

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



Ministère de l'enseignement supérieur

Et de la recherche scientifique



UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences appliquées

Département de Génie civil et d'hydraulique

Spécialité : Génie Civil

Option : Etude et Contrôle des Bâtiments et Routes

Mémoire De FIN D'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master Professionnelle

En Génie Civil (ECBR)

Thème :

**ETUDE GEOMETRIQUE ET
GEOTECHNIQUE DE L'EVITEMENT DE LA
VILLE DE BERRIANE SUR 10 KM A LA RN1
(du P.K. 548 au P.K. 559)**

- BOUMEHRAS Djelloul
- HADJ MATALLAH Abdelkader

Soutenue publiquement devant le jury :

M r. MEKHERMECHE A.	MAA U.K.M.Ouargla	Président
Mr. FERHI L.	DTP Ouargla	Examineur
M r. ABIMOULOU Y.	MAA U.K.M.Ouargla	Encadreur
Mr. MEKECHTI S.	DTP Ghardaia	Co-Encadreur

Promotion 2017

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SOMMAIRE

- Liste des tableaux
- Liste des figures
- Remerciement
- DEDICACE

CHAPITRE I : PRESENTATION DE PROJET

I -1-Introduction	1
I-2-Présentation du projet	1
I-3-Climatologie	1
I-4-Objectif de l'étude	2

CHAPITRE II : ETUDE DE TRAFIC

II-1-Introduction	3
II-2-Analyse de trafic	3
II-3-Différents types de trafics	4
II-4-Modèles de présentation de trafic	4
II-5-Calcul de la capacité	6
II-6-Application au projet	9

CHAPITRE III : TRACE EN PLAN

III-1-Introduction	11
III-2-Règles à respecter dans la trace en plan	11
III-3-Les éléments de la trace en plan	11
III-4-Les conditions de raccordement	15
III-5-Combinaison des éléments de la trace en plan	16
III-6-Paramètres fondamentaux	17
III-7-La vitesse de référence	18
III-8-Calcul d'axe	19
III-9-Exemple de calcul d'axe manuellement	19

CHAPITRE IV : PROFIL EN LONG

IV-1-Définition	23
IV-2-Un profil en long caractéristique des reliefs traversent	23
IV-3-Règles a respecté pour la trace du profil en long	23
IV-4-Définition de la déclivité	24
IV-5-Raccordement en profil en long	24
IV-6-Normes pratique du profil en long	26

CHAPITRE V : PROFIL EN TRAVERS

V-1-Définition	28
V-2-Les éléments de composition du profil en travers	28
V-3-Le profil en travers type du projet	29

CHAPITRE VI : LES CUBATURES

VI-1-Introduction	30
VI-2-Définition	30
VI-3-Méthode de calcul des cubatures	30
VI-4-Méthode classique	32

CHAPITRE VII :LES CARREFOURS

VII-1-Introduction	33
VII-2-Donnes apprendre pour l aménagements d un carrefour	33
VII-3-Choix de type de carrefour	33

CHAPITRE VIII : ETUDE GEOTECHNIQUE

VIII-1-Introduction	36
VIII-2-Réglementation algériennes en géotechniques	36
VIII-3-Les différents essais en laboratoire	36
VIII-4-Les essais d indentation	37
VIII-5-Condition d utilisation des sols en remblais	37
VIII-6-Les moyens de reconnaissance	38
VIII-7-Caractéristiques des matériaux constituant l assise et le corps de	

chaussée dans notre projet	38
VIII-8-Classification des matériaux	39
VIII-9-Conclusion	39
CHAPITRE IX : DIMENSIONNEMENT	
IX-1-Introduction	40
IX-2-La chaussée	40
IX-3-Les différents facteurs pour les études de dimensionnement	43
IX-4-Méthode de dimensionnement	44
IX-5-Application au projet	46
IX-6-Méthode de catalogue des chaussées neuves (CTTP)	47
IX-7-Conclusion	48
CHAPITRE X : ASSAINISSEMENT	
X-1-Introduction	49
X-2-Facteurs influençant	50
X-3-Drainage d eau	51
X-4-Ouvrage de drainage et d assainissement	51
X-5-Application au projet	52
CHAPITRE XI : SIGNALISATION	
XI-1-Introduction	53
XI-2-L objet de la signalisation routière	53
XI-3-Catégories de signalisation	53
XI-4-Règles a respecté pour la signalisation	53
XI-5-Types de signalisation	54
XI-6-Caractéristique générales des marques	57
XI-7-Application au projet	57
-DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	60
-CONCLUSION GENERALE	
-Bibliographie	
- Annexes	

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX		
TABLEAUX	TITRE	PAGE
CHAPITRE : II		
TAB.II.1	Coefficient d'équivalence« P »	7
TAB.II.2	Valeurs de K_1	8
TAB.II.3	Valeurs de K_2	8
TAB.II.4	Valeurs de C_{th}	8
CHAPITRE : III		
TAB.III.1	Paramètres fondamentaux	18
CHAPITRE : IV		
TAB.IV.1	Condition de visibilité	25
TAB. IV.2	Normes pratique du profil en long	26
CHAPITRE : VIII		
TAB. VIII.1	Caractéristiques du sol support et des remblais	38
CHAPITRE : IX		
TAB.IX.1	Les valeurs des coefficients d'équivalence	46
CHAPITRE : X		
TAB.X.1	les ouvrages d'assainissement existants	52
CHAPITRE : XII		
TAB.XI.1	caractéristiques des lignes discontinues	56

