = Ws/V$

Le but de cet essai, est de déterminer expérimentalement (au laboratoire) certaines caractéristiques physiques des sols.

- **Analyses granulométriques :**

C'est un essai qui a pour objet de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

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

L'analyse granulométrique est réalisée par tamisage pour les particules de dimension supérieure à 80µm et par sédimentométrie pour les « fines » de dimension inférieure à 80µm.

- **Limites d'Atterberg :**

Les limites de plasticité (Wp) et 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 les deux états plastique et liquide ; Les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité (IP = WL – WP), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

- **Equivalent de sable :**

C'est un essai qui nous permet de mesurer la propreté d'un sable, c'est-à-dire déterminé la quantité d'impureté soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.
L'essai équivalent de sables est défini par le coefficient **ES :**

$$ES=100xh2/h1$$

VIII.4.b) Les essais mécaniques :

- **Essai Proctor :**

L'essai Proctor est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence du compactage et de la teneur en eau ; il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale, afin d'obtenir une densité sèche maximale lors du compactage du sol. Cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée «W optimum Proctor ».

- **Essai C.B.R (California Bearing Ratio):**

Cet essai a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la 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 trois (3) énergies de compactage 10 c/c ; 25 c/c ; 55 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours pour les zones aride à semi-aride.

- **Essai Los Angeles :**

Cet essai a 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 dite « 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, on parlera du micro- Deval humide.

VIII.4.c) Essais chimique :

L'essai chimique (analyse chimique sommaire ou bien complète) permet de déterminer les constituants minéralogiques d'un sol ainsi que son agressivité.

VIII.5) ESSAIS IN SITU :

VIII.5.a) Les forages :

C'est le seul moyen précis pour reconnaître l'épaisseur et la nature des couches des sols en présence, on y prélève généralement des échantillons de sols remaniés ou intacts pour les besoins d'essais de laboratoire. Les forages permettent aussi de reconnaître le niveau des nappes éventuelles et le suivi de leur niveau à l'aide de types piézométrique.

Les forages peuvent être réalisés :

- **Manuellement.**
- **Par la tarière**.
- **Par la sondeuse**.

VIII.5.b) L'essai pressiométriques :

L'essai pressiométriques est un essai de chargement du terrain in situ de la paroi du forage, jusqu'à la rupture, il consiste à gonfler dans le sol une sonde cylindrique, dilatable radicalement, placée dans un forage préalable ; il permet par conséquence d'étudier la phase des petits déplacements du sol en déterminant un module de déformation du forage.

VIII.5.c) Essais pénétromètriques :

- **Pénétromètre statique** :

L'essai de pénétration statique consiste à foncer de manière continue dans le sol, à vitesse lente et constante, un pieu modèle réduit, dont le diamètre compris entre 30 et 100 mm. La résistance à l'enfoncement est mesurée de façon directe et continue, en fonction de la profondeur.

VIII.6) CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS :

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension > **80mm**.
- Matériaux plastique **IP**> **20%** ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.

Les matériaux des remblais seront établis par couche de **30cm** d'épaisseur en moyenne avant le compactage. 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.

Nota :
Les résultats finals des essais effectués n'ont pas été réalisés en laboratoire. Ils sont en cours d'exécution.

VIII.7) CONCLUSION :

Une attention particulière doit être apportée au niveau des terrassements lors de la construction par l'entrepreneur. Des dispositions doivent être prises pour ne pas remanier l'argile, assurer un bon drainage par des moyens adéquats.

Les recommandations suivantes doivent être prises en compte lors de la réalisation des terrassements :

- ✓ drainage de la nappe avant les travaux d'excavation.
- ✓ excavation de la terre végétale et des matériaux de remblai avec présence de matériaux délétères et de matières organiques sur toute leur profondeur.
- ✓ protéger la plate-forme argileuse par une couche drainante de nature graveleuse de 20cm d'épaisseur ou une nappe de géotextile.
- ✓ protéger tous les talus de déblais par des masques drainant sableux ou par des nappes de géotextiles drainantes.
- ✓ réaliser un fossé de crête de talus de déblai qui récoltera les eaux en amont des talus de déblai.
- ✓ mise en œuvre du remblai avec des matériaux sélectionnées et compactés par couche de 30cm pour atteindre une compacité de 95% de l'OPM.
- ✓ pour les talus de remblais, réaliser des descentes d'eau (du côté des dévers) chaque 25m dont les eaux déverseront dans le fossé bétonné en aval du remblai.
- ✓ végétalisation des talus de déblais et de remblais.
- ✓ la pente des remblais est de 2 horizontal pour 1 vertical. Et pour les déblais argileux est de 3 horizontal pour 2 vertical avec des bermes chaque 8m de largeur, ces bermes auront une largeur de 3 m avec une contre pente de 3%, chaque berme sera munie d'une semi buse, reliée au fossé bétonné en bas du talus de déblai.
- ✓ Le dimensionnement d'un nouveau corps de chaussée est en fonction d'un indice CBR entre 5 et 10, on prend un CBR égale à 5 (le cas le plus défavorable).

N.B :

Vu le manque du rapport géotechnique comme donné nous n'allons pas traiter cette partie.

IX .1) INTRODUCTION :

La qualité d'un projet routier, ne se limite pas à l'obtention bonne tracée en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra faire face aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds.

En effet des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc.……,pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonne caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

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

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

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

IX.2) LA CHAUSSEE :

IX.2.a) Définition :

- **Au sens géométrique :** la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel :** l'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

IX.2.b) Les différents types de chaussée :

Il existe trois types de chaussée:

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

1) Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

Couche de surface:

La couche de surface est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures.

Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

Elle est en générale composée d'une couche de **roulement** et d'une coche de **liaison**.

La couche de roulement: a pour rôle:

D'imperméabiliser la surface de chaussée.

D'assurer la sécurité (par l'adhérence) et le confort des usages (diminution de bruit, bon uni)

La couche de liaison: a pour rôle essentiel :

D'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.

étanchéité de l'assise

.

Couche de base :

Pour résister aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche de sol, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base est entre 10 et 25 cm,

Couche de fondation :

Assurer un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

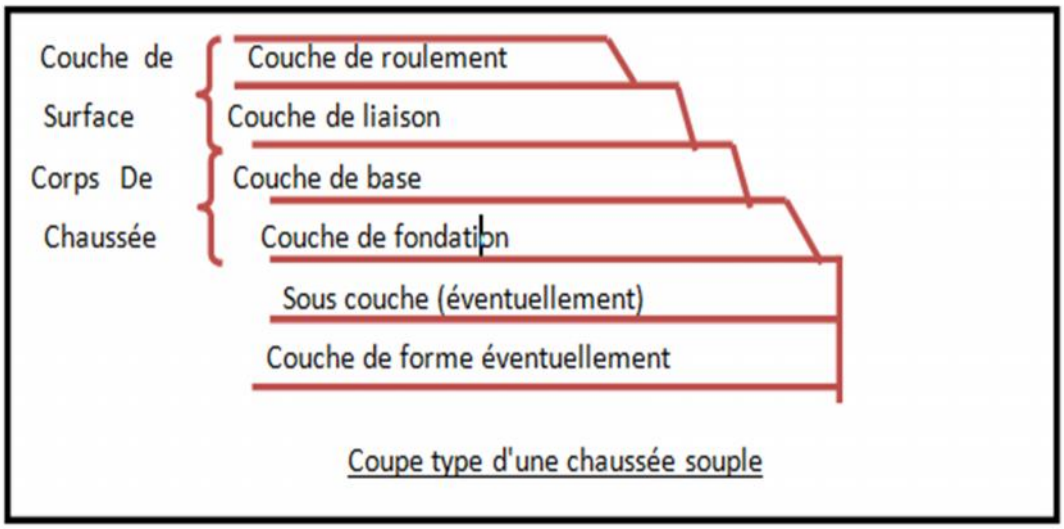
Couche de forme:

Elle est prévue pour reprendre à certains objectifs en fonction de nature de sol support.

- Sur un sol rocheux : joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface ;
- Sur un sol peu portant (argileux à teneur en eau élevée) :

Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

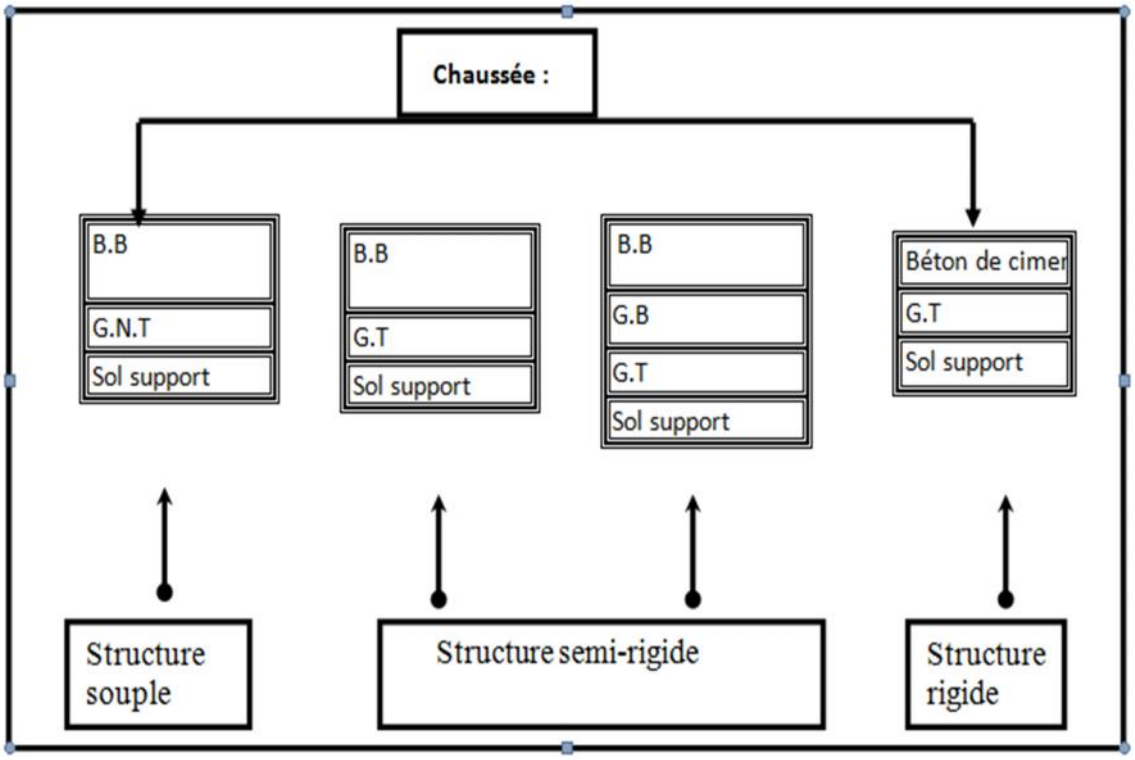
- Actuellement, on tient compte d'améliorer de la portance du sol support à long terme, par la couche de forme ; son épaisseur est en général entre **40et 70 cm,**



Coupe type d'une chaussée souple

2) Chaussée rigide:

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.



BB : béton bitumineux
GB : grave bitume
GT : grave traité
G.N.T : grave non traité.

3) Chaussée semi –rigide:

On distingue **:** Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,...) La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm.

IX.3)Les différents facteurs déterminants pour les études de dimensionnement de chaussée :

Toutes les méthodes de dimensionnement basées sur la connaissance de certains paramètres fondamentaux liés au :

IX.3.a) Trafic :

Le trafic principalement le trafic poids lourds , est l'un des paramètres prépondérants dans la conception des structures il intervient en fait d'abord dans le choix des matériaux puis dans le dimensionnement proprement dit de façon plus détaillée , le trafic gouverne les choix suivants :

1-Choix d'un niveau de service qui se traduira notamment par le choix de la couche de surface.

2-Choix de l'épaisseur des structures qui implique la fixation d'un niveau de risque.

$$N = T.\ A.\ C$$

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul :

$$C = [(1+\tau)^{p} - 1] / \tau.$$

τ : Taux de croissance du trafic.

p : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

IX.3.b) Environnement :

L'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, la température a une influence marquée sur les propriétés des matériaux bitumineux et conditionne la fissuration des matériaux traités par des liants hydrauliques.

IX.3.c)Le sol support :

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

Les plates-formes sont définies à partir :

- De la nature et de l'état du sol ;
- De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

IX.3.d) Matériaux :

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

IX.4) Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles de méthodes :

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

IX.4.a) Méthode de C.B.R :

C'est une méthode (semi – empirique) qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90- 100 %) de l'optimum Proctor modifier sur une épaisseur d'eau moins de 15 cm.

Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

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

L'épaisseur est donnée par la formule suivant :

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

$\mathbf{I_{CBR}}$: indice CBR, et en tenant compte de l'influence du trafic, la formule suivant :

$$e = \frac{100+(\sqrt{p})(75+50\log_{10}^{N})}{I_{CBR}+5}$$

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

P : charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).

Log : logarithme décimal.

- **Notion de l'épaisseur équivalente :**

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

$$Eq = \sum e_{(\text{réelle})} * a$$

- $a_1 \times e_1$: couche de roulement
- $a_2 \times e_2$: couche de base
- $a_3 \times e_3$: couche de fondation

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

Matériaux utilises	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	**2.00**
Grave ciment – grave laitier	**1.50**
Grave bitume	**1.20 à 1.70 (1.5)**
Grave concassée ou gravier	**1.00**
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	**0.75**
Sable gypseux	**0.75**
Sable ciment	**1.00 à 1.20**
Sable	**0.50**
Tuf	**0.60**

Tableau -1- : Coefficients d'équivalence

Remarque :

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe « e_1 » et «e_2 » et on calcule « e_3 ». Généralement les épaisseurs adoptées sont :

BB =6cm 8 cm GB= 10 cm 20 cm GC =15 cm 25 cm

GE =15cm 30 cm TVO= 25cm et plus.

IX.5) APPLICATION AU PROJET :

Données de l'étude :

- Année de comptage : 2011.
- TJMA2011=6456 v/j.
- Mise en service : 2014.
- Durée de vie : 20 ans.
- Taux d'accroissement : $\tau = 4$ %.
- Pourcentage de poids lourds : Z = 40 %.
- ICBR= 8 % (imbibé a 4 jours).

IX.5.a) Méthode C.B.R :

Détermination de N_{pl2030} :

TJMA 2014 $= TJMA_{2011}(1+\tau)^3$

$= 6456\times(1+0.04)^3$

$= 7262$ v/j

$TJMA_{2014}$=7262v/j

NPL2034 $=$ TJMA 2014$\times(2/3)\times$ %PL $\times0.9\times(1+\tau)^{20}$

=7262 $\times(2/3)\times0.9\times0.40\times(1+0.04)^{20}$

$=$ 3819 PL/j/voie p ch.

D'où :

N_{PL2034}=3819 PL/j/voie p ch

❖ **Détermination de l'épaisseur équivalente :**

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

P : charge par route P = 6,5 t

Log : logarithme décimal.

N= 3819 pl/j .

I_{CBR}=8%

$$e=\frac{100+(\sqrt{6.5})(75+50\log\frac{3819}{10})}{8+5}\approx 48\text{cm}$$

Donc l'épaisseur équivalente: a1.e1 + a2.e2 + a3.e3 = 48 cm

Où

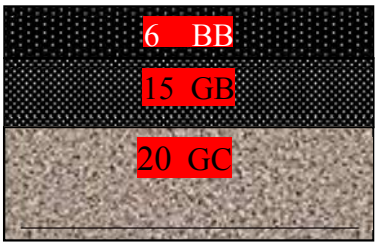
ai : coefficient d'équivalente des différents matériaux.

On suppose:

Nom de la couche	Matériaux	Epaisseur réelle	Coefficient d'équivalence	L'épaisseur équivalente de la couche
Roulement	BB	6	2	12
Base	GB	15	1.5	22.5
fondation	GC	20	1	20

Tableau -2- : épaisseurs réelles.

.



IX.5.b) Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP).

A) Détermination du type de réseaux principaux :

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

Réseau principal	Trafic (véhicules/jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

Tableau -3- : Réseau principal.

TJMA2011=6456 (V/j).

On a : 6456 (V/j) > 1500(V/j) ⟹ le réseau principal est : RP1

B) Détermination de la classe de trafic :

Définition du poids lourd : Un poids lourd (PL) est un véhicule de plus de 3.5 tonnes de poids total autorisé en charge.

- **TJMA2014** = 7262 v/j.
- **τ**= 4 %.
- **Z**=40%.
- **TPL**= 7262×0.40×0.5= 1452 PL/ j/sens.

C) Répartition transversale du trafic :

En l'absence d'informations précises sur la répartition de poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera la valeur du catalogue :

- chaussée unidirectionnelles à 2× 2voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite.

$\mathbf{TPL_{2014}}$ = 1452×0.9 = 1307 (PL/j/voie plus chargée).

TPL_{2014}=1307 (PL/j/voie p ch)

D) Détermination de la classe de trafic (TPLi) :

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

Classe TPLi pour RP1 :

TPL_i	**TPL_3**	**TPL_4**	**TPL_5**	**TPL_6**	**TPL_7**
PL/j/sens	**150-300**	**300-600**	**600-1500**	**1500-3000**	**3000-6000**

Tableau –4- : Classe TPL.

TPL= 1307 (PL/j/voie p ch). ⟶ La classe de trafic est : **TPL_5**

E) Détermination de la portance de sol-support de chaussée :

Présentation des classes de portance des sols :

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S4 à S0. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

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

Tableau -5- : Portances

Classes de portance de sol support pour le dimensionnement :

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir :

S3, S2, S1, S0. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E\ (Mpa) = 5.CBR$$

Classes de portance de sol-support	S3	S2	S1	S0
Module (MPA)	25-50	50-125	125-200	>200

Tableau -6- : Classes de portances.

E (MPA) = 5×8 = 40 (Mpa) ⟶ **S3**

Remarque:

D'après le tableau (5) de catalogue, on préconise de réaliser une couche de forme de 40cm en (TVO) en deux couches, afin de surclasser la classe de portance de ce sol, de S3 vers S2.

F) La structure recommandée par le fascicule 3 de catalogue de dimensionnement :

- réseau principal niveau 1 (RP1) GB /GNT ;
- zone climatique I ;
- duré de vie 20 ans et le taux d'accroissement 4%
- classe de trafic TPL5 ;
- classe de portance de sol support S2 ;



- **Conditions aux interfaces :**

Les conditions aux interfaces interviennent dans la modélisation de la structure pour les calculs des contraintes et déformations effectuées à l'aide de model retenu dans les calculs. Les différentes hypothèses adoptées sont synthétisées dans le tableau (3) de fascicule (02) page (11).

Structures types	Hypothèses sur le type d'interface
BB/GB/GNT ou TUF ou SG/SOL	Toutes les interfaces sont collées

- **Le risque de calcul :**

D'après le catalogue de dimensionnement algérien nous avons un risque de**10%.**

	CLASSE DE TRAFIC	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
RISQUE (R%)	GB/GB GB/GNT	20	15	10	5	2

- **Choix des températures équivalentes :**

	Zone climatique		
Température équivalente θeq	**I et II**	**III**	**IV**
	20	**25**	**30**

- **Calcul le trafic cumulé:**

TCi = TPLi × 365× ((1 + i) ^{n} - 1) /i.

i : taux d'accroissement 4%

n : durée de vie 20 ans

TCi = **[**1307 x 365**((**1+0.04)^{20}-1**)]** / 0.04

TCi=14.20x106 PL/J/SENS.