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES		
FIGURES	TITRE	PAGE
CHAPITRE : II		
Fig. II-1	Schéma explicatif d'une Coupe transversale de la chaussée	10
CHAPITRE : III		
Fig.III.1	Les éléments du tracé en plan	11
Fig.III.2	Courbe de raccordement clothoïde	14
Fig.III.3	Courbe en S	16
Fig.III.4	Courbe à sommet	16
Fig.III.5	Courbe en C	17
Fig.III.6	Courbe en ovale	17
CHAPITRE : V		
Fig.V.1	Les éléments constitutifs du profil en travers	28
CHAPITRE : VI		
Fig.VI.1	Profil adopté pour tracé en long	31
CHAPITRE : VII		
Fig.VII.1	le carrefour de début de l'évitement	35
Fig.VII.2	le carrefour de la fin de l'évitement	35
CHAPITRE : IX		
Fig.IX.1	Les éléments du tracé en plan	42
Fig.IX.2	types de chaussées	43
CHAPITRE : X		
Fig.X.1	l'emplacement des ouvrages d'assainissements	49
Fig.X.2	les ouvrages d'assainissements	50
CHAPITRE : XI		
Fig.XI.1	Type de modulisation	55
Fig.XI.2	Signalisation horizontale	56



Remerciement

Nous exprimons toute mon gratitude et sincère dévouement à Dieu tout puissant qui grâce à son aide nous avons termine ce modeste travail.

Nous remercions mes parents ,la source de toutes mes forces .

*Nous tenons a remercier chaleureusement mon promoteur **Mr.Abi-Miloud Yousef** et Mr l'ingénieur, **Mr. MEKECHTI S** pour son aide et son encadrement durant toute la période de préparation de ce mémoire.*

*Nous remercions les enseignants de l' "**DTP**" de **Ghardaïa**.*

Nous tenons a remercier aussi tous les enseignants de l' université de Ouargla surtout les enseignants de département génie civil et d' hydraulique qui ont enrichi de connaissances et de savoir.

Merci aussi a tous ceux et celles qui de prés ou de loin nous ont apporte aide et encouragement. Qu'ils trouvent ici l' expression de ma profonde gratitude.



DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail de la fin
d'étude à mon ange lumineux cher père
Messaoud que dieu vous accorde sante le
bonheur et prospérité.*

*A la prunelle de mes yeux, cher mère
djemaa que dieu le tout puissant la protège
celle qui ma donné le sens de la vie.*

*A mes sœurs et mes frères et à toute la
famille boumehras.*

A mes amies

A mes camarades de promotion 2016/2017



DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail de la fin
d'étude à mon ange lumineux cher père
abderrahmane que dieu vous accorde sante le
bonheur et prospérité.*

*A la prunelle de mes yeux, cher mère fatiha
que dieu le tout puissant la protège celle
qui ma donné le sens de la vie.*

*A mes sœurs et mes frères et à toute la
famille hadj matallah.*

A mes amies

A mes camarades de promotion 2016/2017



CHAPITRE I

PRESENTATION DU PROJET

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DU PROJET

I.1- INTRODUCTION :

La wilaya de Ghardaïa est l'une des plus importantes wilayas du sud de l'Algérie. Elle s'étale sur une superficie de 86.560 km². Le territoire de cette wilaya s'inscrit exclusivement dans l'espace Saharien. Elle est composée de neuf daïras qui sont : Ghardaïa, Berriane, Metlili chaanba, El-Ménéa, Daïa bendahoua, Mansoura, Zelfana, Guerrara et Bounoura.

- ❖ La wilaya de Ghardaïa est limitée :
- ❖ Au Nord par la Wilaya de Laghouat sur (200km) .
- ❖ Au Nord-est par la Wilaya de Djelfa sur (300km).
- ❖ A l'Est par la Wilaya d'Ouargla sur (200 km).
- ❖ Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset sur (1470km).
- ❖ Au Sud-ouest par la wilaya d'Adrar sur (350km).
- ❖ Au l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayad sur (350).

I.2 -PRESENTATION DU PROJET :

Le présent projet à un linéaire de 10 Km, débute du Pk 548 de la RN°1 (Oued Soudane) et rejoint la RN°1 au Pk 559, il traverse les périmètres agricoles situés au Nord-Ouest de Berriane.

Malgré l'extrême complexité topographique et géomorphologique du terrain à savoir : terrain montagneux avec une sinuosité forte, l'évitement de Berriane présente une importance capitale pour le citoyen, il permet le contournement de la ville de Berriane pour les usagers utilisant la RN°1, donc ce tronçon sera classé comme une section de la route nationale où il faut tenir compte du trafic fort notamment le poids lourd.

I.3 – CLIMATOLOGIE :

Le climat, de type saharien, se caractérise par des étés aux chaleurs torrides et des hivers doux surtout pendant la journée.

Il est marqué par une grande amplitude entre les températures du jour et de nuit, d'été et d'hiver.

La période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu'au mois de septembre.

La température moyenne enregistrée au mois de juillet est de 36,6° C ; le maximum

absolu de cette période a atteint 46°C.

Pour la période hivernale, la température moyenne enregistrée au mois de janvier ne dépasse pas 12.2°C, le minima absolu de cette période a atteint 2.5° C.

Les précipitations sont très faibles et irrégulières. A BERRIANE elles varient entre 13 et 68 mm sur une durée de 15 jours par an.

I.4-OBJECTIF DE L'ETUDE :

L'objectif principal assigné au projet est d'assurer une fluidité de la circulation et de sécuriser les usagés de ce tronçon, et choisir des variantes (nouveau tracé) qui répondent aux critères suivant :

- Economie.
- Sécurité.
- Environnement.

CHAPITRE II

ETUDE DE TRAFIC

CHAPITRE II : ETUDE DU TRAFIC

II.1- INTRODUCTION :

L'étude de trafic est une étape primordiale pour toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi, le type d'aménagements à réaliser. Le trafic journalier moyen annuel (TJMA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

L'étude du trafic s'attachera à la connaissance des mouvements suivants :

- Le transit, lorsqu'il s'agit d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération,
- La nature des flux, pour déterminer les points d'échange,
- Le niveau des trafics et leurs évolutions afin de programmer dans le temps les investissements à projeter.
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

II.2-ANALYSE DU TRAFIC :

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires:

- **Comptages manuels**
- **Comptages automatiques**

Ces deux types, permettent de mesurer le trafic sur un tronçon. En ce qui concerne les compteurs automatiques, les dispositifs ont maintenant la capacité de discriminer les véhicules légers et les poids lourds.

Les enquêtes de type cordon : permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, les origines et les destinations de chaque flux.

Les enquêtes qualitatives : permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau et les raisons de son déplacement.

II.3- DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS :

II.3-1-Trafic normal :

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

II.3-2- Trafic dévié :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autres termes, la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point.

II.3-3- Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

- Les nouveaux déplacements des personnes sur la nouvelle voie, en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier.
- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente, dues aux possibilités offertes par le nouvel aménagement routier.

II.3-4-Trafic total :

C'est le trafic total sur le nouvel aménagement qui sera égal à la somme du trafic induit 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 ses conséquences sur l'activité humaine.

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.

a) Prolongation de l'évolution passée :

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir,

L'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic T_n à l'année n sera :

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

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

τ : est le taux de croissance (notre projet a un taux de 7%)

b) Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part et certains indicateurs macro-économiques :

- Produit national brut (PNB).
- Produits des carburants, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic. Mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort du cadre de notre étude.

c) Modèle gravitaire :

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant le trafic actuel ou futur proche, mais il se prête mal à la projection.

d) Modèle de facteurs de croissance :

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine – destination .La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

- Le taux de motorisation des véhicules légers et leur utilisation.

- Le nombre d'emploi.
- La population de la zone.

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier.

Remarque :

Pour notre cas, nous utilisons la première méthode, c'est-à-dire la méthode « prolongation de l'évolution passée » vu sa simplicité et parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

II-5- CALCUL DE LA CAPACITE :

II-5-1-Définition de la capacité :

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation. C'est le trafic horaire au-delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons. La capacité dépend:

- Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, Il est beaucoup moins en zone de campagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible,
- Des conditions météorologiques,
- Des caractéristiques géométriques de la route.

II-5-2-Détermination du nombre de voies :

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant, soit par défaut, ou par insuffisance. Une des solutions est basée sur le nombre de voies.

A partir de là, l'ingénieur fait une comparaison entre le débit admissible et le débit prévisible pour obtenir le choix de nombre de voies pour un tronçon routier.

Donc, il est nécessaire d'évaluer le débit horaire, à l'heure de pointe pour la 20^{ème} année d'exploitation.

➤ Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon :

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

$$TJMAH = (1 + \tau)^n TJMA_0 \quad TJMA_0, \tau, n : \text{ sont définies précédemment.}$$

➤ Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de Type de route et de l'environnement (vallonnée, en plaine, ...)

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

Le trafic effectif donné par la relation :

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

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

Tableau II.1 : le coefficient d'équivalence « P »

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

ce tableau, nous permettons de déterminer le coefficient d'équivalence « P » pour le poids lourd en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

➤ Débit de pointe horaire normal :

Le débit de pointe horaire normal est une **fraction** du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{\text{ef}} \quad \left(\frac{1}{n}\right) : \text{Coefficient de pointe prise égale } 0.12$$

Q : est exprimé en UVP/h.

➤ Débit horaire admissible :

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

$$Q_{\text{adm}} (\text{uvp/h}) = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}}$$

K_1 : coefficient lié à l'environnement.

K_2 : coefficient de réduction de capacité.

C_{th} : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Avec :

➤ **Valeurs de K_1 :**

Tableau II.2 : Valeurs de K_1 :

Environnement	E_1	E_2	E_3
K_1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

➤ **Valeurs de K_2 :**

Tableau II.3 : Valeurs de K_2 :

environnement	1	2	3	4	5
E_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E_2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E_3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

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

Tableau II.4 : Valeurs de C_{th} :

	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

➤ **Calcul du nombre de voies :**

-Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

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

-Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du rapport

$$Q / Q_{adm}$$

Avec :

S : coefficient dissymétrie, en général = 2/3

Q_{adm} : débit admissible par voie

II-6- APPLICATION AU PROJET :

II-6-1-Données des trafics pour notre projet :

Selon les résultats des comptages et de prévisions effectués par le service spécialisé de la DTP Ghardaïa, nous avons reçu les données suivantes :

- Le trafic à l'année 2014 $TJMA_{2014}=1738$ v/j.
- Année de mise en service : 2017.
- Le pourcentage des poids lourds : $Z=40$ %.
- Taux de croissance annuelle du trafic : $\tau=7$ %
- La durée de vie : 20ans.
- La vitesse de base sur le tracé $V_b=80$ km/h

II-6-2-Application sur l'évitement :

➤ **Calcul de TJMA horizon :**

On a: $TJMA_{2014} = 1738$ v/j.

$$TJMA_{2014} = (1 + \tau)^1 \cdot TJMA_{2014} = 1860 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2034} = (1 + \tau)^{20} \cdot TJMA_{2014} = 7198 \text{ v/j}$$