- **Calcul le trafic cumulé équivalent :**

TCEi =TCi .A

A : coefficient d'agressivité de PL par rapport à l'essieu de référence de 13t

On a **RP1** et chaussée à matériaux traité au bitume, d'après le tableau (11) de fascicule on trouve donc **: A=0.6**

Donc TCEi= 14.20x10^{6}x 0.6 **= 8.52x10^{6}** (essieux 13t)

TCEi=8.52x10^{6} (essieux 13t).

G) **Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :**

Il faudra vérifier que **εt** et **εz** calculées à l'aide d'Alize III, soit inferieurs aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à **εt, adm** et **εz, adm. εt :** étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume. εz : étant la déformation verticale sur le sol support.

- **Calcul la déformation admissible (εz, adm.)De sol support :**

La valeur admissible est donnée par la relation empirique déduit à partir d'une étude statique de comportement des chaussées algériennes.

Cette formule est :

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

D'où : $\varepsilon_{z,adm} = 22\times 10^{-3}\times (8.52x10^{6})^{-0.235} \longrightarrow \varepsilon_{z,adm} = 5{,}17.10^{-4}$

ε $_{z,adm}$= 5,17.10 $^{-4}$

➢ Calcul de la déformation admissible εt.ad à la base de GB :

$$\varepsilon_{t.ad} = \varepsilon_6(10°C\ ,\ 25Hz)\ x\ Kne\ x\ K\theta\ x\ Kr\ x\ Kc$$

On a d'après le tableau (13) fascicule (02) :

- $\varepsilon_6(10°C\ ,\ 25Hz) = 100\ .10^{-6}$

- $Kne = \left(\frac{TCEi}{106}\right)^{b} = \left(\frac{8.52x106}{106}\right)^{-0.146} = 0.731$ → **Kne =0.731**

- $K\theta = \left(\frac{E(10°C\ ,10Hz)}{E(\theta eq,10Hz)}\right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{7000}\right)^{0.5} = 1.336.$ → **Kθ=1.336**

- **Kr = 10-tbδ,** avec r =10%, donc: **t = -1 ,282 ; b= −0.146**; **c= 0,02 ; SN= 0,45 ; SH= 3cm.**

$$\delta = \sqrt{\left(SN2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh\right)2\right)}$$

D'où δ= 0,61

Kr = 0 ,768 → **Kr = 0 ,768**

- **Kc = 1.3** → **Kc = 1.3**

ALORS : $\varepsilon_{t.ad}$ =100 .10^{-6} x 0.731x0 ,768x1.336 x 1.3

εt.adm =97,50.10^{-6}

- **Résultats de calcul par Alize III :**

	Epaisseur (cm)	Module(Mpa)	Coef de poisson ν
Couche de roulement	6 BB	4000	0.35
Couche de base	20 GB	7000	0.35
Couche de fondation 2	15 GNT	312,5	0.25
Couche de fondation 1	15 GNT	125	0.25
Couche de forme (Sol support)	TVO	50	0.25

Tableau -7- : Résultats de calcul par Alize III.

- **Résultats de la simulation:**

```
          POSITION DE LA VALEUR MAXIMALE POUR UN JUMELAGE
          A SOUS UNE ROUE SIMPLE
          B SOUS UNE DES ROUES DU JUMELAGE
          C AU CENTRE DU JUMELAGE
          A= 12.500 D= 37.500 Q= 6.620
          NOMBRE DE COUCHES 5
**********************************************************************
**
    *    *       *      *      *      *      *
    *  Z *       * EPSILONT *  SIGMAT * EPSILONZ *  SIGMAZ *

**********************************************************************
***
    *   .00*       * .153E-03B* .611E+01B* .166E-03A* .662E+01A*
    *     * E= 40000. *       *       *       *       *
    *     * NU= .00   *       *       *       *       *
    *     * H1= 6.00  *       *       *       *       *
    *  6.00*       * .734E-04C* .294E+01C* .153E-03B* .613E+01B*
    *------*--- COLLE---*----------*----------*----------*----------*
    *  6.00*       * .734E-04C* .514E+01C* .875E-04B* .613E+01B*
    *     * E= 70000. *       *       *       *       *
    *     * NU= .00   *       *       *       *       *
    *     * H2= 20.00 *       *       *       *       *
    * 26.00*       * -.911E-04C* -.638E+01C* .763E-05B* .534E+00B*
    *------*--- COLLE---*----------*----------*----------*----------*
    * 26.00*       * -.911E-04C* -.285E+00C* .171E-03B* .534E+00B*
    *     * E= 3125.  *       *       *       *       *
    *     * NU= .00   *       *       *       *       *
    *     * H3= 15.00 *       *       *       *       *
    * 41.00*       * -.115E-03C* -.360E+00C* .894E-04C* .279E+00C*
    *------*--- COLLE---*----------*----------*----------*----------*
    * 41.00*       * -.115E-03C* -.144E+00C* .223E-03C* .279E+00C*
    *     * E= 1250.  *       *       *       *       *
    *     * NU= .00   *       *       *       *       *
    *     * H4= 15.00 *       *       *       *       *
    * 56.00*       * -.120E-03C* -.150E+00C* .150E-03C* .187E+00C*
    *------*--- COLLE---*----------*----------*----------*----------*
    * 56.00*       * -.120E-03C* -.599E-01C* .374E-03C* .187E+00C*
    *     * E= 500.   *       *       *       *       *
    *     * NU= .00   *       *       *       *       *
*   *  H5=INFINI *       *       *       *       *
    *    *       *       *       *       *       *
   **********************************************************************
    *  D  *     46.06MM/100          *       R*D          *
    *  R  *     723.97M              *     33347.06M*MM/100    *

**********************************************************************
                MODULES ET CONTRAINTES EN BARS
```

	Déformations admissibles	Déformations calculées
ε_z sol support	517.10^{-6}	374.10^{-6}
ε_t à la base de GB	$97{,}50.10^{-6}$	$91{,}10.10^{-6}$

Donc La structure **6BB + 20GB + 30GNT**estdonc vérifiée, car :

$$\varepsilon t < \varepsilon t.ad \text{ et } \varepsilon z < \varepsilon z.ad$$

RESUME :

L'application des deux méthodes nous donne les résultats suivants :

Indice CBR	méthode	
	CBR	C.T.T.P
8	6 (BB) + 15 (GB) +20(GC)	6 (BB) + 20 (GB) +30 GNT
Epaisseur équivalente	55 cm	72 cm (+ 40cm TVO)
Epaisseur réelle	41 cm	56 cm (+40 cm TVO)

Tableau -8- : récapitulatifs des résultats

IX.6) CONCLUSION :

D'après les tableaux ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante, alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs moins importantes. La méthode CBR c'est une méthode empirique ne prend pas en considération le comportement physique et mécanique de chaussée. La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves étant une méthode qui s'appuient sur des lois de comportement à la fatigue et les différents paramètres soit physiques ou mécaniques, alors nous proposons de l'appliquer à notre projet pour les raisons suivantes :

- Augmentation de la longévité de la route.
- La réduction des coûts d'entretien.

- Expérimentation de la méthode pour avoir un retour d'expérience suffisant pour sa généralisation et son adoption ou bien à sa révision selon les observations qui seront faites.
- Un meilleur comportement à l'agressivité des charges son cesse croissantes (l'orniérage).
- Méthode appliquée au contexte algérien et validé par le ministère des travaux publics.
- Donc après les calculs et la vérification des déformations par ALLIZE III on prend la structure qui est donnée par la méthode de catalogue algérien.

6 (BB) + 20 (GB) +30 GNT

X.1) INTRODUCTION :

L'évacuation des eaux pluviales est l'une des préoccupations fondamentales dans le domaine des routes, car la présence d'eau provoque plusieurs inconvénients tel que les problèmes d'inondation ; glissement des terrains, ainsi que les problèmes d'érosion, stabilité des talus, et la dégradation des chaussées par défaut de portance du sol. Donc une solution à ses problèmes fut adaptée, c'est de prévoir des dispositions adéquates pour évacuer l'eau loin de la route, l'ensemble de ses travaux porte le non Assainissement.

X.2) 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 la chaussée.
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amant de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).
- Eviter les problèmes d'érosions.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

X.3) DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES:

- **Nécessité du drainage des eaux souterraines :**

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. L'infiltration de ces eaux dans la plateforme baisse considérablement sa portance. Il faut donc veiller à éviter :

- La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

❖ **Protection contre la nappe phréatique :**

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation.

Si le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface, la teneur en eau du sol tend vers un état d'équilibre dont dépend la portance finale. Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

- Soit dimensionner la chaussée en conséquence.
- Soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

Le choix de l'une ou l'autre de ces trois solutions dépend :

- Des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- De l'importance des problèmes de gel.
- De leurs coûts respectifs.

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

X.4) ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE :

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations. 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. Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cunettes, 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 le moindre coût.

X.4.a) Fossé de pied du talus de déblai :

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires. Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

X.4.b) Fossé de crête de déblai :

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate -forme.

X.4.c) Fossé de pied de talus de remblai :

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement).ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate- forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau.

X.4.d) Drain :

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant longeant. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements. Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

X.4.e) Descentes d'eau :

Dans les sections des routes en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes

d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m.

X.5) DEFINITION DES TERMES HYDRAULIQUES:

- **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).

- **Les regards :**

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

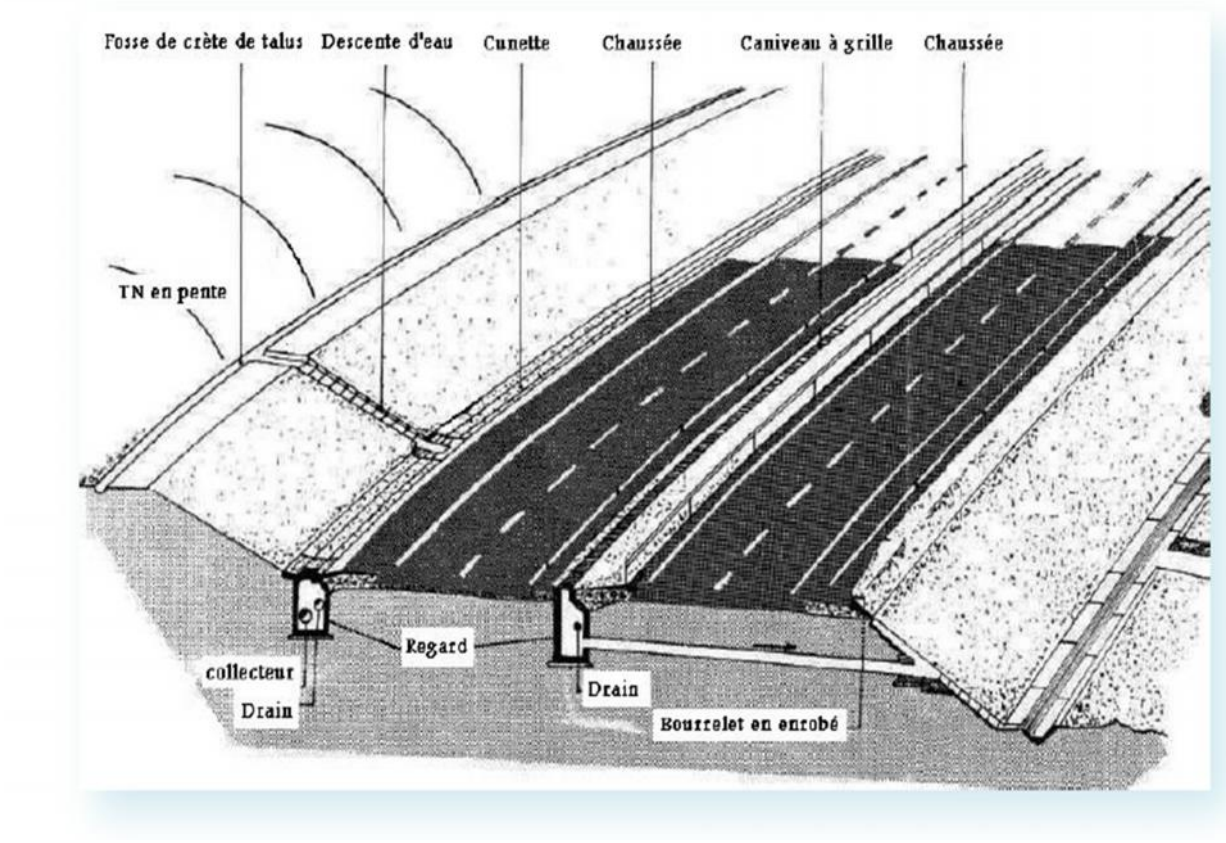


Figure1 : Schéma récapitulatif

X.6) DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EVACUATIONS :

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

$$Qa = Qs$$

- **Qa :** débit d'apport en provenance du bassin versant (m3/s).
- **Qs :** débit d'écoulement au point de saturation (m3/s).

Le débit d'apport est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivant:

$$Qa = K.C.I.A$$

- **K :** coefficient de concentration, K = 1/360.
- **C :** coefficient de ruissellement.
- **I :** l'intensité de l'averse exprimée (mm/h).
- **A :** superficie(Aire) du bassin versant (HA).

Coefficient de ruissellement ' C ' :

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau tombe sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après :

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtement en enrobés	0.80 à 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.40
Talus, sol perméable	0.10 à 0.30	0.30
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

Tableau -1- Coefficient de ruissellement 'C'

Détermination de l'intensité(I) :

- **la précipitation :** La précipitation Pj (%) est obtenue par la formule suivante

$$\mathbf{Pj\ (\%)} = \frac{Pj}{\sqrt{C_v^2+1}} \cdot e^{u\sqrt{In(C_v^2+1)}}$$

Pjmoy : pluie journalière moyenne (*mm*).

Cv : Coefficient de variation.

U : Variable de Gauss, donnée par le tableau suivant :

Fréquence au dépassement (%)	**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

Tableau 2: variable de Gauss(u)

La période de retour :

- Les buses seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans.
- Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- Les ponts dimensionnées pour une période de retour 100 an

Le temps de concentration :

La période (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 :

Lorsque A < 5 km² : $\mathbf{tc = 0{,}127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}}$

Lorsque 5 km² ≤ A < 25 km² : $\mathbf{tc = 0{,}108 \times \frac{\sqrt[3]{A\,L}}{\sqrt{P}}}$

Lorsque 25 km² ≤ A < 200 km² : $t_C = \frac{4\sqrt{A}+1.5L}{0.8\sqrt{H}}$

Tc : Temps de concentration (heure) ; **L** : Longueur de bassin versant (km).

A : Superficie du bassin versant (km²) ; **P** : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m)

$$Pt(\%) = Pj(\%) \times \left(\frac{TC}{24}\right)^b$$

Pj **:** Hauteur de la pluie journalière maximale.

b : Exposant climatique.

Pt: pluie journalière maximale annuelle.

tc : Temps de concentration (heure).

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

$$I_t = I \times \left(\frac{TC}{24}\right)^B$$

Tell que:

B= b-1

$I=\frac{Pj}{24}$ **(I** : l'intensité de l'averse pour une durée de **1h)**

It : Intensité de la pluie (mm/h)

.

<u>Débit de saturation (QS)</u> : ce dernier est donné par la formule de **MANING-STRIKLER.**

$$Q_S = k_{st}.\ Sm\ .Rh^{2/3}\ i^{1/2}$$

Avec :

Rh : rayon hydraulique.

i : pente de l'ouvrage d'évacuation.

K_{st} **:** coefficient de rugosité.

K_{st} **= 70** pour les dalots.

K_{st} **= 80** pour les buses.

Rh : rayon hydraulique (section du profil mouille / périmètre du profil mouille).

Sm : section mouillée de l'ouvrage.

X.7) APPLICATION AU PROJET :

Les données pluviométriques :

- Les données pluviométriques de la région de Bouira sont :
- La pluie journalière moyenne **Pj moy = 60.35 mm.**
- Le coefficient de variation **CV = 0.42.**
- L'exposant climatique **b = 0,41.**
- coefficient de conversion des unités **K = 2.778.**

Calcul hydraulique :

- **Calcul de la pluie journalière maximale annuelle Pj :**

$$\mathbf{Pj\ (\%)} = \frac{Pj}{\sqrt{C_v^2 + 1}} . \ e^{u\sqrt{In(C_v^2+1)}}$$

Pour une période de retour égale à 10 ans (cas de **fossés)**

$$\mathbf{Pj\ (10\%)} = \frac{60.35}{\sqrt{(0.42)^2 + 1}} . \ e^{1.28\sqrt{In((0.42)^2+1)}}$$

Pj (10%)=93.06 mm

- **Calcul du Temps de concentration :**

Lorsque A< 5 km²

$$\mathbf{tc = 0{,}127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}}$$

	Pente %	A (Ha)	Tc(h)
Chaussée	2.5	0.285	0.042
Berme	4	0.030	0.010
Talus	67	0.448	0.010

- **Calcul de la fréquence d'averse Pt :**

$$Pt(\%) = Pj(\%) \times \left(\frac{TC}{24}\right)^{b}$$

	Pj(%)	Tc(h)	Pt(%)
Chaussée	93.06	0.042	6.89
Berme	93.06	0.010	3.82
Talus	93.06	0.010	3.82

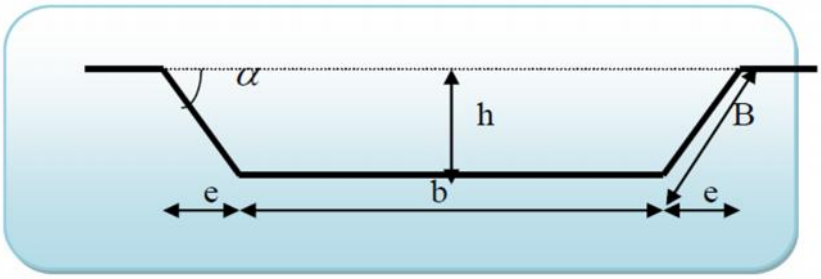
- **Calcul de l'intensité de l'averse :**

$$I(10\%) = \frac{Pj(10\%)}{24} = 3.87 \text{ mm/h} \qquad B = -0.49$$

$$I_t = I \times \left(\frac{TC}{24}\right)^{B}$$

	I (mm/h)	Tc(h)	It (mm/h)
Chaussée	3.87	0.042	86.82
Berme	3.87	0.010	175.39
Talus	3.87	0.010	175.39

Dimensionnement de fossé :



Coupe transversal de fossé

Surface d'apport	Surface (Ha)	K	Coefficient C	Intensité (mm/h)	Débit (m3/s)	Qa m3/s
Chaussée	0.285	2.778	0.95	86.82	0.0650	136.10^{-3}
Berme	0.030	2.778	0.40	175.39	0.0058	
Talus	0.448	2.778	0.30	175.39	0.0654	

- **Calcul de la surface mouillée :**

$$S_m = bh + 2\frac{eh}{2}$$

$$tg\alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \quad \text{d'où} \quad e = n.h$$

$$Sm = bh + n.h2 = h.\,(b + n.h)$$

Sm = bh + n.h2 = h. (b + n.h)

- **Calcul du périmètre mouille :**

$$Pm = b + 2B$$

Avec : $B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2.h^2} = h.\sqrt{1 + n^2}$

$$\mathbf{P_m = b + 2\,h.\sqrt{1 + n^2}}$$

- **Calcul le rayon hydraulique** :

$$R_h = S_m / P_m = \frac{h.(b+n.h)}{b+2h\sqrt{1+n^2}}$$

- **LA FORMULE DE MANNING STRICKLER**

$$\mathbf{Q_a = Q_s = (K_{st}.i^{1/2}).h.(b + n.h).[} \frac{h.(b+n.h)}{b+2h\sqrt{1+n^2}} \mathbf{]^{2/3}}$$

Avec :

$$\begin{cases} \mathbf{K} = 60 \\ \mathbf{I} = 1.0\ \% \\ \frac{1}{n} = \mathbf{1} \end{cases}$$

Après un calcul itératif on trouve **h= 20 cm**

Pour des raisons de sécurités on prend un fossé (b=50 cm, H=25 cm)

Donc : Le fossé est de base **b = 50 cm** et une hauteur **h = 25 cm** .