➤ **Trafic effectif :**

$$T_{effe2014} = 1860[(1-0.4) + 12 \times 0.4] = 10044 \text{ uvp/j}$$

$$T_{effe2034} = 7198 [(1-0.4) + 12 \times 0.4] = 38870 \text{ uvp/j}$$

➤ **Débit du pointe horaire :**

$$Q_{2014} = 0.12 \cdot T_{effe} = 0.12 \times 10044 = 1206 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{2034} = 0.12 \times 38870 = 4665 \text{ uvp/h}$$

➤ **Débit horaire :**

$$Q_{adm} = 0.9 \times 0.91 \times 3600 = 2948 \text{ uvp/h}$$

➤ **Nombre de voies :**

$$N = (S \cdot Q_{2034}) / Q_{adm} = 1.05 \quad \text{avec } s = 2/3$$

$N = 2$ voies par sens. (ce choix est pour le but d'augmenter la sécurité et éviter les accidents)

Donc notre évitement nécessite un dédoublement et un tracé neuf en 2×2 voies

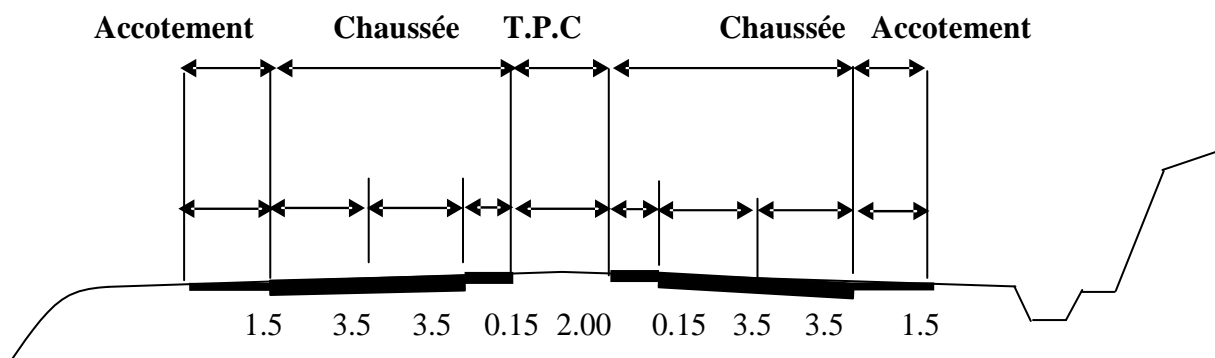


Fig. II-1: Schéma explicatif d'une Coupe transversale de la chaussée

CHAPITRE III

TRACE EN PLAN

CHAPITRE III : TRACE EN PLAN

III-1- INTRODUCTION :

Le tracé de l'axe routier se fait sur un plan horizontal, qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

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

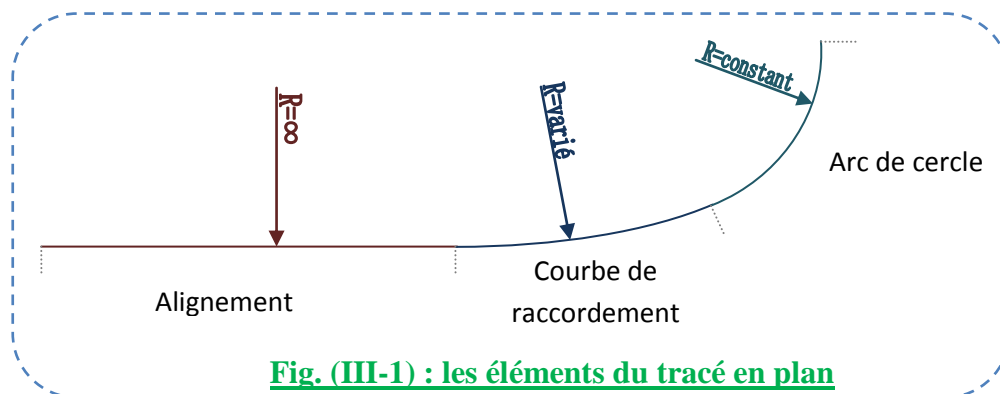
III-2-REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qu'elles 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 total de tracé.

III-3- 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 cercle, comme il est schématisé ci-dessous :



III-3-1- Les alignements :

Il existe une longueur minimale d'alignement **L_{min}** qui devra séparer deux courbes circulaires du même sens. Ce 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 cercle.

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.

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

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

III-3-2- Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- La stabilité des véhicules.
- L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon.
- La visibilité 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. Il est nécessaire de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal

a) - Rayon horizontal minimal absolu (RHM) :

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal :

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

f_t : coefficient de frottement transversal

Ainsi pour chaque V_r on définit une série de couples (**R, d**).

b) - Rayon minimal normal (RHN) :

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

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

c) - Rayon au dévers minimal (RHd) :

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

Dévers associé $d_{\min} = 2.5\%$

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

d) - Rayon minimal non déversé (RHnd):

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

Cat 1-2

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035}$$

Avec :

Cat 3-4-5

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

 $f' = 0.07$ cat 3 $f' = 0.075$ cat 4-5**e)-Règles pour l'utilisation des rayons en plan :**

Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant des valeurs de rayon \geq 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% près entre dmax et d (RHm).

Si : $RHm < R < RHn$:

$$d = \frac{d_{\max} - d(RHn)}{(1/RHn - 1/RHd)} (1/R - 1/RH_{\max}) + d_{\max}$$

Entre d (RHn) et dmin si $RHn < R < RHd$

$$d = \frac{d(RHn) - d_{\min}}{(1/RHn - 1/RHd)} (1/R - 1/RHd) + d_{\min}$$

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 aucune 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.

f)-Sur largeur :

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 sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en

alignement.

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

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

R : rayon de l'axe de la route

III.3.3- Les raccordements progressifs (CLOTHOÏDE) :

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

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

Expression de la clothoïde :

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.