SUPERFICIE DES BASSINS VERSANTS :

Les bassins d'apports d'eaux pluviales ont été délimités en fonction de la structure des thalwegs et des lignes de crêtes sur une carte d'Etat-major au 1/50.000, la superficie est calculée directement par le logiciel de dessin AUTOCAD.

$$\mathbf{Q = K. C. I. A}$$

pk	Les ouvrages	Surface drainée (km2)	Type de surface	Coefficient de ruissellement	Débit (m3/s)
0+325	Buse Ø800	0.48	Terrain naturel	0.3	0.97
0+787	Buse Ø800	0.34	Terrain naturel	0.3	0.75
1+125	Buse Ø1000	0.53	Terrain naturel	0.3	1.05
1+525	Buse Ø800	0.46	Terrain naturel	0.3	0.94
1+825	Buse Ø800	0.46	Terrain naturel	0.3	0.94
2+075	Buse Ø1500	3.27	Terrain naturel	0.3	4.16
2+775	Buse Ø800	0.23	Terrain naturel	0.3	0.56
3+063	Buse Ø1000	1.51	Terrain naturel	0.3	2.32
4+025	Buse Ø800	0.22	Terrain naturel	0.3	0.54
4+700	Buse Ø500	0.07	Terrain naturel	0.3	0.22
5+012	Buse Ø500	0.06	Terrain naturel	0.3	0.20
5+812	Buse Ø800	0.15	Terrain naturel	0.3	0.40
5+925	Buse Ø800	0.24	Terrain naturel	0.3	0.58
8+555.4	Buse Ø800	0.36	Terrain naturel	0.3	0.78
8+700	Buse Ø800	0.23	Terrain naturel	0.3	0.56
8+950	Buse Ø600	0.13	Terrain naturel	0.3	0.36
9+425	Buse Ø800	0.45	Terrain naturel	0.3	0.93

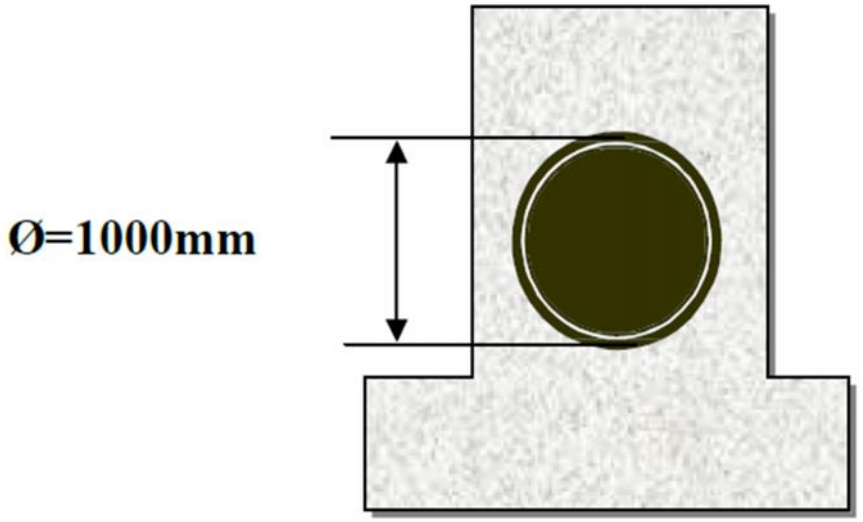
Exemple Dimensionnement des buses :

OUVRAGE DU PK = 3+0.63 (BUSE Ø1000) :

débits d'apport	Surface A (km2)	Pente du Talweg i (m/m)	tc (heure)	P (j) (mm) 10 ans	P (t) (mm) 10 ans	Intensité i (mm/h) 10 ans	Qa (m3/s) 10 ans
	1.51	3	0.09	93.06	9.42	59.76	2.32
débit de saturation	BUSE	Pente %	K	Sm	Rh	Qs	V (m/s)
	Ø1000	1	80	0.78	0.25	2.40	2.95

Récapitulatif du Calcul

L'ouvrage proposé satisfait largement les conditions de débits Q < QS et de vitesse 0.6 m/s <V<4 m/s.



XI.1) INTRODUCTION :

Si l'intensité de la circulation devient trop forte, pour s'accommoder d'un écoulement intermittent des véhicules et surtout lorsque l'importance des itinéraires n'est pas compatible avec les systèmes d'arrêt et de reprises, on est conduit à supprimer le carrefour plan en faisant le croisement des routes à des niveaux différents.

XI.2) DEFINITION :

L'échangeur est un ouvrage à croisement étagé « niveaux différents » ou un carrefour dénivelé entre deux routes avec raccordement de circulation entre les voies qui se croisent. En terme plus technique, c'est un dispositif de raccordement entre plusieurs voies de circulation sans croisement à niveau sur l'autoroute permettant d'y accéder ou d'en sortir.

Les croisements à niveau sont éliminés complètement aux conflits de virage ils sont supprimés ou minimisés selon le type d'échangeur à préconiser, on les par:

- **Nœud** : quand il raccorde une voie rapide à une autre voie rapide.
- **Diffuseur** : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.
- **Mixte** : quand il assure en plans des échanges avec voirie locale.

XI.3) ROLE D'UN ECHANGEUR :

Le but d'un échangeur est de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans le sens considéré et par ordre d'importance les divers sens de par cours utilisés par les usagers de la route.

➢ Avantages de l'échangeur :

Les avantages de l'échangeur sont :

- Facilité aux usagers un déplacement dans de bonne conditions de confort et de sécurité.
- Evite les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents.
- Evite les points d'arrêts qui provoquent des pertes de temps considérable « problèmes d'encombrement bouchon ».

- Evite les contraintes d'arrêt et de reprise.
- Assure la continuité du réseau autoroutier.

➢ **Inconvénients de l'échangeur :**

L'inconvénient majeur, entraîne un investissement financier volumineux, c'est pourquoi son utilisation comme solution aux problèmes d'un carrefour doit être pleinement justifiée.

XI.4) REGLE DE CONCEPTION :

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

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

XI.5) CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES ECHANGEURS :

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

- Pont.
- Carrefour (s) plan (s).
- Bretelles.

➢ **Pont :**

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 passage supérieur est un ouvrage d'art désigne **pont.**

Le nombre d'ouvrage d'art « pont » dans un échangeur est en étroite relation avec :

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

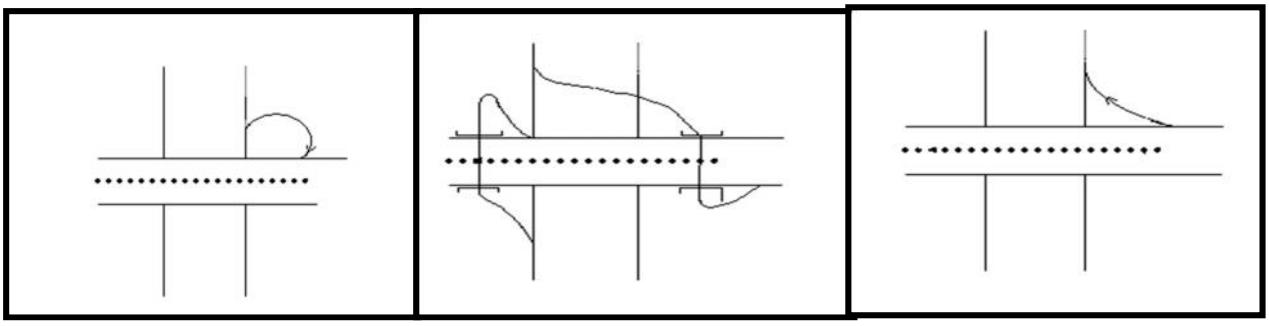
➢ **Carrefour plan :**

On trouve les carrefours plans seulement sur les raccordements autoroute-route ordinaire, leur aménagement doit tenir compte des facteurs sécurité commodité et débite un compromis entre ces conditions doit être recherche.

➢ **Bretelles :**

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

- **Type de bretelles :** Il y a trois type de brettelles, leurs combinaisons nous donnes plusieurs types d'échangeurs :
  - Bretelles diagonal.
  - Bretelles anse.
  - Bretelles en boucle.



BOUCLE **ANSE** **DIAGONALE**

Figure-représente les type des bretelles.

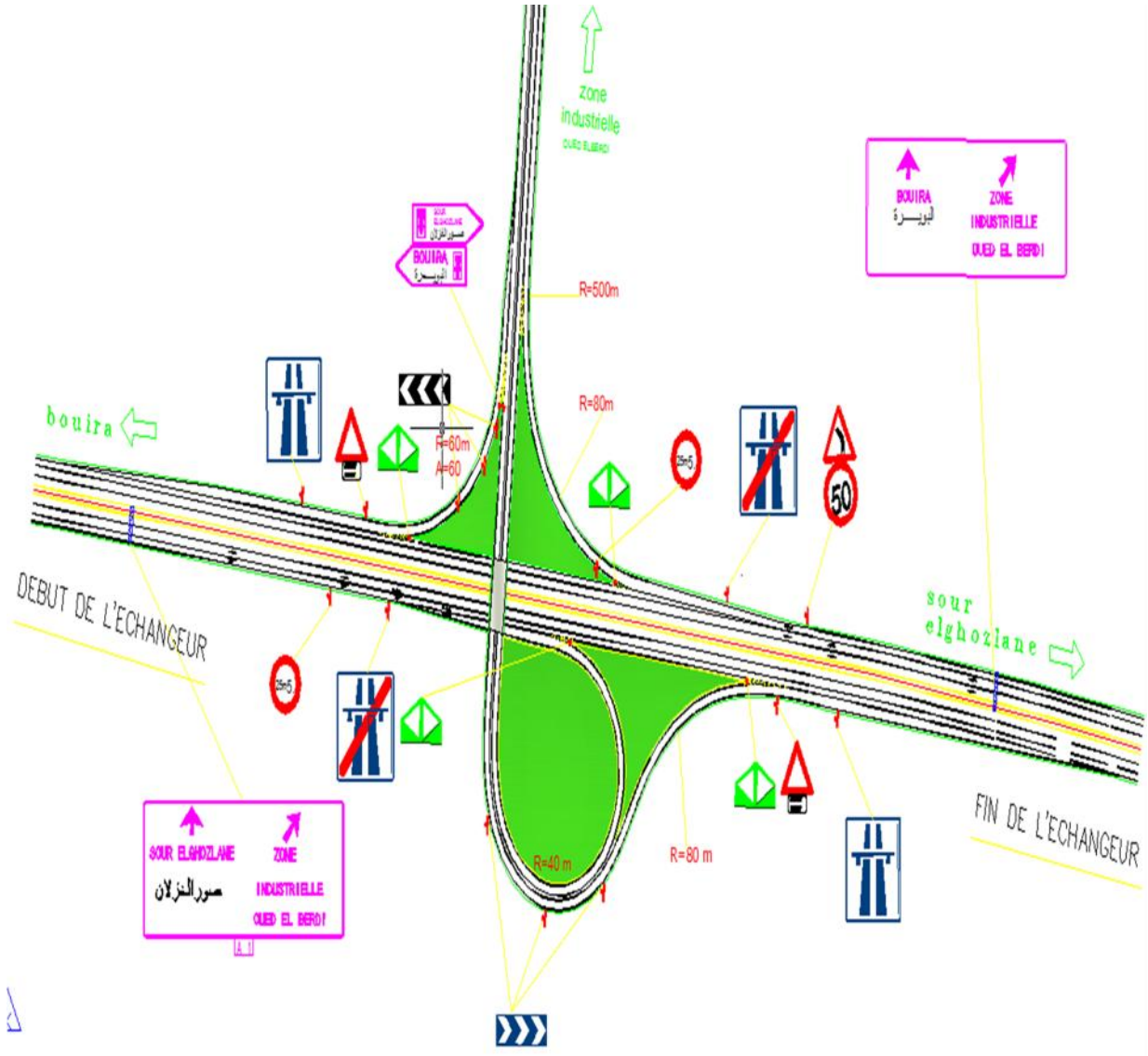
XI.6) CHOIX DE L'ECHANGEUR :

Notre échangeur va relier la voie express (2×2voies) avec la zone industrielle d'OUED EL BERDI, on choisit l'échangeur **trempette.**

Pour relier ces deux axes routiers nous avons choisis un échangeur mineur de type trempette pour les raisons suivantes :

- L'échangeur trempette assurer une bonne sécurité aux usagers et offrant une bonne visibilité.
- Assurer une bonne fluidité du trafic.

Le gain de temps dont vont bénéficier les usagers de cette échangeur car il favorise toutes les directions existantes.



XII.1) Introduction :

La conception d'un pont doit satisfaire à un certain nombre d'exigences puisqu'il est destiné à offrir un service à des usagers. On distingue les exigences fonctionnelles qui sont des caractéristiques permettant au pont d'assurer sa fonction d'ouvrage de franchissement, et les exigences naturelles qui sont l'ensemble des éléments de son environnement influant sur sa conception.

XII.2) L'exigence fonctionnelle :

Ces exigences concernent :

1. Le tracé en plan :

- Ouvrage1 : Sur l'axe au PK (1+725) d'une portée de 24 m.et d'une largeur de 8 m (l'ouvrage 1 est un passage supérieur).

- Ouvrage2 : sur l'axe au PK (3+025) d'une portée de 24 m et une largeur de 8 m (l'ouvrage 2 est un passage supérieur).

2. La ligne rouge :

La ligne rouge de la voie express passe au-dessous de l'ouvrage.

3. La chaussée :

La largeur roulable L =7m.

4. Gabarit à réserver :

On appelle gabarit le minimum à dégager au-dessus de la voie franchie, mesuré perpendiculairement à cette voie.

En ALGERIE, il est réglementé que le passage sur :

Les autoroutes et les routes expresses doivent respecter un gabarit de 5.25m.

Les routes ordinaires doivent respecter un gabarit de 4.50 à 4.80 m

Pour le chemin de fer on doit respecter un gabarit de 6 m.

L'adaptation architecture en site :

Il faut prendre en compte la qualité esthétique de l'ouvrage et de son adaptation au site.

Les exigences naturelles :

La reconnaissance de la nature du sol est souvent décisive pour le choix entre plusieurs types d'ouvrages. Elle conditionne le type de l'ouvrage et l'emplacement des fondations des appuis.

XII.3) CHOIX DU TYPE D'OUVRAGES:

Notre objectif est de déterminer le type d'ouvrage qui apparaît à première vue comme le meilleur et qui fait ensuite l'objet d'étude plus approfondie. C'est une opération de synthèse dans laquelle interviennent de nombreux paramètres.

Plusieurs types sont envisagés, alors on procédera par élimination des ouvrages qui ne répondent pas au condition imposée.

Les ponts en béton armé :

On distingue deux catégories de ponts en B.A

a. Pont a poutres en B.A :

Ce type d'ouvrage a été largement employé au début des programmes travaux autoroutiers.

Le tablier est constitué de poutres longitudinales, espacées de 3 à 4m, qui sont solidarisés entre elles par des entretoises sur appuis en travées, et par un hourdis formant la couche de roulement.

a.1.Avantages :

- Economique du point de vue de consommation des matériaux.
- Portée allant de 10 à 20 m
- Nécessite un entretien réduit par rapport aux ponts métalliques et mixtes.

a.2.Inconvénients :

- Complication des coffrages le rend relativement coûteux en main d'ouvres.
- Les structures continues sont très rigides et sensibles aux tassements différentiels.

b. Ponts dalles en B.A :

La dalle en B.A est la plus intéressant pour les portées déterminantes allant jusqu'à 15 m, elle peut rester compétitive jusqu'à 18m de portée voir 20 m avec une section transversale en encorbellement latéraux (ce qui permet d'alléger le poids propre).

b.1.Avantages :

- Permet de réemploi des coffrages.
- Coffrage simple.
- Ne nécessite pas une main d'œuvre hautement qualifiée.
- Moins épais que les ponts à poutres en B.A.
- S'adapte mieux pour les ponts biais.

b.2.Inconvénients :

- Consomme plus de béton et d'acier par rapport à un pont à poutres en B.A.
- Portée limité 20m.
- Echafaudage important.
- Déconseillé pour les travées continues.

Les ponts en béton précontraint :

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

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

On distingue deux types de pont en B.P.

- **Ponts à poutres en B.P :**

Les poutres sont précontraintes par câbles ou par fils adhérents (post tension ou prétention respectivement).

Leur fabrication à terre permet d'économiser souvent onéreuse d'un cintre. Les ponts à poutres en B.P sont de 25 m leur portées les plus économiques se situent entre 30 et 35 m.

Avantage :

- Une meilleure utilisation de la manière puisqu'il n'y a pas béton inutile, le béton situé autour des armatures de précontraintes est toujours comprimée, on limite ainsi le risque de corrosion des aciers.
- L'effort de précontrainte agissant en sens inverse des charges extérieures limitées les déformées.
- La possibilité d'assembler des éléments préfabriqués sans échafaudages.
- La possibilité de franchir de plus grandes portées qu'avec des ouvrages en B.A.

Inconvénients :

- La nécessité de fabriquer du béton plus résistant principalement avec 28J.
- La nécessité de disposer d'une personnelle qualité pour la vérification de la pose des gaines et câbles et pour la mise en tension des câbles.
- L'obligation est d'attendre que la mise en tension soit faite pour pouvoir décintrer ou décoffrer.
- **Ponts dalle en B.P :**

La dalle précontrainte est réservée essentiellement pour les passages supérieurs et inférieurs autoroutiers, elle prend le relevé de la dalle dans la gamme de portées de 15 à 23 m environ qui est la portée économique.

Les ponts mixtes :

La dalle de découverture participe à la résistance générale, la liaison acier béton est assurée par les connecteurs. Le tablier mixte présente les avantages et les inconvénients.

Avantage :

- Légèreté rapportée aux tabliers en béton.
- La rapidité et simplicité de mise en œuvre, la pose des poutres est généralement plus simple.
- La simplicité d'usinage des poutres à âmes pleines.
- La possibilité de franchir de grandes portées.

Inconvénients :

- Matériaux très chers.
- Surveillance avec visite périodique.
- Risque de déversement des poutres métalliques.
- Entretien difficile.

Solution technique retenue :

Vu les avantages et les inconvénients de chaque type et vue les conditions techniques exiger par le site, le choix de notre ouvrage se portera sur :

- **Ouvrage1 :** Pont poutres en BETON PRECONTRAINT.
- **Ouvrage 2 :** Pont poutres en BETON PRECONTRAINT.

XIII.1) SIGNALISATION :

XIII 1.1) INTRODUCTION :

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'usager de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'usager 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 hésitations et fausses manœuvres.

Elle doit donc lui permettre d'anticiper toute manœuvre ou tout changement de direction et lui permettre de s'y préparer. En plus de lui servir de guide en lui indiquant la route à suivre ainsi que les dangers qui la parsèment (courbe en pente prononcée, accotement mou, chaussée glissante, etc.), elle lui rappelle les diverses prescriptions du code de la sécurité routière et des règlements municipaux.

Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous. Il est, par conséquent, en constante évolution et fait l'objet de recherches continues afin d'accroître la sécurité routière et la fluidité de la circulation.

XIII.1.2) OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE :

La signalisation routière a pour rôles :

- De rendre plus sûr et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaine prescription du code de la route.
- De donner des informations relatives à l'usager de la route.

XIII.1.3.) LES CRITERES DE CONCEPTION DE LA SIGNALISATION :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec les règles de circulation ;
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale ;

- Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'usager.

Catégories de signalisation : On distingue :

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

XIII.1.4) TYPES DE SIGNALISATION :

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale ;
- Signalisation horizontale.

A. Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

- **Signalisation avancée :**

Le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection.

Le signale B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

- **Signalisation de position :**

Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route ou les usagers doivent marquer l'arrêt.

➢ **Signalisation de direction :**

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

B. Signalisation horizontale:

Elle concerne uniquement les marquages sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation.

❖ **Type de signalisation :**

La signalisation horizontale se divise en trois types:

✓ **Marquages longitudinale :**

- Lignes axiales, on distingue les lignes continues infranchissables, lignes discontinues, lignes de dissuasion ;
- Lignes de rive ;
- Lignes de délimitation de vitesse.

✓ **Marquages transversales :**

- lignes d'arrêt ;
- Lignes « céder le passage » ;
- Passage pour piétons.

✓ **Marquages complémentaire :**

- Flèches de sélection de rives ;
- Flèches de rabattement ;
- Indications particulières.

❖ **Dimensions des marquages :**

La largeur des lignes est définie par rapport a une largeur unité «u» différente selon le type de route ; on adopte les valeurs suivantes pour « u » :

- **U = 7,5 cm ;** sur routes de types autoroutier et voies rapides urbaines.
- **U = 6 cm ;** sur routes express a une chaussée et routes principales bidirectionnelles.
- **U = 5 cm ;** sur les autres routes.

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 6 cm

❖ **Modulation des lignes discontinues :**

Trois types de modulation ont été retenus, se différenciant par rapport des pleins aux vides ; ces modulations (tirets plus intervalles) sont des multiples ou sous-multiples de 13 (m).le tableau ci-après donne leurs caractéristiques :

Type de modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
T1 T'1	3.00 1.50	10.00 5.00	Environ1/3
T2 T'2	3.00 0.50	3.50 0.50	Environ1
T3 T'3	3.00 20.00	1.33 6.00	Environ3

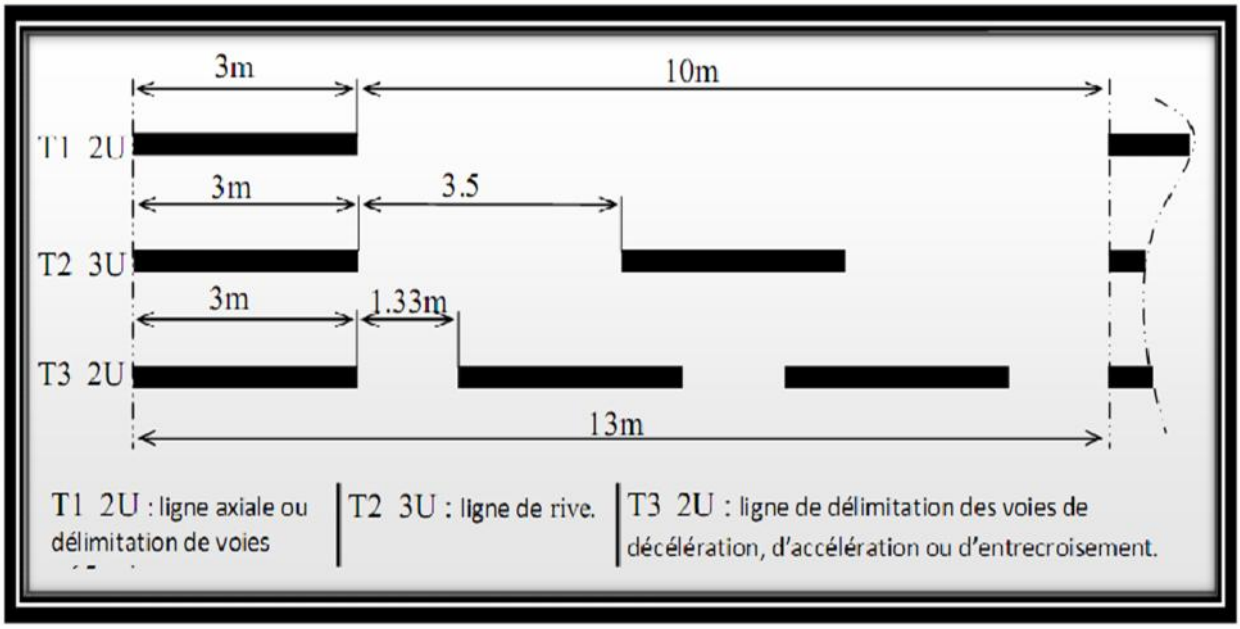


Figure -représente un marquage longitudinal des lignes discontinues

XIII.1.5) RÈGLES À RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes:

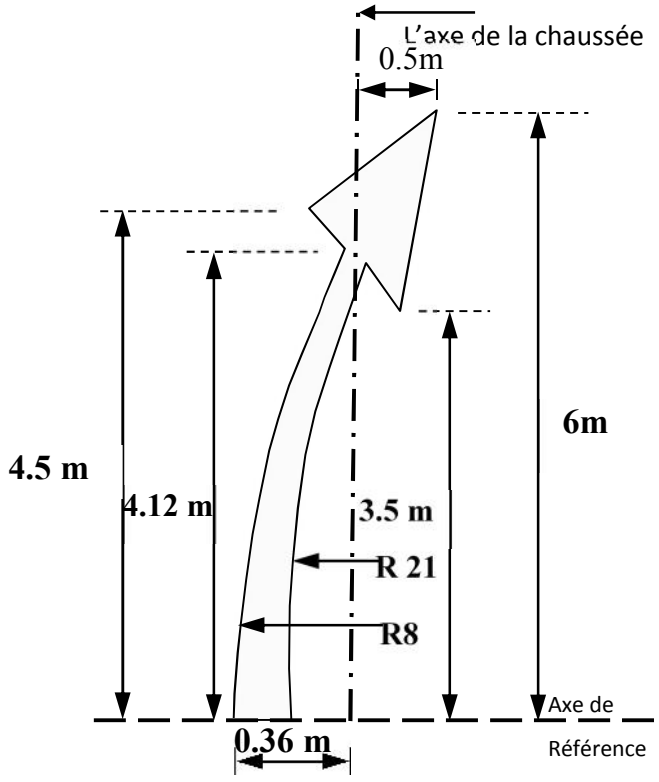
- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'usager.

XIII.1.6) APPLICATION AU PROJET:

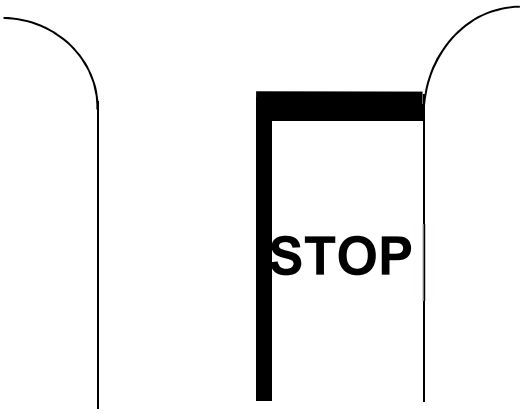
Dans le cadre de notre étude, tout en respectant les critères énoncés précédemment ainsi que la réglementation Signalisation et marquages routière Algérienne. Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants **:**

Les panneaux de signalisation:

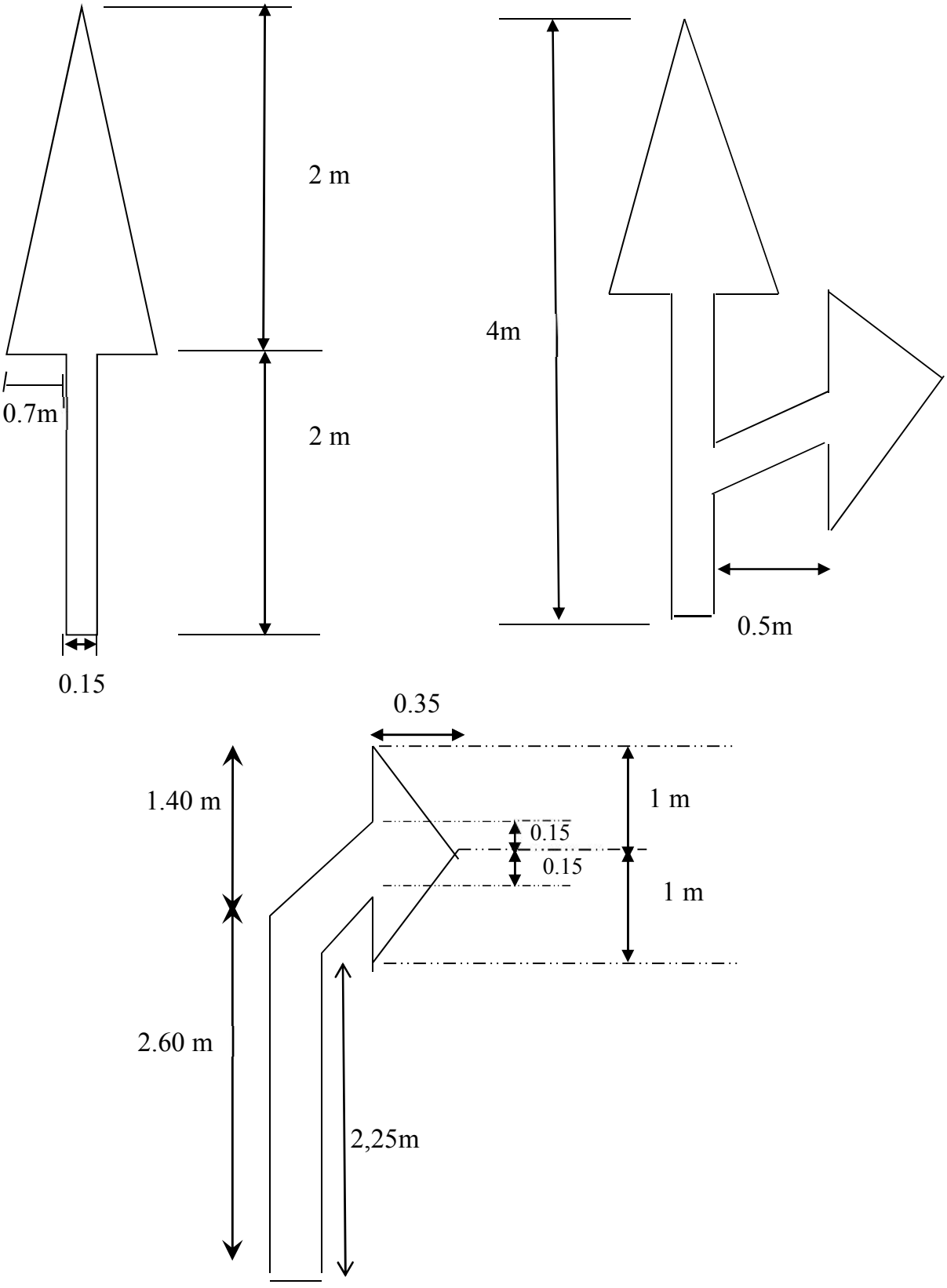
FLECHE DE RABATTEMENT

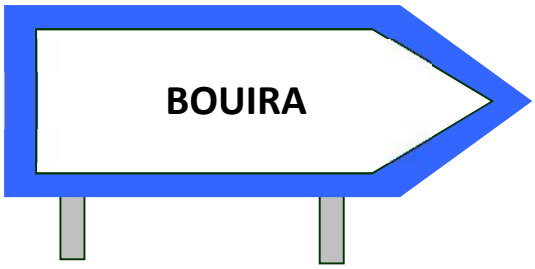


SCHEMA DE SIGNALISATION



FLECHE DE SELECTION



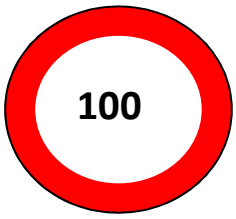


SIGNALISATION DE DIRECTION (TYPE E4)

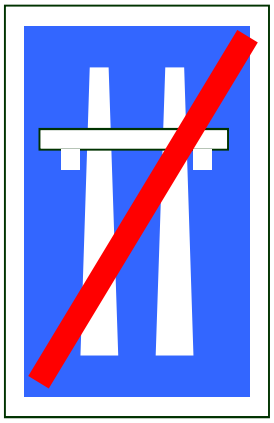
Signaux d'interdiction ou de restriction



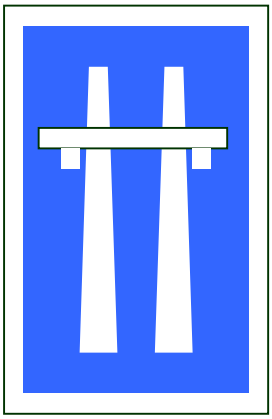
C5-HAUTEUR LIMITE GABARIE



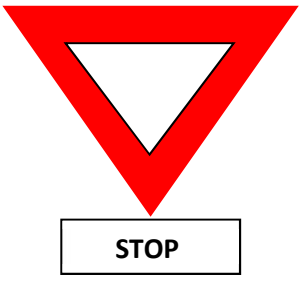
VITESSES LIMITEES C11-a



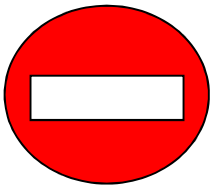
SORTIE DE L'AUTOROUTE (E15)



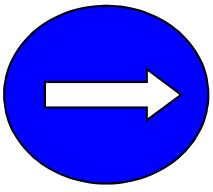
ENTRE DE L'AUTOROUTE (E14)



(A24)



SENSE INTERDIRT C1



SENSE OBLIGATOIR D1

XIII.2) ECLAIRAGE :

XIII.2.1) INTRODUCTION :

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne 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.

XIII.2.2) CATEGORIES D'ECLAIRAGE :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

XIII.2.3) PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES :

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

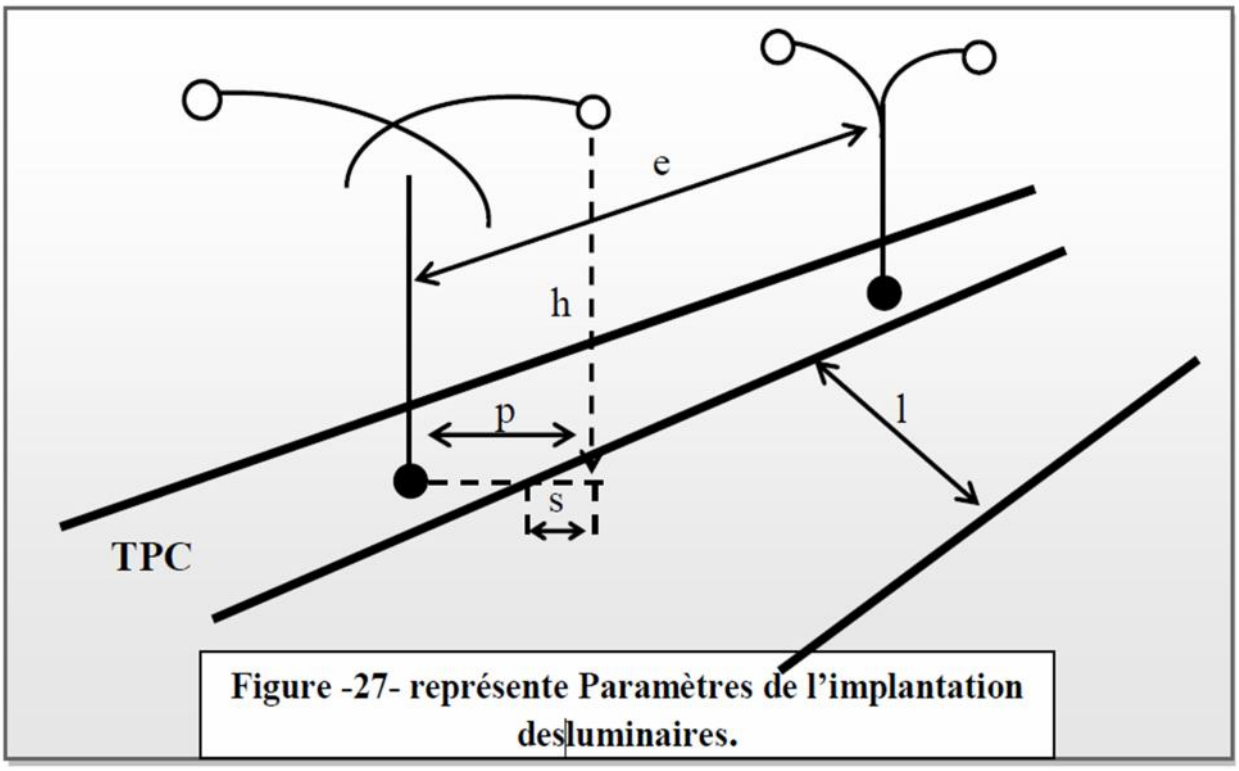


Figure -27- représente Paramètres de l'implantation des luminaires.

XIII.2.4) APPLICATION AU PROJET :

Pour le système d'éclairage adopté à notre projet, uniquement certain points particuliers, au niveau de l'échangeur, afin d'avoir une bonne visibilité nocturne, seront traité par un éclairage composé par des lampadaires disposé selon un espacement des supports variant entre 20 à 30 m et de l'ordre de 12 m d'hauteur de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de la route.

XIV.1) PREFACE :

L'établissement d'un projet est l'aboutissement de différents types d'études : techniques, économiques et d'environnement. En aucun cas, les études d'environnement ne doivent faire double emploi avec les études techniques et économiques qui sont menées parallèlement, mais elles doivent les compléter.

XIV.2) PROGRESSIVITE DES ETUDES D'ENVIRONNEMENT:

Ces études comportent :

- la reconnaissance de l'état initial du site,
- la recherche des contraintes du site et des impacts du projet,
- la recherche d'adaptations ou de variantes du projet pour éviter les contraintes,
- la présentation des critères de choix des diverses solutions au plan de l'environnement.

Puis le choix du parti étant effectué :

- l'analyse des impacts résiduels de la solution présentée,
- la définition des remèdes correspondants nécessaires et leur estimation.

XIV.3) L'ETUDE D'IMPACT :

C'est la forme sous laquelle le législateur entend que le maître d'ouvrage informe le public et fasse la preuve qu'il a pris en compte les préoccupations d'environnement dans l'élaboration de son projet. C'est une pièce très importante du dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique. Le document doit être synthétique et rédigé en termes clairs, intelligibles par des non spécialistes. C'est la résultante des études d'environnement effectuées aux stades antérieurs d'établissement du projet.

XIV.4) CADRE JURIDIQUE :

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du 27 février 1978, stipulant qu'une telle étude doit comprendre :

- Une analyse détaillée du projet.
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement.
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement.

- les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants.

XIV.5) APPLICATION AUPROJET :

Recommandations :

- Compensation physique ou financière ;
- Réhabilitation des réseaux d'irrigation ou de drainage ;
- Réhabilitation des biens des particuliers touchée lors des travaux ;
- Indemnisation des terrains appartenant au particulier ;
- Indemnisation des pertes de revenus sur la durée du chantier ;
- Les arbres abattus doivent être plantés ;
- Engazonnement des ilots séparateurs des carrefours ;
- Réalisation des soutènements là où il y'a risque d'érosion.