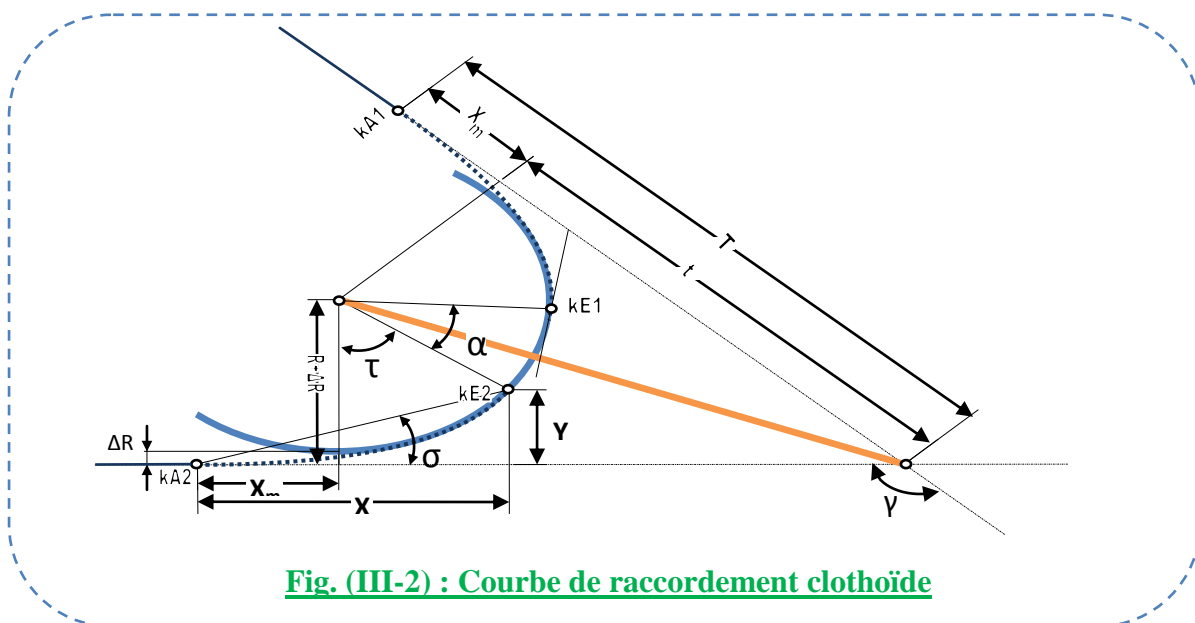


Fig. (III-2) : Courbe de raccordement clothoïde

Les éléments de la clothoïde :

γ : Angle entre alignement.

T : Grande tangente.

ΔR : Ripage.

KA : Début de clothoïde.

KE : Fin de clothoïde.

σ : Angle polaire.

X_m : Abscisse du centre de cercle.

X : Abscisse de KE.

Y : Ordonnée de KE.

α : Angle d'arc de cercle.

τ : Angle de tangente.

III.4 - LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT :

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes:

a) - Condition de confort optique :

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

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

REGLE GENERALE (B40) :

- $R \leq 1500\text{m}$ $\Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m)

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

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

$$L \geq R/9$$

- $R < 5000$ $\Delta R = 2.5\text{ m}$

$$L = 7.75$$

b) - Condition de confort dynamique :

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

V_r : vitesse de référence en (Km /h).