Devis Quantitatif et Estimatif de la variante 01					
N°	**DESIGNATION**	**UNITE**	**P.U (DA)**	**QUANTITE**	**MONTANT (DA)**
1	**Acquisition de terrain**	**M^2**	1 000,00	227 821 ,68	227 821 680,00
				Total 01	**227 821 680,00**
2	**Installation de chantier et repliement**	**F**	3% du total (3+4+5)		375 919 64,78
				Total 02	**375 919 64,78**
3	**Préparation de terrain y compris défrichement, arrachement des arbres toute taille, dessouchage, enlèvement des racines et démolition diverses.**	**M^2**	250,00	227 821 ,68	569 554 20,00
				Total 03	**569 554 20,00**
4	**Terrassement**				
	Décapage de la terre végétale sur une épaisseur de 20 à 30 cm.	**M^2**	50,00	227 821.68	11391093,00
	Déblai en terrain meuble mis en remblai	**M^3**	450,00	177 633,60	799 35120,00
	Déblai excédentaire en terrain meuble mis en dépôt	**M^3**	300,00	266 450,40	799 351 20,00
	Remblai d'emprunt	**M^3**	600,00	155 908,40	935 450 40,00
				Total 04	**264 806 373,00**
5	**Chaussée**				
	Mise en place d'une couche de forme	**M^3**	1 000,00	911 28,67	911 286 70,00
	Couche de fondation en GNT	**M^3**	1 500,00	626 50,96	939 764 43,00
	Couche de Base en Grave Bitume (2,3T/M^3)	**T**	7 100,00	829 65,06	589 051 938,80
	Couche d'imprégnation en émulsion 700 à 800 g/m2	**T**	7 800,00	135, 27	105 510 6,00
	Couche d'accrochage dosée 200 à 300 g/m2	**T**	5 800,00	45.09	261 522,00
	Couche de roulement en béton Bitumineux (2,4T/M^3).	**T**	6 000,00	259 71,67	155 830 020,00
				Total 05	**931 303 699,80**
6	**Ouvrages d'art**	**M^2**	400 000,00	520,00	208 000 000 ,00
				Total 06	**208 000 000 ,00**
7	**Ouvrages d'art courants et assainissement**	**M^2**	10%du Total (3+4+5)		125 306 549,30
				Total 07	**125 306 549,30**
8	**Impact sur l'environnement (Aménagement des paysages et plantation)**	**F**	1 %du Total (3+4+5)		125 306 54,93
				Total 08	**125 306 54,93**
9	**Déviation des réseaux**	**F**	5 %du Total (3+4+5)		626 532 74,64
				Total 09	**626 532 74,64**
10	**Eclairage, signalisation et équipements routiers**	**F**	5 %du Total (3+4+5)		**626 532 74,64**
				Total 10	**626 532 74,64**
11	**Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)**	**F**	2 %du Total (3+4+5)		**250 613 09,86**

RECAPITULATIF DES MONTANTS		
N°	**DESIGNATION**	**MONTANT (DA)**
1	Acquisition de terrain	**227 821 680,00**
2	Installation de chantier et repliement	**375 919 64,78**
3	Préparation de terrain y compris défrichement, arrachement des arbres toute taille, dessouchage, enlèvement des racines et démolition diverses.	**569 554 20,00**
4	Terrassements	**264 806 373,00**
5	Chaussée	**931 303 699,80**
6	Ouvrages d'art	**208 000 000 ,00**
7	Ouvrages d'art courants et assainissement	**125 306 549,30**
8	Impact sur l'environnement (Aménagement des paysages et plantation)	**125 306 54,93**
9	Déviation des réseaux	**626 532 74,64**
10	Eclairage, signalisation et équipements routiers	**626 532 74,64**
11	Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)	**250 613 09,86**
TOTAL GENERAL		**2 014 684 246 .00**

Deux milliards quatorze millions

six cents quatre-vingt-quatre mille deux cent quarante-six dinars.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans notre projet d'étude de la voie express sur 9.5 km depuis le PK00+000 à partir du croisement du tracé avec l'Autoroute Est Ouest et avance vers le sud.

La réalisation de la voie express de BOUIRA à SOUR ELGHOUZLANE prendra en charge le trafic de transit d'Est en Sud avec un raccordement de la zone industrielle de OUED ELBERDI et aussi alléger la situation de CW127.

Pour notre étude nous avons respecté toutes les normes routières qu'on ne peut pas négliger en évitant les contraintes rencontrées sur le terrain et on a pris en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement. Ce projet de route nous a permis non seulement d'exprimer et d'appliquer nos connaissances acquises durant les cinq années de notre formation, mais aussi de mieux appréhender notre avenir dans le monde professionnel.

Bibliographie

- Norme technique d'aménagement des routes **B 40**;
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (**CTTP**);
- Cours de route 4ème année (route 01);
- Cours de route 4ème année (route 02);
- Cours de mécanique de chaussée 5ème année;
- *Anciennes mémoires de Fin d'Etude(PFE) de l'E.N.S.T.P.*
- *Le site d'internet* *www.google.com.*
- Signalisation routières.

AXE EN PLAN « VOIE EXPRESS »

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	583789.186	4021125.892
D1	220.345g	292.860			
			292.860	583697.180	4020847.860
C1	XC= 580374.388 YC= 4021947.430 R = -3500.000	384.999			
			677.859	583556.389	4020489.736
D2	GIS = 227.348g	846.566		583203.807	4019720.086
			1524.426		
C2	XC= 586840.379 YC= 4018054.149 R = 4000.000	157.270			
			1681.696	583141.134	4019575.854
D3	224.845g	852.834		582816.693	4018787.143
			2534.530		
L3	A = 365.000 Rf= -900.000 L = 148.028				
			2682.558	582756.667	4018651.881
	XC= 581955.275 YC= 4019061.479 R = -900.000 L = 402.903				
			3085.461	582500.395	4018345.348
	Rd= -900.000 A = 365.000 L = 148.028	698.958			
			3233.489	582377.910	4018262.303
D4	GIS = 263.815g	983.368			
			4216.856	581549.160	4017732.977
C4	XC= 583971.418 YC= 4013940.528 R = 4500.000	247.151			
			4464.007	581344.627	4017594.289

D5	GIS = 260.318g	666.563			
			5130.571	580803.413	4017205.195
C5	XC= 583313.457 YC= 4013713.823 R = 4300.000	421.723			
			5552.294	580473.607	4016942.639
D6	GIS = 254.075g	1071.495			
			6623.788	579669.035	4016234.991
C6	XC= 576829.185 YC= 4019463.807 R = -4300.000	365.497			
			6989.285	579384.666	4016005.554
D7	GIS = 259.486g	809.600			
			7798.885	578733.549	4015524.410
L7	A = 240.000 Rf= 450.000 L = 128.000				
			7926.885	578634.415	4015443.620
	XC= 578950.447 YC= 4015123.271 R = 450.000 L = 316.486				
			8243.371	578502.223	4015163.214
	Rd= 450.000 A = 240.000 L = 128.000	572.486			
			8371.371	578502.983	4015035.332
D8	GIS = 196.604g	212.234			
			8583.605	578514.299	4014823.400
L8	A = 240.000 Rf= -450.000 L = 128.000				
			8711.605	²578515.059	4014695.517

	XC= 578066.835 YC= 4014735.460 R = -450.000 L = 338.626				
			9050.231	578366.731	4014399.956
	Rd= -450.000 A = 240.000 L = 128.000	594.626			
			9178.231	578263.743	4014324.140
D9	GIS = 262.618g	314.338			
			9492.569	578002.057	4014149.988
LONGUEUR DE L'AXE 9492.569					

PROFILE EN LONG « VOIE EXPRESS»

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMEI	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	553.340
D1	PENTE= 0.625 %	331.927		
			331.927	555.416
PR1	S= 406.9808 Z= 555.650 R = -12000.00	135.571		
			467.498	555.498
D2	PENTE= -0.504 %	111.345		
			578.843	554.937
PR2	S= 600.0243 Z= 554.8832 R = 4200.00	42.285		
			621.129	554.936
D3	PENTE= 0.502 %	318.572		
			939.701	556.537
PR3	S= 999.9988 Z= 556.6885 R = -12000.00	120.598		
			1060.299	556.537
D4	PENTE= -0.503 %	318.677		
			1378.976	554.936
PR4	S= 1400.0811 Z= 554.8826 R = 4200.00	42.044		
			1421.020	554.935
D5	PENTE= 0.499 %	379.988		
			1801.008	556.829

PR5	S= 1780.0691 Z= 556.7770 R = 4200.00	4.343		
			1805.350	556.853
D6	PENTE= 0.602 %	1041.795		
			2847.145	563.124
PR6	S= 2821.8639 Z= 563.0479 R = 4200.00	55.165		
			2902.310	563.818
D7	PENTE= 1.915 %	1133.370		
			4035.680	585.527
PR7	S= 4265.5250 Z= 587.7278 R = -12000.00	79.712		
			4115.392	586.789
D8	PENTE= 1.251 %	323.001		
			4438.393	590.830
PR8	S= 4385.8467 Z= 590.5010 R = 4200.00	73.576		
			4511.970	592.395
D9	PENTE= 3.003 %	257.546		
			4769.516	600.129
PR9	S= 5129.8671 Z= 605.5392 R = -12000.00	210.551		
			4980.067	604.604
D10	PENTE= 1.248 %	279.423		
			5259.490	608.092
PR10	S= 5207.0603 Z= 607.7651 R = 4200.00	31.670		
			5291.161	608.607
D11	PENTE= 2.002 %	353.443		
			5644.604	615.684
PR11	S= 5884.8906 Z= 618.0901 R = -12000.00	60.489		

			5705.092	616.743
D12	PENTE= 1.498 %	296.507		
			6001.599	621.186
PR12	S= 5938.6697 Z= 620.7143 R = 4200.00	147.396		
			6148.995	625.981
D13	PENTE= 5.008 %	160.089		
			6309.083	633.997
PR13	S= 6910.0118 Z= 649.0439 R = -12000.00	331.191		
			6640.274	646.012
D14	PENTE= 2.248 %	167.387		
			6807.661	649.775
PR14	S= 7077.3986 Z= 652.8064 R = -12000.00	134.814		
			6942.475	652.048
D15	PENTE= 1.124 %	293.489		
			7235.964	655.348
PR15	S= 7188.7414 Z= 655.0823 R = 4200.00	78.664		
			7314.628	656.969
D16	PENTE= 2.997 %	751.533		
			8066.161	679.495
PR16	S= 7940.2747 Z= 677.6080 R = 4200.00	19.709		
			8085.871	680.132
D17	PENTE= 3.467 %	6.875		
			8092.746	680.370
PR17	S= 8300.7408 Z= 683.9751 R = -6000.00	462.707		
			8555.453	678.569
D18	PENTE= -4.245 %	297.115		
			8852.568	665.955

PR18	**S= 9030.8669 Z= 662.1709 R = 4200.00**	**144.890**		
			8997.458	**662.304**
D19	**PENTE= -0.795 %**	**84.010**		
			9081.468	**661.635**
PR19	**S= 9114.8767 Z= 661.5026 R = 4200.00**	**86.866**		
			9168.333	**661.843**
D20	**PENTE= 1.273 %**	**324.236**		
			9492.569	**665.970**

TABULATION « VOIE EXPRESS »

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0	553.339	553.34	583789.186	4021125.89	320.345g	2.5	-2.5
2	25	554.252	553.496	583781.332	4021102.16	320.345g	2.5	-2.5
3	50	555.413	553.653	583773.478	4021078.42	320.345g	2.5	-2.5
4	75	555.326	553.809	583765.623	4021054.69	320.345g	2.5	-2.5
5	100	554.963	553.965	583757.769	4021030.96	320.345g	2.5	-2.5
6	125	554.626	554.122	583749.915	4021007.22	320.345g	2.5	-2.5
7	150	554.403	554.278	583742.061	4020983.49	320.345g	2.5	-2.5
8	175	554.259	554.435	583734.207	4020959.75	320.345g	2.5	-2.5
9	200	554.113	554.591	583726.353	4020936.02	320.345g	2.5	-2.5
10	225	553.691	554.747	583718.499	4020912.28	320.345g	2.5	-2.5
11	250	552.954	554.904	583710.645	4020888.55	320.345g	2.5	-2.5
12	275	552.072	555.06	583702.791	4020864.82	320.345g	2.5	-2.5
13	300	551.516	555.216	583694.93	4020841.08	320.475g	2.5	-2.5
14	325	551.777	555.373	583686.943	4020817.39	320.929g	2.5	-2.5
15	350	552.94	555.515	583678.787	4020793.76	321.384g	2.5	-2.5
16	375	553.76	555.608	583670.462	4020770.19	321.839g	2.5	-2.5
17	400	553.224	555.649	583661.969	4020746.68	322.294g	2.5	-2.5
18	425	553.027	555.637	583653.308	4020723.22	322.748g	2.5	-2.5
19	450	552.816	555.574	583644.481	4020699.83	323.203g	2.5	-2.5
20	475	552.744	555.46	583635.486	4020676.51	323.658g	2.5	-2.5
21	500	553.405	555.334	583626.325	4020653.25	324.112g	2.5	-2.5
22	525	553.468	555.208	583616.998	4020630.05	324.567g	2.5	-2.5
23	550	553.086	555.082	583607.505	4020606.93	325.022g	2.5	-2.5
24	575	552.618	554.956	583597.848	4020583.87	325.477g	2.5	-2.5

25	600	552.514	554.883	583588.026	4020560.88	325.931g	2.5	-2.5
26	625	552.719	554.956	583578.04	4020537.96	326.386g	2.5	-2.5
27	650	552.764	555.081	583567.891	4020515.11	326.841g	2.5	-2.5
28	675	552.286	555.207	583557.578	4020492.34	327.296g	2.5	-2.5
29	700	551.855	555.333	583547.167	4020469.61	327.348g	2.5	-2.5
30	725	552.163	555.458	583536.755	4020446.88	327.348g	2.5	-2.5
31	750	552.691	555.584	583526.343	4020424.15	327.348g	2.5	-2.5
32	775	553.565	555.709	583515.931	4020401.42	327.348g	2.5	-2.5
33	800	554.183	555.835	583505.519	4020378.69	327.348g	2.5	-2.5
34	825	554.079	555.961	583495.107	4020355.96	327.348g	2.5	-2.5
35	850	553.86	556.086	583484.695	4020333.24	327.348g	2.5	-2.5
36	875	553.848	556.212	583474.283	4020310.51	327.348g	2.5	-2.5
37	900	553.82	556.338	583463.871	4020287.78	327.348g	2.5	-2.5
38	925	553.718	556.463	583453.458	4020265.05	327.348g	2.5	-2.5
39	950	553.662	556.584	583443.046	4020242.32	327.348g	2.5	-2.5
40	975	553.103	556.662	583432.634	4020219.59	327.348g	2.5	-2.5
41	1000	552.518	556.688	583422.222	4020196.86	327.348g	2.5	-2.5
42	1025	552.026	556.662	583411.81	4020174.14	327.348g	2.5	-2.5
43	1050	551.857	556.584	583401.398	4020151.41	327.348g	2.5	-2.5
44	1075	551.694	556.463	583390.986	4020128.68	327.348g	2.5	-2.5
45	1100	551.633	556.338	583380.574	4020105.95	327.348g	2.5	-2.5
46	1125	551.871	556.212	583370.162	4020083.22	327.348g	2.5	-2.5
47	1150	552.849	556.086	583359.749	4020060.49	327.348g	2.5	-2.5
48	1175	553.413	555.961	583349.337	4020037.76	327.348g	2.5	-2.5
49	1200	553.826	555.835	583338.925	4020015.04	327.348g	2.5	-2.5
50	1225	553.939	555.709	583328.513	4019992.31	327.348g	2.5	-2.5
51	1250	553.915	555.584	583318.101	4019969.58	327.348g	2.5	-2.5
52	1275	553.864	555.458	583307.689	4019946.85	327.348g	2.5	-2.5

53	1300	553.716	555.333	583297.277	4019924.12	327.348g	2.5	-2.5
54	1325	553.766	555.207	583286.865	4019901.39	327.348g	2.5	-2.5
55	1350	554.155	555.081	583276.453	4019878.66	327.348g	2.5	-2.5
56	1375	553.863	554.956	583266.041	4019855.94	327.348g	2.5	-2.5
57	1400	553.845	554.883	583255.628	4019833.21	327.348g	2.5	-2.5
58	1425	553.748	554.955	583245.216	4019810.48	327.348g	2.5	-2.5
59	1450	553.613	555.079	583234.804	4019787.75	327.348g	2.5	-2.5
60	1475	553.411	555.204	583224.392	4019765.02	327.348g	2.5	-2.5
61	1500	553.278	555.329	583213.98	4019742.29	327.348g	2.5	-2.5
62	1525	553.263	555.453	583203.568	4019719.56	327.338g	2.5	-2.5
63	1550	553.8	555.578	583193.23	4019696.8	326.941g	2.5	-2.5
64	1575	554.834	555.702	583183.035	4019673.98	326.543g	2.5	-2.5
65	1600	555.303	555.827	583172.983	4019651.09	326.145g	2.5	-2.5
66	1625	555.398	555.952	583163.073	4019628.13	325.747g	2.5	-2.5
67	1650	555.614	556.076	583153.308	4019605.12	325.349g	2.5	-2.5
68	1675	555.892	556.201	583143.686	4019582.04	324.951g	2.5	-2.5
69	1700	555.692	556.326	583134.171	4019558.93	324.845g	2.5	-2.5
70	1725	555.419	556.45	583124.66	4019535.81	324.845g	2.5	-2.5
71	1750	555.567	556.575	583115.149	4019512.69	324.845g	2.5	-2.5
72	1775	555.5	556.7	583105.639	4019489.57	324.845g	2.5	-2.5
73	1800	555.235	556.824	583096.128	4019466.45	324.845g	2.5	-2.5
74	1825	554.781	556.971	583086.617	4019443.33	324.845g	2.5	-2.5
75	1850	555.283	557.122	583077.107	4019420.21	324.845g	2.5	-2.5
76	1875	555.745	557.272	583067.596	4019397.08	324.845g	2.5	-2.5
77	1900	556.069	557.423	583058.085	4019373.96	324.845g	2.5	-2.5
78	1925	555.695	557.573	583048.575	4019350.84	324.845g	2.5	-2.5
79	1950	554.753	557.724	583039.064	4019327.72	324.845g	2.5	-2.5
80	1975	554.595	557.874	583029.553	4019304.6	324.845g	2.5	-2.5

81	2000	554.593	558.025	583020.043	4019281.48	324.845g	2.5	-2.5
82	2025	554.522	558.175	583010.532	4019258.36	324.845g	2.5	-2.5
83	2050	554.62	558.326	583001.021	4019235.24	324.845g	2.5	-2.5
84	2075	551.789	558.476	582991.511	4019212.12	324.845g	2.5	-2.5
85	2100	552.413	558.627	582982	4019189	324.845g	2.5	-2.5
86	2125	553.293	558.777	582972.489	4019165.88	324.845g	2.5	-2.5
87	2150	555.945	558.928	582962.979	4019142.76	324.845g	2.5	-2.5
88	2175	560.557	559.078	582953.468	4019119.64	324.845g	2.5	-2.5
89	2200	565.582	559.229	582943.957	4019096.52	324.845g	2.5	-2.5
90	2225	565.648	559.379	582934.447	4019073.4	324.845g	2.5	-2.5
91	2250	565.397	559.53	582924.936	4019050.28	324.845g	2.5	-2.5
92	2275	564.763	559.68	582915.425	4019027.16	324.845g	2.5	-2.5
93	2300	564.04	559.831	582905.915	4019004.04	324.845g	2.5	-2.5
94	2325	563.323	559.981	582896.404	4018980.92	324.845g	2.5	-2.5
95	2350	562.605	560.131	582886.894	4018957.8	324.845g	2.5	-2.5
96	2375	561.992	560.282	582877.383	4018934.68	324.845g	2.5	-2.5
97	2400	561.599	560.432	582867.872	4018911.56	324.845g	2.5	-2.5
98	2425	561.262	560.583	582858.362	4018888.44	324.845g	2.5	-2.5
99	2450	561.098	560.733	582848.851	4018865.32	324.845g	2.5	-2.5
100	2475	560.751	560.884	582839.34	4018842.2	324.845g	2.5	-2.5
101	2500	560.337	561.034	582829.83	4018819.08	324.845g	2.5	-2.5
102	2525	560.144	561.185	582820.319	4018795.96	324.845g	2.5	-2.5
103	2550	559.83	561.335	582810.804	4018772.84	324.902g	1.84	-2.5
104	2575	559.175	561.486	582801.221	4018749.75	325.236g	0.77	-2.5
105	2600	558.856	561.636	582791.463	4018726.73	325.869g	-0.3	-2.5
106	2625	558.87	561.787	582781.423	4018703.84	326.800g	-1.4	-2.5
107	2650	560.142	561.937	582770.996	4018681.12	328.030g	-2.4	-2.5
108	2675	561.511	562.088	582760.079	4018658.63	329.559g	-3.5	-3.51

109	2700	561.492	562.238	582748.579	4018636.43	331.314g	-3.8	-3.83
110	2725	560.764	562.389	582736.467	4018614.56	333.082g	-3.8	-3.83
111	2750	560.333	562.539	582723.753	4018593.03	334.850g	-3.8	-3.83
112	2775	559.855	562.69	582710.446	4018571.87	336.619g	-3.8	-3.83
113	2800	559.777	562.84	582696.556	4018551.09	338.387g	-3.8	-3.83
114	2825	559.739	562.991	582682.094	4018530.69	340.156g	-3.8	-3.83
115	2850	559.83	563.142	582667.072	4018510.71	341.924g	-3.8	-3.83
116	2875	559.727	563.384	582651.5	4018491.16	343.692g	-3.8	-3.83
117	2900	559.684	563.775	582635.391	4018472.04	345.461g	-3.8	-3.83
118	2925	559.899	564.253	582618.758	4018453.38	347.229g	-3.8	-3.83
119	2950	560.398	564.732	582601.612	4018435.18	348.998g	-3.8	-3.83
120	2975	561.845	565.211	582583.968	4018417.47	350.766g	-3.8	-3.83
121	3000	563.296	565.689	582565.838	4018400.26	352.534g	-3.8	-3.83
122	3025	564.967	566.168	582547.238	4018383.56	354.303g	-3.8	-3.83
123	3050	566.236	566.647	582528.181	4018367.38	356.071g	-3.8	-3.83
124	3075	566.463	567.126	582508.682	4018351.73	357.840g	-3.8	-3.83
125	3100	566.635	567.605	582488.758	4018336.63	359.557g	-3.2	-3.21
126	3125	566.879	568.084	582468.463	4018322.04	361.003g	-2.1	-2.5
127	3150	567.308	568.562	582447.874	4018307.85	362.150g	-1.1	-2.5
128	3175	567.357	569.041	582427.066	4018294	362.998g	0	-2.5
129	3200	567.529	569.52	582406.108	4018280.37	363.547g	1.07	-2.5
130	3225	567.903	569.999	582385.063	4018266.87	363.798g	2.14	-2.5
131	3250	568.35	570.478	582363.995	4018253.42	363.815g	2.5	-2.5
132	3275	568.728	570.957	582342.925	4018239.96	363.815g	2.5	-2.5
133	3300	569.077	571.436	582321.856	4018226.5	363.815g	2.5	-2.5
134	3325	570.026	571.914	582300.787	4018213.05	363.815g	2.5	-2.5
135	3350	570.25	572.393	582279.718	4018199.59	363.815g	2.5	-2.5
136	3375	570.708	572.872	582258.649	4018186.13	363.815g	2.5	-2.5

137	3400	571.564	573.351	582237.58	4018172.67	363.815g	2.5	-2.5
138	3425	571.912	573.83	582216.51	4018159.22	363.815g	2.5	-2.5
139	3450	572.092	574.309	582195.441	4018145.76	363.815g	2.5	-2.5
140	3475	572.514	574.787	582174.372	4018132.3	363.815g	2.5	-2.5
141	3500	573.166	575.266	582153.303	4018118.85	363.815g	2.5	-2.5
142	3525	573.849	575.745	582132.234	4018105.39	363.815g	2.5	-2.5
143	3550	574.916	576.224	582111.165	4018091.93	363.815g	2.5	-2.5
144	3575	575.503	576.703	582090.095	4018078.48	363.815g	2.5	-2.5
145	3600	576.038	577.182	582069.026	4018065.02	363.815g	2.5	-2.5
146	3625	576.434	577.661	582047.957	4018051.56	363.815g	2.5	-2.5
147	3650	576.782	578.139	582026.888	4018038.1	363.815g	2.5	-2.5
148	3675	577.259	578.618	582005.819	4018024.65	363.815g	2.5	-2.5
149	3700	577.777	579.097	581984.75	4018011.19	363.815g	2.5	-2.5
150	3725	578.172	579.576	581963.68	4017997.73	363.815g	2.5	-2.5
151	3750	578.305	580.055	581942.611	4017984.28	363.815g	2.5	-2.5
152	3775	578.344	580.534	581921.542	4017970.82	363.815g	2.5	-2.5
153	3800	578.221	581.012	581900.473	4017957.36	363.815g	2.5	-2.5
154	3825	578.188	581.491	581879.404	4017943.91	363.815g	2.5	-2.5
155	3850	578.742	581.97	581858.335	4017930.45	363.815g	2.5	-2.5
156	3875	579.816	582.449	581837.265	4017916.99	363.815g	2.5	-2.5
157	3900	580.812	582.928	581816.196	4017903.53	363.815g	2.5	-2.5
158	3925	581.749	583.407	581795.127	4017890.08	363.815g	2.5	-2.5
159	3950	582.63	583.885	581774.058	4017876.62	363.815g	2.5	-2.5
160	3975	583.209	584.364	581752.989	4017863.16	363.815g	2.5	-2.5
161	4000	583.943	584.843	581731.92	4017849.71	363.815g	2.5	-2.5
162	4025	584.513	585.322	581710.851	4017836.25	363.815g	2.5	-2.5
163	4050	584.991	585.792	581689.781	4017822.79	363.815g	2.5	-2.5
164	4075	585.041	586.215	581668.712	4017809.34	363.815g	2.5	-2.5

165	4100	584.824	586.586	581647.643	4017795.88	363.815g	2.5	-2.5
166	4125	584.812	586.909	581626.574	4017782.42	363.815g	2.5	-2.5
167	4150	584.99	587.222	581605.505	4017768.96	363.815g	2.5	-2.5
168	4175	585.939	587.534	581584.436	4017755.51	363.815g	2.5	-2.5
169	4200	586.865	587.847	581563.366	4017742.05	363.815g	2.5	-2.5
170	4225	587.425	588.16	581542.301	4017728.59	363.700g	2.5	-2.5
171	4250	587.772	588.473	581521.294	4017715.03	363.346g	2.5	-2.5
172	4275	588.106	588.786	581500.362	4017701.36	362.992g	2.5	-2.5
173	4300	588.818	589.098	581479.507	4017687.58	362.639g	2.5	-2.5
174	4325	589.447	589.411	581458.729	4017673.68	362.285g	2.5	-2.5
175	4350	590.048	589.724	581438.028	4017659.66	361.931g	2.5	-2.5
176	4375	590.192	590.037	581417.405	4017645.53	361.578g	2.5	-2.5
177	4400	590.636	590.349	581396.862	4017631.28	361.224g	2.5	-2.5
178	4425	591.016	590.662	581376.397	4017616.92	360.870g	2.5	-2.5
179	4450	590.098	590.991	581356.013	4017602.45	360.517g	2.5	-2.5
180	4475	589.259	591.447	581335.702	4017587.87	360.318g	2.5	-2.5
181	4500	589.305	592.052	581315.403	4017573.28	360.318g	2.5	-2.5
182	4525	590.457	592.786	581295.104	4017558.69	360.318g	2.5	-2.5
183	4550	592.43	593.537	581274.806	4017544.09	360.318g	2.5	-2.5
184	4575	593.656	594.287	581254.507	4017529.5	360.318g	2.5	-2.5
185	4600	594.971	595.038	581234.208	4017514.91	360.318g	2.5	-2.5
186	4625	596.018	595.789	581213.909	4017500.31	360.318g	2.5	-2.5
187	4650	596.686	596.54	581193.611	4017485.72	360.318g	2.5	-2.5
188	4675	596.92	597.29	581173.312	4017471.13	360.318g	2.5	-2.5
189	4700	597.303	598.041	581153.013	4017456.53	360.318g	2.5	-2.5
190	4725	598.554	598.792	581132.715	4017441.94	360.318g	2.5	-2.5
191	4750	599.595	599.543	581112.416	4017427.35	360.318g	2.5	-2.5
192	4775	600.514	600.292	581092.117	4017412.75	360.318g	2.5	-2.5

193	4800	601.582	601.005	581071.819	4017398.16	360.318g	2.5	-2.5
194	4825	602.457	601.667	581051.52	4017383.57	360.318g	2.5	-2.5
195	4850	602.546	602.276	581031.221	4017368.97	360.318g	2.5	-2.5
196	4875	602.586	602.833	581010.923	4017354.38	360.318g	2.5	-2.5
197	4900	602.157	603.338	580990.624	4017339.79	360.318g	2.5	-2.5
198	4925	601.251	603.79	580970.325	4017325.19	360.318g	2.5	-2.5
199	4950	600.377	604.191	580950.027	4017310.6	360.318g	2.5	-2.5
200	4975	599.586	604.54	580929.728	4017296.01	360.318g	2.5	-2.5
201	5000	599.164	604.853	580909.429	4017281.41	360.318g	2.5	-2.5
202	5025	599.56	605.165	580889.131	4017266.82	360.318g	2.5	-2.5
203	5050	602.28	605.477	580868.832	4017252.23	360.318g	2.5	-2.5
204	5075	604.668	605.789	580848.533	4017237.63	360.318g	2.5	-2.5
205	5100	606.134	606.101	580828.235	4017223.04	360.318g	2.5	-2.5
206	5125	606.335	606.413	580807.936	4017208.45	360.318g	2.5	-2.5
207	5150	606.642	606.726	580787.663	4017193.82	360.031g	2.5	-2.5
208	5175	607.533	607.038	580767.473	4017179.07	359.661g	2.5	-2.5
209	5200	608.879	607.35	580747.37	4017164.21	359.291g	2.5	-2.5
210	5225	610.475	607.662	580727.353	4017149.24	358.920g	2.5	-2.5
211	5250	611.815	607.974	580707.423	4017134.14	358.550g	2.5	-2.5
212	5275	613.019	608.315	580687.582	4017118.93	358.180g	2.5	-2.5
213	5300	614.125	608.784	580667.829	4017103.61	357.810g	2.5	-2.5
214	5325	614.866	609.285	580648.166	4017088.17	357.440g	2.5	-2.5
215	5350	615.319	609.785	580628.593	4017072.62	357.070g	2.5	-2.5
216	5375	615.227	610.286	580609.11	4017056.95	356.700g	2.5	-2.5
217	5400	615.283	610.786	580589.719	4017041.17	356.330g	2.5	-2.5
218	5425	615.162	611.287	580570.42	4017025.28	355.959g	2.5	-2.5
219	5450	613.907	611.788	580551.214	4017009.28	355.589g	2.5	-2.5
220	5475	612.666	612.288	580532.101	4016993.16	355.219g	2.5	-2.5

221	5500	612.34	612.789	580513.083	4016976.94	354.849g	2.5	-2.5
222	5525	611.249	613.289	580494.158	4016960.6	354.479g	2.5	-2.5
223	5550	610.074	613.79	580475.33	4016944.15	354.109g	2.5	-2.5
224	5575	610.606	614.291	580456.557	4016927.64	354.075g	2.5	-2.5
225	5600	610.927	614.791	580437.785	4016911.13	354.075g	2.5	-2.5
226	5625	611.831	615.292	580419.013	4016894.62	354.075g	2.5	-2.5
227	5650	613.432	615.791	580400.24	4016878.11	354.075g	2.5	-2.5
228	5675	614.801	616.255	580381.468	4016861.6	354.075g	2.5	-2.5
229	5700	615.772	616.666	580362.696	4016845.09	354.075g	2.5	-2.5
230	5725	616.506	617.041	580343.924	4016828.58	354.075g	2.5	-2.5
231	5750	617.264	617.416	580325.152	4016812.07	354.075g	2.5	-2.5
232	5775	617.969	617.791	580306.38	4016795.56	354.075g	2.5	-2.5
233	5800	618.572	618.165	580287.607	4016779.05	354.075g	2.5	-2.5
234	5825	619.015	618.54	580268.835	4016762.54	354.075g	2.5	-2.5
235	5850	619.012	618.914	580250.063	4016746.03	354.075g	2.5	-2.5
236	5875	618.857	619.289	580231.291	4016729.51	354.075g	2.5	-2.5
237	5900	618.538	619.664	580212.519	4016713	354.075g	2.5	-2.5
238	5925	618.22	620.038	580193.746	4016696.49	354.075g	2.5	-2.5
239	5950	617.914	620.413	580174.974	4016679.98	354.075g	2.5	-2.5
240	5975	617.847	620.787	580156.202	4016663.47	354.075g	2.5	-2.5
241	6000	618.258	621.162	580137.43	4016646.96	354.075g	2.5	-2.5
242	6025	618.767	621.602	580118.658	4016630.45	354.075g	2.5	-2.5
243	6050	619.345	622.19	580099.886	4016613.94	354.075g	2.5	-2.5
244	6075	620.446	622.927	580081.113	4016597.43	354.075g	2.5	-2.5
245	6100	621.568	623.813	580062.341	4016580.92	354.075g	2.5	-2.5
246	6125	622.502	624.848	580043.569	4016564.41	354.075g	2.5	-2.5
247	6150	624.289	626.031	580024.797	4016547.9	354.075g	2.5	-2.5
248	6175	626.076	627.283	580006.025	4016531.39	354.075g	2.5	-2.5

249	6200	627.893	628.535	579987.252	4016514.87	354.075g	2.5	-2.5
250	6225	629.757	629.787	579968.48	4016498.36	354.075g	2.5	-2.5
251	6250	631.354	631.039	579949.708	4016481.85	354.075g	2.5	-2.5
252	6275	633.203	632.291	579930.936	4016465.34	354.075g	2.5	-2.5
253	6300	635.051	633.543	579912.164	4016448.83	354.075g	2.5	-2.5
254	6325	636.9	634.784	579893.392	4016432.32	354.075g	2.5	-2.5
255	6350	639.085	635.977	579874.619	4016415.81	354.075g	2.5	-2.5
256	6375	641.641	637.117	579855.847	4016399.3	354.075g	2.5	-2.5
257	6400	644.1	638.206	579837.075	4016382.79	354.075g	2.5	-2.5
258	6425	645.117	639.242	579818.303	4016366.28	354.075g	2.5	-2.5
259	6450	646.099	640.227	579799.531	4016349.77	354.075g	2.5	-2.5
260	6475	646.871	641.159	579780.758	4016333.26	354.075g	2.5	-2.5
261	6500	647.77	642.039	579761.986	4016316.75	354.075g	2.5	-2.5
262	6525	645.638	642.867	579743.214	4016300.23	354.075g	2.5	-2.5
263	6550	647.622	643.643	579724.442	4016283.72	354.075g	2.5	-2.5
264	6575	646.702	644.367	579705.67	4016267.21	354.075g	2.5	-2.5
265	6600	645.265	645.039	579686.898	4016250.7	354.075g	2.5	-2.5
266	6625	644.192	645.659	579668.125	4016234.19	354.093g	2.5	-2.5
267	6650	643.656	646.231	579649.301	4016217.74	354.463g	2.5	-2.5
268	6675	643.355	646.793	579630.38	4016201.4	354.833g	2.5	-2.5
269	6700	642.827	647.355	579611.366	4016185.17	355.203g	2.5	-2.5
270	6725	642.318	647.917	579592.257	4016169.05	355.573g	2.5	-2.5
271	6750	641.863	648.479	579573.055	4016153.04	355.943g	2.5	-2.5
272	6775	643.463	649.041	579553.76	4016137.14	356.313g	2.5	-2.5
273	6800	647.009	649.603	579534.373	4016121.36	356.684g	2.5	-2.5
274	6825	650.235	650.152	579514.894	4016105.69	357.054g	2.5	-2.5
275	6850	652.042	650.652	579495.325	4016090.13	357.424g	2.5	-2.5
276	6875	650.089	651.1	579475.666	4016074.69	357.794g	2.5	-2.5

277	6900	648.253	651.495	579455.917	4016059.36	358.164g	2.5	-2.5
278	6925	648.341	651.839	579436.079	4016044.14	358.534g	2.5	-2.5
279	6950	649.434	652.133	579416.154	4016029.05	358.904g	2.5	-2.5
280	6975	652.013	652.414	579396.141	4016014.06	359.275g	2.5	-2.5
281	7000	653.953	652.695	579376.049	4015999.19	359.486g	2.5	-2.5
282	7025	654.157	652.976	579355.942	4015984.33	359.486g	2.5	-2.5
283	7050	654.332	653.257	579335.836	4015969.47	359.486g	2.5	-2.5
284	7075	653.609	653.538	579315.73	4015954.61	359.486g	2.5	-2.5
285	7100	652.044	653.819	579295.624	4015939.76	359.486g	2.5	-2.5
286	7125	650.545	654.1	579275.518	4015924.9	359.486g	2.5	-2.5
287	7150	649.402	654.381	579255.412	4015910.04	359.486g	2.5	-2.5
288	7175	649.534	654.662	579235.306	4015895.18	359.486g	2.5	-2.5
289	7200	650.497	654.943	579215.2	4015880.33	359.486g	2.5	-2.5
290	7225	651.966	655.224	579195.093	4015865.47	359.486g	2.5	-2.5
291	7250	653.815	655.529	579174.987	4015850.61	359.486g	2.5	-2.5
292	7275	654.698	655.968	579154.881	4015835.75	359.486g	2.5	-2.5
293	7300	654.617	656.556	579134.775	4015820.9	359.486g	2.5	-2.5
294	7325	653.662	657.28	579114.669	4015806.04	359.486g	2.5	-2.5
295	7350	653.095	658.029	579094.563	4015791.18	359.486g	2.5	-2.5
296	7375	652.534	658.778	579074.457	4015776.32	359.486g	2.5	-2.5
297	7400	652.398	659.528	579054.351	4015761.47	359.486g	2.5	-2.5
298	7425	653.023	660.277	579034.244	4015746.61	359.486g	2.5	-2.5
299	7450	653.992	661.026	579014.138	4015731.75	359.486g	2.5	-2.5
300	7475	655.73	661.776	578994.032	4015716.89	359.486g	2.5	-2.5
301	7500	657.385	662.525	578973.926	4015702.04	359.486g	2.5	-2.5
302	7525	658.875	663.274	578953.82	4015687.18	359.486g	2.5	-2.5
303	7550	661.234	664.024	578933.714	4015672.32	359.486g	2.5	-2.5
304	7575	663.294	664.773	578913.608	4015657.46	359.486g	2.5	-2.5