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

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

C) - 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 tel sorte

Nous avons

l : largeur de chaussée

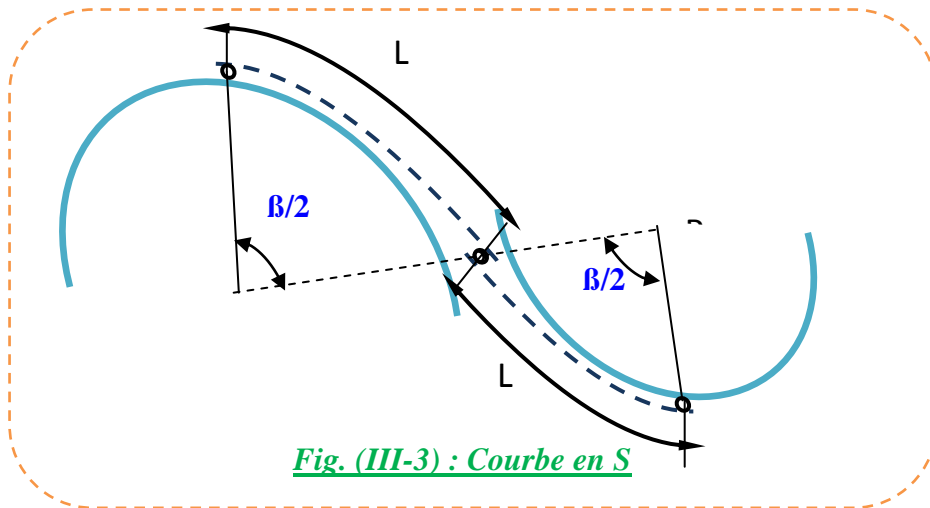
$$L = l \cdot \Delta d \cdot V_R$$

III.5 - COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

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

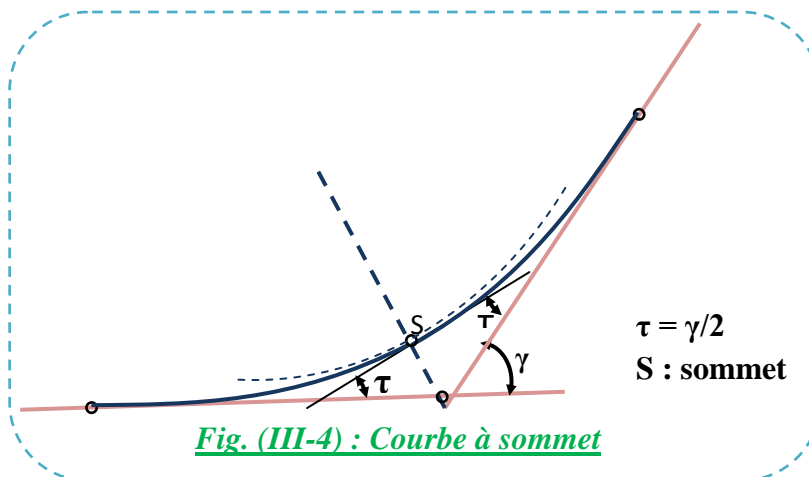
a) - Courbe en S :

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



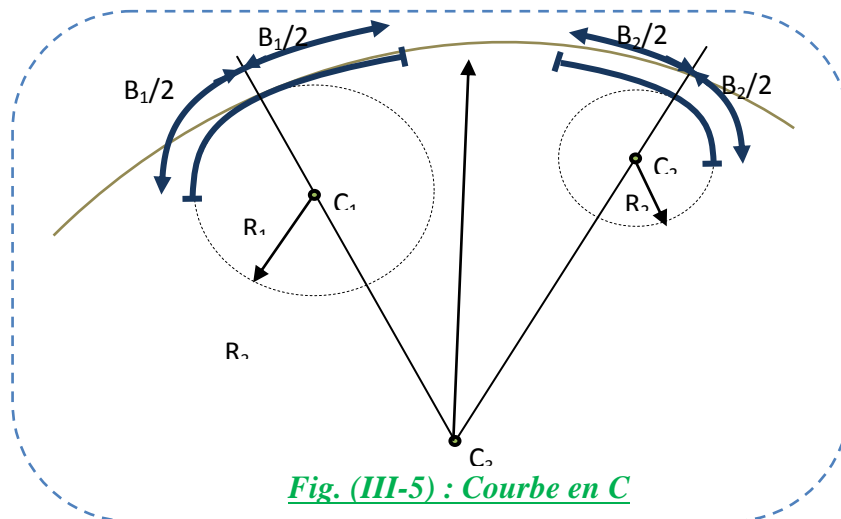
b) - Courbe à sommet :

Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de même concavité, tangente en un point de même courbure et raccordant deux alignements.



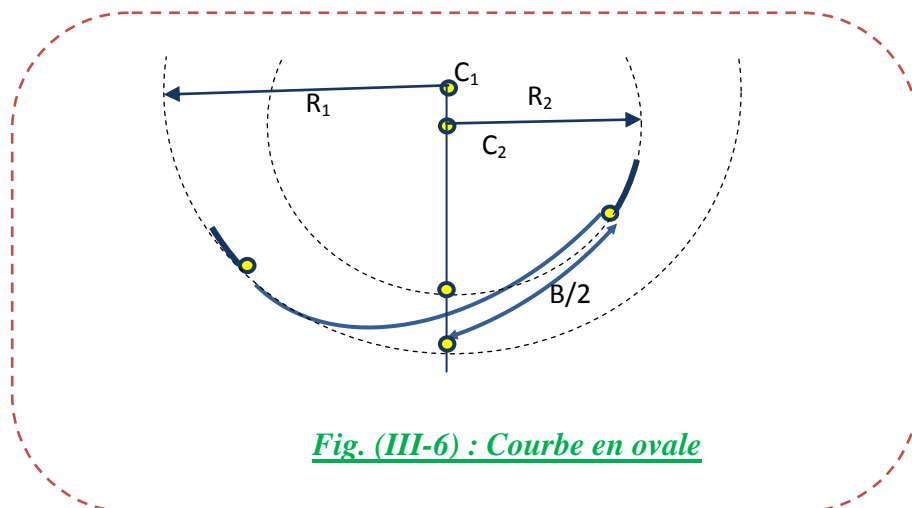
c) - Courbe en C :

Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de même concavité, tangente en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercle sécants ou extérieurs l'un à l'autre.



d) - Courbe en Ove:

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



III.5 - PARAMETRES FONDAMENTAUX :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie **C1**, dans un environnement **E3**, avec une vitesse de base **$V_B = 80 \text{ km/h}$** .

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées de la norme **B40**

Tableau(III -1) parametres fondamentaux

<i>Paramètre</i>	<i>symboles</i>	<i>valeurs</i>
Vitesse (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	Lmin	112
Longueur maximale (m)	Lmax	1333
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	65
Distance d'arrêt (m)	d1	109
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	dm	320
Distance de visibilité de dépassement normal (m)	dn	480
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	dmd	200
RHm (m) (d'associe %)	RHm	250 (7 %)
RHN (m) (d'associe %)	RHN	450 (5 %)
RHd (m) (d'associe %)	RHd	1000(2.5 %)
RHnd (m) (d'associe %)	RHnd	1400 (-2.5 %)

III. 6-LA VITESSE DE REFERENCE (DE BASE) :

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

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

III.6.1- Choix de la vitesse de référence:

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

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

III.6.2- Vitesse de projet:

La vitesse de projet V_p 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 bonne conditions normales.