305	7600	664.988	665.522	578893.502	4015642.61	359.486g	2.5	-2.5
306	7625	666.667	666.272	578873.395	4015627.75	359.486g	2.5	-2.5
307	7650	668.636	667.021	578853.289	4015612.89	359.486g	2.5	-2.5
308	7675	671.086	667.77	578833.183	4015598.04	359.486g	2.5	-2.5
309	7700	673.189	668.52	578813.077	4015583.18	359.486g	2.5	-2.5
310	7725	672.62	669.269	578792.971	4015568.32	359.486g	2.5	-2.5
311	7750	674.248	670.018	578772.865	4015553.46	359.486g	2.5	-2.5
312	7775	676.721	670.768	578752.759	4015538.61	359.486g	2.5	-2.5
313	7800	678.418	671.517	578732.653	4015523.75	359.485g	2.5	-2.42
314	7825	679.264	672.266	578712.577	4015508.85	359.109g	2.5	-0.56
315	7850	678.21	673.016	578692.672	4015493.72	358.042g	2.5	1.29
316	7875	676.903	673.765	578673.108	4015478.16	356.284g	3.15	3.15
317	7900	674.931	674.514	578654.069	4015461.96	353.836g	5	5
318	7925	672.27	675.264	578635.76	4015444.94	350.697g	6.86	6.86
319	7950	673.089	676.013	578618.384	4015426.97	347.162g	7	7
320	7975	677.112	676.762	578602.033	4015408.07	343.625g	7	7
321	8000	680.376	677.512	578586.756	4015388.28	340.088g	7	7
322	8025	681.975	678.261	578572.602	4015367.68	336.551g	7	7
323	8050	681.392	679.01	578559.614	4015346.32	333.015g	7	7
324	8075	678.747	679.769	578547.832	4015324.27	329.478g	7	7
325	8100	679.404	680.617	578537.292	4015301.61	325.941g	7	7
326	8125	678.958	681.401	578528.027	4015278.39	322.404g	7	7
327	8150	677.188	682.082	578520.066	4015254.69	318.868g	7	7
328	8175	679.392	682.658	578513.432	4015230.59	315.331g	7	7
329	8200	683.523	683.129	578508.147	4015206.16	311.794g	7	7
330	8225	688.687	683.497	578504.227	4015181.48	308.257g	7	7
331	8250	694.308	683.761	578501.683	4015156.61	304.745g	6.51	6.51
332	8275	697.318	683.92	578500.433	4015131.64	301.737g	4.65	4.65

333	8300	698.271	683.975	578500.229	4015106.64	299.419g	2.8	2.8
334	8325	698.349	683.926	578500.799	4015081.65	297.792g	2.5	0.94
335	8350	696.874	683.773	578501.872	4015056.67	296.856g	2.5	-0.91
336	8375	694.546	683.516	578503.177	4015031.71	296.604g	2.5	-2.5
337	8400	691.984	683.154	578504.51	4015006.74	296.604g	2.5	-2.5
338	8425	688.998	682.688	578505.843	4014981.78	296.604g	2.5	-2.5
339	8450	686.105	682.119	578507.176	4014956.82	296.604g	2.5	-2.5
340	8475	683.649	681.445	578508.509	4014931.85	296.604g	2.5	-2.5
341	8500	681.297	680.666	578509.842	4014906.89	296.604g	2.5	-2.5
342	8525	681.413	679.784	578511.175	4014881.92	296.604g	2.5	-2.5
343	8550	681.907	678.798	578512.507	4014856.96	296.604g	2.5	-2.5
344	8575	680.518	677.739	578513.84	4014831.99	296.604g	2.5	-2.5
345	8600	678.801	676.677	578515.161	4014807.03	296.753g	1.28	-2.5
346	8625	677.443	675.616	578516.301	4014782.05	297.551g	-0.6	-2.5
347	8650	674.99	674.555	578516.993	4014757.06	299.040g	-2.4	-2.5
348	8675	672.841	673.494	578516.965	4014732.07	301.220g	-4.3	-4.28
349	8700	670.52	672.432	578515.945	4014707.09	304.091g	-6.1	-6.14
350	8725	669.859	671.371	578513.672	4014682.19	307.553g	-7	-7
351	8750	668.408	670.31	578510.025	4014657.47	311.090g	-7	-7
352	8775	667.615	669.248	578505.01	4014632.98	314.627g	-7	-7
353	8800	667.145	668.187	578498.644	4014608.8	318.164g	-7	-7
354	8825	665.881	667.126	578490.945	4014585.02	321.700g	-7	-7
355	8850	664.888	666.064	578481.937	4014561.71	325.237g	-7	-7
356	8875	663.974	665.063	578471.648	4014538.92	328.774g	-7	-7
357	8900	662.12	664.21	578460.111	4014516.75	332.311g	-7	-7
358	8925	660.178	663.505	578447.36	4014495.25	335.847g	-7	-7
359	8950	658.536	662.949	578433.434	4014474.49	339.384g	-7	-7
360	8975	658.634	662.542	578418.378	4014454.54	342.921g	-7	-7

361	9000	659.271	662.284	578402.237	4014435.45	346.458g	-7	-7
362	9025	659.584	662.085	578385.061	4014417.29	349.995g	-7	-7
363	9050	660.266	661.886	578366.903	4014400.11	353.531g	-7	-7
364	9075	659.94	661.687	578347.847	4014383.93	356.729g	-5.2	-5.16
365	9100	659.712	661.529	578328.084	4014368.62	359.236g	-3.3	-3.31
366	9125	659.836	661.515	578307.813	4014353.99	361.052g	-1.5	-2.5
367	9150	660.06	661.649	578287.209	4014339.83	362.178g	0.4	-2.5
368	9175	660.531	661.928	578266.433	4014325.93	362.612g	2.26	-2.5
369	9200	660.871	662.246	578245.62	4014312.08	362.618g	2.5	-2.5
370	9225	661.004	662.564	578224.808	4014298.23	362.618g	2.5	-2.5
371	9250	661.14	662.882	578203.995	4014284.38	362.618g	2.5	-2.5
372	9275	661.05	663.2	578183.183	4014270.53	362.618g	2.5	-2.5
373	9300	660.906	663.519	578162.37	4014256.68	362.618g	2.5	-2.5
374	9325	661.176	663.837	578141.558	4014242.83	362.618g	2.5	-2.5
375	9350	661.43	664.155	578120.745	4014228.98	362.618g	2.5	-2.5
376	9375	662.224	664.473	578099.933	4014215.12	362.618g	2.5	-2.5
377	9400	662.956	664.791	578079.12	4014201.27	362.618g	2.5	-2.5
378	9425	662.028	665.11	578058.308	4014187.42	362.618g	2.5	-2.5
379	9450	663.732	665.428	578037.495	4014173.57	362.618g	2.5	-2.5
380	9475	665.013	665.746	578016.683	4014159.72	362.618g	2.5	-2.5
381	9492.569	665.969	665.97	578002.057	4014149.99	362.618g	2.5	-2.5

VOLUME TERRASSEMENTS « VOIE EXPRESS »

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME
1	0	0.6	347.5	114.3
2	25	1.3	1158.6	239.4
3	50	1.1	1923.7	257.8
4	75	1	1756.7	255
5	100	1.2	1305.3	241.3
6	125	1.2	917.3	229.9
7	150	2.5	663.5	222.4
8	175	0.7	396	205.7
9	200	7.9	207	205.7
10	225	213.1	25.5	192.1
11	250	800	0	212.6
12	275	1618	0	237.1
13	300	2215.5	0	252.1
14	325	2106.9	0	248.5
15	350	1268.9	0	227.9
16	375	751.9	0	212.4
17	400	1155.3	0	223.5
18	425	1307.7	0	228
19	450	1401.5	0	230.3
20	475	1394.4	0	229.6
21	500	832.7	0	215.4
22	525	662.5	0	209.7
23	550	847.9	0	215.9
24	575	1097.2	0	221.9
25	600	1152.3	0	223.4
26	625	1029.9	0	219
27	650	1062.5	0	220.5
28	675	1542.2	0	233.9
29	700	1988.6	0	244.8
30	725	1874.3	0	243.5
31	750	1477.7	0	232.6
32	775	936.7	0	216.7
33	800	597.3	0	207.6
34	825	762.5	0	212.8
35	850	1034.5	0	221.4
36	875	1182.3	0	225.9
37	900	1253.2	0	227
38	925	1430.2	0	231.9
39	950	1614.7	0	238.4

40	975	2124.1	0	251
41	1000	2649.6	0	264.3
42	1025	3089.8	0	274.7
43	1050	3161.8	0	276.1
44	1075	3214.4	0	278.1
45	1100	3165.6	0	277
46	1125	2801.1	0	267.9
47	1150	1822.8	0	242.6
48	1175	1239.3	0	225.7
49	1200	857.2	0	215.3
50	1225	685.4	0	210.3
51	1250	606.6	0	207.6
52	1275	545.4	0	205.5
53	1300	555.3	0	205.3
54	1325	438.2	0	202.1
55	1350	122.2	17.5	192
56	1375	216.7	12.6	194.2
57	1400	197.7	15.1	194
58	1425	279.8	2.6	196.4
59	1450	475.3	0	203.8
60	1475	698.8	0	210.9
61	1500	865.9	0	215.1
62	1525	996.5	0	219.8
63	1550	673.6	0	208.9
64	1575	68.3	9.8	189.8
65	1600	1.3	179	201.4
66	1625	4.8	126.6	200.5
67	1650	1.2	206.8	200.5
68	1675	0.6	310.7	203.4
69	1700	20.7	125.4	203.1
70	1725	177.6	16.4	192.4
71	1750	168.1	9.6	193.1
72	1775	318.4	0	199
73	1800	559.2	0	206.6
74	1825	967.2	0	217.5
75	1850	708.1	0	209.5
76	1875	467.3	0	202.1
77	1900	386.8	0	200.8
78	1925	747.1	0	210.4
79	1950	1530.6	0	232
80	1975	1891.9	0	244.9
81	2000	2009.3	0	248.1
82	2025	2172.3	0	251.2
83	2050	3033.4	0	281.6
84	2075	4772.4	0	286.2
85	2100	4602.7	0	306.1

86	2125	3812.4	0	286.8
87	2150	1848.5	0	248
88	2175	1	1842.9	256.4
89	2200	1	6534	355.7
90	2225	1.1	6438.4	357.7
91	2250	1	6042.7	351
92	2275	1.1	5200.1	335.5
93	2300	1.2	4264.9	316.2
94	2325	1.2	3336.8	292.9
95	2350	1.1	2503.8	271.7
96	2375	1.1	1855.5	255.4
97	2400	1.2	1411.1	243.6
98	2425	1.2	1020.3	231.8
99	2450	1.2	778.6	223.8
100	2475	3.5	450	213.7
101	2500	7.9	68.9	183.7
102	2525	208.1	2.7	195.9
103	2550	484.4	0	203.1
104	2575	1044.5	0	219.2
105	2600	1458.1	0	230.3
106	2625	1623.9	0	235.7
107	2650	770.8	0	212.1
108	2675	43.4	99.8	200.6
109	2700	220.7	122.4	210.9
110	2725	688.8	1.1	210.8
111	2750	1172.3	0	226.7
112	2775	1613.1	0	237.6
113	2800	1850.2	0	245.4
114	2825	1959.3	0	246.3
115	2850	2005.5	0	247.3
116	2875	2263.2	0	251.9
117	2900	2665.7	0	263.9
118	2925	2937.9	0	271.2
119	2950	2899	0	269.6
120	2975	2016.1	0	249.2
121	3000	1253.4	0	228.3
122	3025	497.6	25.7	209.1
123	3050	221.1	296.2	221.3
124	3075	242.4	250.1	218.6
125	3100	366.3	66.3	202.2
126	3125	421	23	204.1
127	3150	539.4	12.1	207.4
128	3175	759.5	0	214.5
129	3200	910.9	0	218.3
130	3225	954.8	0	218.9
131	3250	971	0	219.7

132	3275	1111.9	0	226.6
133	3300	1147.7	0	224.5
134	3325	809.1	0.1	214.4
135	3350	1034.2	0	222.6
136	3375	1005.9	0	220.6
137	3400	705.2	0	212.2
138	3425	817.9	0	215.7
139	3450	1059.6	0	222.7
140	3475	1084.4	0	223.2
141	3500	950.8	0	219.2
142	3525	784.7	0	213.7
143	3550	378.5	4.8	201
144	3575	306	5.1	198.7
145	3600	284.7	11.5	197.9
146	3625	346.2	8.8	200.3
147	3650	487.8	0	207.1
148	3675	451.6	0.5	205.1
149	3700	420.9	18.5	201.9
150	3725	470.2	10.7	204
151	3750	700.1	0	211.5
152	3775	1015.4	0	220.4
153	3800	1468	0	232.3
154	3825	1840.5	0	238.7
155	3850	1721.3	0	234.1
156	3875	1323.1	0	228.8
157	3900	921.9	0	217.1
158	3925	593.8	0	207.1
159	3950	314.4	0	198.4
160	3975	238.7	0	195.1
161	4000	92.7	6.8	190.7
162	4025	63.6	29.7	188.7
163	4050	57.1	26.6	189
164	4075	258.8	8.5	196.4
165	4100	715.3	0	212.3
166	4125	926.5	0	217.2
167	4150	972.7	0	217.3
168	4175	565.5	0	206
169	4200	137.8	0.2	192.1
170	4225	17.5	39	186.5
171	4250	26.8	67.8	185.5
172	4275	31.5	99.4	201.3
173	4300	0.6	332.6	200.7
174	4325	3.2	566.8	216.7
175	4350	3.1	748.9	221
176	4375	0.6	639.2	206.9
177	4400	0.6	718.5	209.7

178	4425	0.7	793.4	221.7
179	4450	176.3	105.3	210.8
180	4475	983.5	0	218.5
181	4500	1439.9	0	230.8
182	4525	1107.4	0	222.8
183	4550	257.6	0	198.5
184	4575	0.6	78.3	184.3
185	4600	0.6	465.1	200
186	4625	2.5	682.4	220
187	4650	2.8	627	217.5
188	4675	0.7	274.8	204.5
189	4700	90.4	129.7	207.6
190	4725	2.2	345.3	208.7
191	4750	0.5	600.1	212.8
192	4775	0.7	702.8	211
193	4800	3.4	955.9	228.3
194	4825	2.8	1077.4	230
195	4850	0.6	735.9	215.9
196	4875	38.1	364.5	215.3
197	4900	377.7	65.4	217.4
198	4925	1290.3	0	227.5
199	4950	2346.7	0	255.1
200	4975	3402.5	0	279.7
201	5000	4032.7	0	292.6
202	5025	3825.1	0	280.4
203	5050	1737.8	0	237.5
204	5075	213.3	4.4	193.1
205	5100	0.6	477	200.2
206	5125	0.6	498.6	210.3
207	5150	0.6	495	211.3
208	5175	0.6	872	213.7
209	5200	1.2	1735.2	252.8
210	5225	1.1	2845.8	280.3
211	5250	1.1	3890.6	306.7
212	5275	1.1	4830.1	327.8
213	5300	1.1	5551.6	342
214	5325	1.2	5789.4	347.7
215	5350	1.2	5663.6	344.2
216	5375	1.3	5180.2	340.7
217	5400	1.2	4593.3	324.4
218	5425	1.2	3872.1	305.2
219	5450	1.1	2390.2	272.6
220	5475	5.4	885.1	230.9
221	5500	175	350	227.2
222	5525	1114.8	0	229.7
223	5550	2380.8	0	262.7

224	5575	2420.3	0	257.5
225	5600	2364.3	0	256.8
226	5625	1968.7	0	243.9
227	5650	1130	0	223
228	5675	470.3	0	204.5
229	5700	111	26.1	190.4
230	5725	16.7	173.7	204.6
231	5750	0.6	427.2	206
232	5775	0.6	644.4	216.1
233	5800	3.3	821.8	224.6
234	5825	2.6	876.2	226.9
235	5850	0.7	619.6	210.9
236	5875	35.6	286.6	213.3
237	5900	312.5	65.6	213.4
238	5925	737.5	0	211.7
239	5950	1243.8	0	225.1
240	5975	1519.1	0	231.8
241	6000	1544.6	0	233.5
242	6025	1506	0	233.6
243	6050	1405.9	0	227.1
244	6075	1202	0	222.6
245	6100	1034.6	0	220.5
246	6125	1106.8	0	222.4
247	6150	652.9	0	208.5
248	6175	265.3	0	195.8
249	6200	0.4	88.1	183
250	6225	1.7	494.2	213.9
251	6250	1.1	777.5	222.9
252	6275	1.1	1166.4	232.4
253	6300	1	1623.7	244.8
254	6325	1.1	2115.4	258.6
255	6350	1.1	3052.6	284.1
256	6375	1	4420.5	311.5
257	6400	0.9	5523.6	327.1
258	6425	0.9	5931.5	340.9
259	6450	1.1	5984.2	348
260	6475	1.1	5880.7	347.3
261	6500	1.2	5756.2	343.8
262	6525	1.1	5031.3	334.6
263	6550	0	82558.5	415.6
264	6575	0.8	2272.8	255.3
265	6600	14.8	790.3	232.1
266	6625	633.6	88.2	232.2
267	6650	1347.6	0	229.8
268	6675	2055.9	0	249.2
269	6700	2981.5	0	270.8

270	6725	4079.1	0	297.2
271	6750	4878.5	0	310.5
272	6775	3993.3	0	292.4
273	6800	1353.3	0	231.1
274	6825	0.6	553.6	202.8
275	6850	1	1547	242.4
276	6875	163.2	26.8	190.9
277	6900	1880.8	0	245.4
278	6925	2085.3	0	249.8
279	6950	1408	0	231
280	6975	46.5	351.7	219.9
281	7000	2.1	1648.2	253.6
282	7025	0.8	1575.5	249.2
283	7050	0.9	1467.8	245
284	7075	5.2	651.3	223.9
285	7100	704.8	2.7	209.8
286	7125	2113.2	0	249.8
287	7150	3412.8	0	281.7
288	7175	3608.8	0	286.8
289	7200	2947.9	0	271.2
290	7225	1851.6	0	243.7
291	7250	724.6	12.2	211.5
292	7275	480.2	91	223.6
293	7300	842.5	0	216.1
294	7325	2160.6	0	251.2
295	7350	3359.6	0	279.6
296	7375	4680	0	309.1
297	7400	5643.1	0	327.1
298	7425	5694.9	0	329.5
299	7450	5315.4	0	317.7
300	7475	4387.9	0	301.8
301	7500	3546.6	0	286.4
302	7525	2785.3	0	267.3
303	7550	1653.3	0	245.6
304	7575	528.6	8.1	208.7
305	7600	180.7	268.4	220.7
306	7625	11.9	743.9	223.2
307	7650	0.9	1794.8	250.9
308	7675	0.8	3152.4	280.1
309	7700	0.8	4210.5	298.8
310	7725	0.7	3882	300.9
311	7750	0.9	4800.9	325.1
312	7775	0.9	6649.8	356.1
313	7800	0.9	8159.1	397.9
314	7825	1.2	7720.9	388.4
315	7850	1.4	5278.6	341.8