III. 7- 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 ses 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 de kilométrage des points particuliers

III.8 - EXEMPLE DE CALCUL D'AXE MANUELLMENT :

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

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit:

$$S_2 (x = 16040.160, y = 133443.720)$$

$$S_3 (x = 15694.150, y = 133055.640)$$

$$S_4 (x = 16044.830, y = 132302.850)$$

$$\text{Rayon } R = 500\text{m} \text{ et } V_R = 80\text{km/h}$$

Caractéristiques de la courbe de raccordement :

a-Calcul du paramètre A :

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

Détermination de L :

1-Condition de confort optique : $\frac{R}{3} \leq A_{\min} \leq R$ D'où $167 \leq A_{\min} \leq 500$

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \text{ Comme } R = 500\text{m} < 1500\text{m} \quad \Delta R = 1$$

$$\text{Donc } L \geq \sqrt{24 \times 500 \times 1} = 109.5\text{m} \dots\dots\dots \mathbf{1}$$

2-Condition de confort dynamique et de gauchissement :

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

$$RHN \leq R \leq RHd$$

$$\Delta d = ?$$

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

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

$$\Rightarrow \Delta d = 4.55 - (-2.5) = 7.05 \%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 7.05 \times 80 = 78.34\text{m} \dots\dots\dots \mathbf{2}$$

De **1** et **2** on aura: $L \geq 109.5\text{m}$.

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = 234$$

On prend: $A = 200 \text{ m}$ $L = A^2/R$ donc **L = 80m.**

b. Calcul de ΔR :

$$\Delta R = L^2 / 24R = 80^2 / (24 \times 500) = 0.533\text{m}$$

$$\Delta R = \mathbf{0.533\text{m}}$$

c. Calcul des Gisements :

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

$$\begin{array}{l}
 S_2 S_3 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{S3} - X_{S2}| = 346.01 \text{ m} \\ |\Delta Y| = |Y_{S3} - Y_{S2}| = 388.08 \text{ m} \end{array} \right. \\
 S_3 S_4 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X_1| = |X_{S4} - X_{S3}| = 350.68 \text{ m} \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S4} - Y_{S3}| = 752.79 \text{ m} \end{array} \right.
 \end{array}$$

$$\text{D'où: } G_{s_3}^{s_2} = 200 + \text{arc tg} \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = \mathbf{246.35 \text{ grades}}$$

$$G_{s_4}^{s_3} = 200 + \text{arc tg} \frac{|\Delta Y_1|}{|\Delta X_1|} = \mathbf{272.24 \text{ grades}}$$

d. Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{s_4}^{s_3} - G_{s_3}^{s_2}| = \mathbf{25.89 \text{ grades}}$$

e. Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \cdot \frac{200}{\pi} = \frac{80}{2 \times 500} \times \frac{200}{\pi} \quad \tau = \mathbf{5.09 \text{ grades}}$$

f. Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 5.09 \text{ grades}$$

$$\gamma / 2 = 25.89 / 2 = 12.94 \text{ grades}$$

$$\text{D'où: } \tau < \gamma / 2 \Rightarrow \text{pas de chevauchement.}$$

g. Calcul des distances:

$$\overline{S_3 S_2} = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2} = \sqrt{346.01^2 + 388.08^2} = \mathbf{520 \text{ m}}$$

$$\overline{S_4 S_3} = \sqrt{(\Delta X_1)^2 + (\Delta Y_1)^2} = \sqrt{350.68^2 + 752.79^2} = \mathbf{830.46 \text{ m}}$$

h. Caractéristiques de la courbe de raccordement :

h.1). Calcule de l'abscisse du centre du cercle :

$$X_m = \frac{A^2}{2.R} = \frac{L}{2} = \mathbf{80 \text{ m}}.$$

h.2). Abscisse de KE :

$$x = L \left(1 - \frac{L^2}{40.R^2} \right) = \mathbf{79.94 \text{ m}}.$$

h.3). Origine de KE :

$$y = \frac{L^2}{6.R} = \mathbf{2.13 \text{ m}}.$$

h.4). Calcule de la tangente :

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg}\left(\frac{\gamma}{2}\right) = \mathbf{88.37 m.}$$

h.5). Calcul des Coordonnées SL :

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{79.94^2 + 2.13^2} = \mathbf{79.97 m.}$$

h.6). Calcul de σ :

$$\sigma = \operatorname{arctg}\left(\frac{y}{x}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{2.13}{79.94}\right) = \mathbf{1.69 gr.}$$

h.7). Calcul de l'arc :

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 25.89 - (5.09 \times 2) = \mathbf{15.71 gr.}$$

$$\widehat{K_{E1}K_{E2}} = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{200} = \frac{500 \times \pi \times 15.71}{200} = \mathbf{123.32 m.}$$

h.8). Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$K_{A3} \begin{cases} X_{KA3} = X_{S2} - (S_2 S_3 - T) \times \sin(G_{S2}^{S3} - 200) \\ Y_{KA3} = Y_{S2} - (S_2 S_3 - T) \times \cos(G_{S2}^{S3} - 200) \end{cases}$$

$$K_{A3} \begin{cases} X_{KA3} = \mathbf{15752.94m} \\ Y_{KA3} = \mathbf{133121.52m} \end{cases}$$

$$K_{E3} \begin{cases} X_{KE3} = X_{KA3} + S_L \times \sin(G_{S2}^{S3} - \sigma) \\ Y_{KE3} = Y_{KA3} + S_L \times \cos(G_{S2}^{S3} - \sigma) \end{cases}$$

$$K_{E3} \begin{cases} X_{KE3} = \mathbf{15701.32 m} \\ Y_{KE3} = \mathbf{133060.43 m} \end{cases}$$

$$K_{A4} \begin{cases} X_{KA4} = X_{S3} + T \times \sin(200 - G_{S3}^{S4}) \\ Y_{KA4} = Y_{S3} - T \times \cos(200 - G_{S3}^{S4}) \end{cases}$$

$$K_{A4} \begin{cases} X_{KA4} = \mathbf{15614.05 m} \\ Y_{KA4} = \mathbf{133018.31 m} \end{cases}$$

$$K_{E4} \begin{cases} X_{KE4} = X_{KA3} - S_L \times \sin(G_{S3}^{S4} + \sigma) \\ Y_{KE4} = Y_{KA3} - S_L \times \cos(G_{S3}^{S4} + \sigma) \end{cases}$$

$$K_{E4} \begin{cases} X_{KE4} = \mathbf{15687.40 m} \\ Y_{KE4} = \mathbf{133050.15 m} \end{cases}$$

CHAPITRE IV

PROFIL EN LONG

CHAPITRE IV : PROFIL EN LONG

IV-1- DEFINITION :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle.