316	7875	1.4	3098.8	292
317	7900	0.7	784.1	217
318	7925	1843.6	0	246.8
319	7950	1717.8	0	240.2
320	7975	2.2	772.2	223.1
321	8000	1	2713.9	274.1
322	8025	1	3258.5	287.5
323	8050	1.1	2263.3	264.4
324	8075	242.9	4.2	196.5
325	8100	398.3	0	205.6
326	8125	1334.5	0	232
327	8150	3226.8	0	264.8
328	8175	2083.1	0	252
329	8200	15	724	217.9
330	8225	0.3	4727.4	304.3
331	8250	0	9658.7	334.6
332	8275	0	13274.2	383.5
333	8300	0	15443.3	425.5
334	8325	0	16588.5	454.5
335	8350	0.8	15388.1	475.8
336	8375	1.2	12842.9	465.4
337	8400	1.2	9683.9	417.5
338	8425	1.3	6705.1	369.2
339	8450	2	4127.8	327.5
340	8475	1.3	2358.8	275.6
341	8500	2.6	1028.9	234.1
342	8525	1.8	1687.7	247
343	8550	1	2938.5	278
344	8575	1	2712.3	273.2
345	8600	1.2	2232.4	268.5
346	8625	1.1	1822.2	252.8
347	8650	1	841.8	230.1
348	8675	26.6	17.7	188.5
349	8700	777.5	8.8	207.6
350	8725	696.4	11.4	210.7
351	8750	811.4	6.6	211.5
352	8775	840.1	66.7	231.2
353	8800	463.7	93.9	221.5
354	8825	476.3	28.7	201.7
355	8850	506.3	110.9	222.1
356	8875	496.6	107.2	218.2
357	8900	1062.1	0	223.5
358	8925	2053.6	0	249.7
359	8950	3043.9	0	274.6
360	8975	2587.2	0	261.9
361	9000	1825.1	0	244.4

362	9025	1422.9	0	233.9
363	9050	885.2	12.1	222.2
364	9075	877.5	5.5	219.1
365	9100	798.6	0	213.8
366	9125	693.8	0	210.9
367	9150	537	0	203.6
368	9175	439.3	0	201.7
369	9200	389.4	0.4	199.4
370	9225	525.2	0	204.4
371	9250	664.2	0	209.4
372	9275	957	0	217.2
373	9300	1247.5	0	224.5
374	9325	1273.5	0	224.4
375	9350	1326.1	0	226.4
376	9375	1022.9	0	217.5
377	9400	717.9	0	210
378	9425	1825.5	0	227
379	9450	559	0	204.5
380	9475	10.3	25.2	160.4
381	9492.569	1.3	161	73.1
		333542	444084	91678

VOLUME CHAUSSEE « VOIE EXPRESS »

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	170.7	108	10.5	3.8
2	25	341.4	216.1	21	7.5
3	50	341.4	216.1	21	7.5
4	75	341.4	216.1	21	7.5
5	100	341.4	216.1	21	7.5
6	125	341.4	216.1	21	7.5
7	150	341.4	216.1	21	7.5
8	175	341.4	212.2	21	7.5
9	200	341.4	219	21	7.5
10	225	341.4	208.9	21	7.5
11	250	341.4	223.8	21	7.5
12	275	341.4	223.8	21	7.5
13	300	341.4	223.8	21	7.5
14	325	341.4	223.8	21	7.5
15	350	341.4	223.8	21	7.5
16	375	341.4	223.6	21	7.5
17	400	341.4	223.8	21	7.5
18	425	341.4	223.8	21	7.5
19	450	341.4	223.8	21	7.5
20	475	341.4	223.8	21	7.5
21	500	341.4	223.8	21	7.5
22	525	341.4	223.8	21	7.5
23	550	341.4	223.8	21	7.5
24	575	341.4	223.8	21	7.5
25	600	341.4	223.8	21	7.5
26	625	341.4	223.8	21	7.5
27	650	341.4	223.8	21	7.5
28	675	341.4	223.8	21	7.5
29	700	341.4	223.8	21	7.5
30	725	341.4	223.8	21	7.5
31	750	341.4	223.8	21	7.5
32	775	341.4	223.8	21	7.5
33	800	341.4	223.8	21	7.5
34	825	341.4	223.8	21	7.5
35	850	341.4	223.8	21	7.5
36	875	341.4	223.8	21	7.5
37	900	341.4	223.8	21	7.5
38	925	341.4	223.8	21	7.5
39	950	341.4	223.8	21	7.5
40	975	341.4	223.8	21	7.5
41	1000	341.4	223.8	21	7.5

42	1025	341.4	223.8	21	7.5
43	1050	341.4	223.8	21	7.5
44	1075	341.4	223.8	21	7.5
45	1100	341.4	223.8	21	7.5
46	1125	341.4	223.8	21	7.5
47	1150	341.4	223.8	21	7.5
48	1175	341.4	223.8	21	7.5
49	1200	341.4	223.8	21	7.5
50	1225	341.4	223.8	21	7.5
51	1250	341.4	223.8	21	7.5
52	1275	341.4	223.8	21	7.5
53	1300	341.4	223.8	21	7.5
54	1325	341.4	222.9	21	7.5
55	1350	341.4	214.5	21	7.5
56	1375	341.4	213.5	21	7.5
57	1400	341.4	213.2	21	7.5
58	1425	341.4	217.9	21	7.5
59	1450	341.4	223.6	21	7.5
60	1475	341.4	223.8	21	7.5
61	1500	341.4	223.8	21	7.5
62	1525	341.4	223.8	21	7.5
63	1550	341.4	223.8	21	7.5
64	1575	341.4	215	21	7.5
65	1600	341.4	216.1	21	7.5
66	1625	341.4	217.6	21	7.5
67	1650	341.4	214	21	7.5
68	1675	341.4	211.9	21	7.5
69	1700	341.4	218.9	21	7.5
70	1725	341.4	212.5	21	7.5
71	1750	341.4	215.6	21	7.5
72	1775	341.4	222.3	21	7.5
73	1800	341.4	223.8	21	7.5
74	1825	341.4	223.8	21	7.5
75	1850	341.4	223.8	21	7.5
76	1875	341.4	223.8	21	7.5
77	1900	341.4	223.8	21	7.5
78	1925	341.4	223.8	21	7.5
79	1950	341.4	223.8	21	7.5
80	1975	341.4	223.8	21	7.5
81	2000	341.4	223.8	21	7.5
82	2025	341.4	223.8	21	7.5
83	2050	341.4	223.8	21	7.5
84	2075	341.4	223.8	21	7.5
85	2100	341.4	223.8	21	7.5
86	2125	341.4	223.8	21	7.5
87	2150	341.4	223.8	21	7.5

88	2175	341.4	216.1	21	7.5
89	2200	341.4	216.1	21	7.5
90	2225	341.4	216.1	21	7.5
91	2250	341.4	216.1	21	7.5
92	2275	341.4	216.1	21	7.5
93	2300	341.4	216.1	21	7.5
94	2325	341.4	216.1	21	7.5
95	2350	341.4	216.1	21	7.5
96	2375	341.4	216.1	21	7.5
97	2400	341.4	216.1	21	7.5
98	2425	341.4	216.1	21	7.5
99	2450	341.4	216.1	21	7.5
100	2475	341.4	216.1	21	7.5
101	2500	341.1	199.3	21	7.5
102	2525	341.4	218.7	21	7.5
103	2550	340.6	220.4	21	7.5
104	2575	339.2	221.7	21	7.5
105	2600	337.9	220.7	21	7.5
106	2625	336.7	219.1	21	7.5
107	2650	335.4	217.6	21	7.5
108	2675	335.4	213.1	21	7.5
109	2700	335.5	212.9	21	7.5
110	2725	335.5	212.4	21	7.5
111	2750	335.5	217.9	21	7.5
112	2775	335.5	217.9	21	7.5
113	2800	335.5	217.9	21	7.5
114	2825	335.5	217.9	21	7.5
115	2850	335.5	217.9	21	7.5
116	2875	335.5	217.9	21	7.5
117	2900	335.5	217.9	21	7.5
118	2925	335.5	217.9	21	7.5
119	2950	335.5	217.9	21	7.5
120	2975	335.5	217.9	21	7.5
121	3000	335.5	217.9	21	7.5
122	3025	335.5	208.7	21	7.5
123	3050	335.5	212.9	21	7.5
124	3075	335.5	212.9	21	7.5
125	3100	334.7	198.1	21	7.5
126	3125	335.8	207.4	21	7.5
127	3150	337	208.6	21	7.5
128	3175	338.3	219.4	21	7.5
129	3200	339.6	222	21	7.5
130	3225	340.9	223.3	21	7.5
131	3250	341.4	223.8	21	7.5
132	3275	341.4	223.8	21	7.5
133	3300	341.4	223.8	21	7.5

134	3325	341.4	219.5	21	7.5
135	3350	341.4	223.8	21	7.5
136	3375	341.4	223.8	21	7.5
137	3400	341.4	223.8	21	7.5
138	3425	341.4	223.8	21	7.5
139	3450	341.4	223.8	21	7.5
140	3475	341.4	223.8	21	7.5
141	3500	341.4	223.8	21	7.5
142	3525	341.4	223.8	21	7.5
143	3550	341.4	216.4	21	7.5
144	3575	341.4	216.3	21	7.5
145	3600	341.4	214.1	21	7.5
146	3625	341.4	214.3	21	7.5
147	3650	341.4	220.3	21	7.5
148	3675	341.4	219.4	21	7.5
149	3700	341.4	209.4	21	7.5
150	3725	341.4	213.2	21	7.5
151	3750	341.4	222.4	21	7.5
152	3775	341.4	223.8	21	7.5
153	3800	341.4	223.8	21	7.5
154	3825	341.4	223.8	21	7.5
155	3850	341.4	223.8	21	7.5
156	3875	341.4	223.8	21	7.5
157	3900	341.4	223.8	21	7.5
158	3925	341.4	223.8	21	7.5
159	3950	341.4	223.4	21	7.5
160	3975	341.4	222.2	21	7.5
161	4000	341.4	216.3	21	7.5
162	4025	341.4	210.5	21	7.5
163	4050	341.4	211.3	21	7.5
164	4075	341.4	216.1	21	7.5
165	4100	341.4	223.8	21	7.5
166	4125	341.4	223.8	21	7.5
167	4150	341.4	223.8	21	7.5
168	4175	341.4	223.8	21	7.5
169	4200	341.4	219.4	21	7.5
170	4225	341.4	206.4	21	7.5
171	4250	340.4	201.7	21	7.5
172	4275	341.4	218.7	21	7.5
173	4300	341.4	206.9	21	7.5
174	4325	341.4	216.1	21	7.5
175	4350	341.4	216.1	21	7.5
176	4375	340.1	199	21	7.5
177	4400	340.4	199.9	21	7.5
178	4425	341.4	216.1	21	7.5
179	4450	341.4	219.9	21	7.5

180	4475	341.4	223.8	21	7.5
181	4500	341.4	223.8	21	7.5
182	4525	341.4	223.8	21	7.5
183	4550	341.4	223.4	21	7.5
184	4575	340.6	200	21	7.5
185	4600	339.8	198.2	21	7.5
186	4625	341.4	216.1	21	7.5
187	4650	341.4	216.1	21	7.5
188	4675	341.4	214.4	21	7.5
189	4700	341.4	219.9	21	7.5
190	4725	341.4	218.3	21	7.5
191	4750	341.4	214	21	7.5
192	4775	340.7	200.9	21	7.5
193	4800	341.4	216.1	21	7.5
194	4825	341.4	216.1	21	7.5
195	4850	341.4	212.1	21	7.5
196	4875	341.4	219.9	21	7.5
197	4900	341.4	219.9	21	7.5
198	4925	341.4	223.8	21	7.5
199	4950	341.4	223.8	21	7.5
200	4975	341.4	223.8	21	7.5
201	5000	341.4	223.8	21	7.5
202	5025	341.4	223.8	21	7.5
203	5050	341.4	223.8	21	7.5
204	5075	341.4	217.2	21	7.5
205	5100	340.1	199.1	21	7.5
206	5125	341.4	213.5	21	7.5
207	5150	341.4	214.3	21	7.5
208	5175	339.8	198.3	21	7.5
209	5200	341.4	216.1	21	7.5
210	5225	341.4	216.1	21	7.5
211	5250	341.4	216.1	21	7.5
212	5275	341.4	216.1	21	7.5
213	5300	341.4	216.1	21	7.5
214	5325	341.4	216.1	21	7.5
215	5350	341.4	216.1	21	7.5
216	5375	341.4	216.1	21	7.5
217	5400	341.4	216.1	21	7.5
218	5425	341.4	216.1	21	7.5
219	5450	341.4	216.1	21	7.5
220	5475	341.4	219.6	21	7.5
221	5500	341.4	219.9	21	7.5
222	5525	341.4	223.8	21	7.5
223	5550	341.4	223.8	21	7.5
224	5575	341.4	223.8	21	7.5
225	5600	341.4	223.8	21	7.5

226	5625	341.4	223.8	21	7.5
227	5650	341.4	223.8	21	7.5
228	5675	341.4	223.3	21	7.5
229	5700	341.3	210.6	21	7.5
230	5725	341.4	219	21	7.5
231	5750	341.4	210.2	21	7.5
232	5775	341.4	216.1	21	7.5
233	5800	341.4	216.1	21	7.5
234	5825	341.4	216.1	21	7.5
235	5850	341.4	206.7	21	7.5
236	5875	341.4	219.9	21	7.5
237	5900	341.4	219.9	21	7.5
238	5925	341.4	220.7	21	7.5
239	5950	341.4	223.8	21	7.5
240	5975	341.4	223.8	21	7.5
241	6000	341.4	223.8	21	7.5
242	6025	341.4	223.8	21	7.5
243	6050	341.4	223.8	21	7.5
244	6075	341.4	223.8	21	7.5
245	6100	341.4	223.8	21	7.5
246	6125	341.4	223.8	21	7.5
247	6150	341.4	223.8	21	7.5
248	6175	341.4	222.2	21	7.5
249	6200	341.2	197.5	21	7.5
250	6225	341.4	216.1	21	7.5
251	6250	341.4	216.1	21	7.5
252	6275	341.4	216.1	21	7.5
253	6300	341.4	216.1	21	7.5
254	6325	341.4	216.1	21	7.5
255	6350	341.4	216.1	21	7.5
256	6375	341.4	216.1	21	7.5
257	6400	341.4	216.1	21	7.5
258	6425	341.4	216.1	21	7.5
259	6450	341.4	216.1	21	7.5
260	6475	341.4	216.1	21	7.5
261	6500	341.4	216.1	21	7.5
262	6525	341.4	216.1	21	7.5
263	6550	341.4	216.1	21	7.5
264	6575	341.4	216.1	21	7.5
265	6600	341.4	219.9	21	7.5
266	6625	341.4	219.9	21	7.5
267	6650	341.4	221.1	21	7.5
268	6675	341.4	223.8	21	7.5
269	6700	341.4	223.8	21	7.5
270	6725	341.4	223.8	21	7.5
271	6750	341.4	223.8	21	7.5

272	6775	341.4	223.8	21	7.5
273	6800	341.4	223.8	21	7.5
274	6825	339.7	198	21	7.5
275	6850	341.4	216.1	21	7.5
276	6875	341.2	206.9	21	7.5
277	6900	341.4	223.8	21	7.5
278	6925	341.4	223.8	21	7.5
279	6950	341.4	223.8	21	7.5
280	6975	341.4	219.9	21	7.5
281	7000	341.4	216.1	21	7.5
282	7025	341.4	216.1	21	7.5
283	7050	341.4	216.1	21	7.5
284	7075	341.4	219.3	21	7.5
285	7100	341.4	215.9	21	7.5
286	7125	341.4	223.8	21	7.5
287	7150	341.4	223.8	21	7.5
288	7175	341.4	223.8	21	7.5
289	7200	341.4	223.8	21	7.5
290	7225	341.4	223.8	21	7.5
291	7250	341.4	210.6	21	7.5
292	7275	341.4	219.9	21	7.5
293	7300	341.4	221.5	21	7.5
294	7325	341.4	223.8	21	7.5
295	7350	341.4	223.8	21	7.5
296	7375	341.4	223.8	21	7.5
297	7400	341.4	223.8	21	7.5
298	7425	341.4	223.8	21	7.5
299	7450	341.4	223.8	21	7.5
300	7475	341.4	223.8	21	7.5
301	7500	341.4	223.8	21	7.5
302	7525	341.4	223.8	21	7.5
303	7550	341.4	223.8	21	7.5
304	7575	341.4	217.3	21	7.5
305	7600	341.4	219.9	21	7.5
306	7625	341.4	219.9	21	7.5
307	7650	341.4	216.1	21	7.5
308	7675	341.4	216.1	21	7.5
309	7700	341.4	216.1	21	7.5
310	7725	341.4	216.1	21	7.5
311	7750	341.4	216.1	21	7.5
312	7775	341.4	216.1	21	7.5
313	7800	341.3	216	21	7.5
314	7825	339	215.2	21	7.5
315	7850	336.7	213.7	21	7.5
316	7875	335.4	212	21	7.5
317	7900	335	196.7	21	7.5

318	7925	336	219.4	21	7.5
319	7950	336	219.4	21	7.5
320	7975	336	209.3	21	7.5
321	8000	336	209.3	21	7.5
322	8025	336	209.3	21	7.5
323	8050	336	209.3	21	7.5
324	8075	336	214.2	21	7.5
325	8100	336	219.2	21	7.5
326	8125	336	219.4	21	7.5
327	8150	336	219.4	21	7.5
328	8175	336	219.4	21	7.5
329	8200	336	210.8	21	7.5
330	8225	336	209.3	21	7.5
331	8250	335.9	209.6	21	7.5
332	8275	335.6	211.1	21	7.5
333	8300	335.3	212.2	21	7.5
334	8325	337.2	214.1	21	7.5
335	8350	339.4	215.3	21	7.5
336	8375	341.4	216.1	21	7.5
337	8400	341.4	216.1	21	7.5
338	8425	341.4	216.1	21	7.5
339	8450	341.4	216.1	21	7.5
340	8475	341.4	216.1	21	7.5
341	8500	341.4	216.1	21	7.5
342	8525	341.4	216.1	21	7.5
343	8550	341.4	216.1	21	7.5
344	8575	341.4	216.1	21	7.5
345	8600	339.9	215.4	21	7.5
346	8625	337.6	214.5	21	7.5
347	8650	335.4	212.4	21	7.5
348	8675	335.5	206.5	21	7.5
349	8700	335.8	205	21	7.5
350	8725	336	202.5	21	7.5
351	8750	336	206.8	21	7.5
352	8775	336	210.8	21	7.5
353	8800	336	210.8	21	7.5
354	8825	334.3	194.2	21	7.5
355	8850	336	210.8	21	7.5
356	8875	336	210.8	21	7.5
357	8900	336	219.4	21	7.5
358	8925	336	219.4	21	7.5
359	8950	336	219.4	21	7.5
360	8975	336	219.4	21	7.5
361	9000	336	219.4	21	7.5
362	9025	336	219.4	21	7.5
363	9050	336	206.8	21	7.5

364	9075	335.7	208.1	21	7.5
365	9100	335.4	215.9	21	7.5
366	9125	336.6	218.8	21	7.5
367	9150	338.8	218.8	21	7.5
368	9175	341.1	223.4	21	7.5
369	9200	341.4	219.5	21	7.5
370	9225	341.4	222.9	21	7.5
371	9250	341.4	222.9	21	7.5
372	9275	341.4	223.8	21	7.5
373	9300	341.4	223.8	21	7.5
374	9325	341.4	223.8	21	7.5
375	9350	341.4	223.8	21	7.5
376	9375	341.4	223.8	21	7.5
377	9400	341.4	223.8	21	7.5
378	9425	341.4	223.8	21	7.5
379	9450	341.4	223.8	21	7.5
380	9475	290.7	181.4	17.9	6.4
381	9492.569	120	75.9	7.4	2.6
		129249	82856	7974	2848