IV-2- UN PROFIL EN LONG CARACTERISTIQUE DES RELIEFS TRAVERSEES :

Le profil en long représente les montées et les descentes de route , comme si l'on regardait la route « par le côté ».

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. Ainsi , la pente

doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

Les grands ouvrages (tunnels, viaducs) imposent également des pentes limitées. Le profil en long est défini pour limiter les volumes de déblai et de remblai, afin de limiter l'impact sur l'environnement (sur l'écoulement des eaux en particulier), de faciliter l'insertion de la route dans le paysage et de maîtriser le coût de construction de la route.

IV-3- REGLES A RESPECTER POUR LE TRACE DU PROFIL EN LONG :

Le tracé du profil en long doit répondre à plusieurs conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux. Pour cela, il faut respecter certaines règles pratiques régissant celui-ci :

Respecter les règles du B40 (déclivités Max et Min).

- Respecter les règles du B40 (déclivités Max et Min).
- Eviter les hauteurs excessives des remblais.
- Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais afin de limiter le coût.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long,
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long sur un léger déblai qui implique une mauvaise évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, on placera les zones à dévers nulles en pente du profil en long.

- Eviter de placer un point bas du profil en long dans une zone de déblais, et en sens inverse, il est aussi contre indiqué de prévoir un remblai dans un point haut du profil en long.

IV-4-DEFINITION DE LA DECLIVITE :

La déclivité d'une route est l'angle tangente que fait le profile en long avec l'horizontal, on l'appel pente pour les descentes et rampes pour les montées.

IV-4-1 Déclivité minimale :

Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieur à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

Dans les langues sections en déblais au moins 0.2% pour que l'ouvrages longitudinal d'évacuation des eaux ne soient pas profondément entrée dans le coté aval.

IV-4-2- Déclivité maximale :

La déclivité maximale est tolérée surtout dans les courtes distances (inférieures à 1500 m) **pour les raisons suivantes :**

- Réduction de la vitesse et augmentation des dépenses de circulation.
- Important effort de freinage des poids lourds ce qui conduit à user les pneumatiques.

Pour les rampes :

La déclivité peut être majorées de deux points pour les chaussées descendantes à sens unique sans dépasse 6%

Pour les déclivités du profil en long, il est plus imposer en règle générale de valeur minimale

IV-5- RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :

Les changements de déclivité constituent des points particuliers dans le profil en, ce changement est assurer par l'introduction de raccordement circulaire qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité. Il y a deux types de raccordements :

IV-5-1- Raccordement convexe (saillants) :

La conception des raccordements convexes doit satisfaire les conditions suivantes :

a- Condition de confort :

Elle consiste à limiter l'accélération verticale, à laquelle sera soumis le véhicule lorsque le

profil en long comporte une forte courbure convexe.

b- Condition de visibilité :**Tableau .IV.1 Condition de visibilité :**

Vitesse du véhicule (km/h)		80
Longueur de freinage d0(m)		65
Distance d'arrêt en alignement d1(m)		109
Distance d'arrêt en courbe d2 (m)		120
Distance de visibilité de dépassement	min dd	320
	max dD	480
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement dMd		200

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

Il faut que 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 :

Avec :

$$RV = \frac{d_0^2}{2} (h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 \times h_1})$$

d₀ : distance d'arrêt (m).

h₀ : hauteur de l'œil (m).

h₁ : hauteur de l'obstacle (m).

Dans le cas d'une route unidirectionnelle « bretelles » :

$h_0 = 1.1 \text{ m}$, $h_1 =$

$1 = 0.15 \text{ m}$:

On trouve

$$Rv = 0.24 D1^2$$

IV-5-2- Raccordement concave : (rentrant) :

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

$$R'V = \frac{d_0^2}{(1.5 + 0.035 \times d_0)}$$

Avec :

d_0 : distance d'arrêt (m).

IV-5-3- 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 changeant 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 :

Δd : changement de dévers

RV_{min} : rayon verticale minimale

$$RV_{min} = 100 \times \frac{50}{\Delta d(\%)}$$

IV-6- NORMES PRATIQUE DU PROFIL EN LONG :

Tableau .IV.2 Normes pratique du profil en long

Catégorie		C1
Environnement		E3
Vitesse de référence (km/h)		80
Rayon en angle saillant (Rv1)	Minimal absolu Rvm2	4500
	Minimal normal Rvn2	10000
Rayon en angle rentrant (Rv2)	Minimal absolu Rvm	2400
	Minimal normal Rvn	3000
Déclivité maximale imax (%)		6
Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement dm RVD		11000
Vitesse de poids lourd VPL (km/h)		30

IV-6-1- Exemple de calcul du profil en long :

$$\begin{array}{ccc}
 A \left\{ \begin{array}{l} S=0 \\ Z= 544.194 \end{array} \right. & S \left\{ \begin{array}{l} S= 1133.010 \\ Z=568.910 \end{array} \right. & D \left\{ \begin{array}{l} S= 2233.230 \\ Z= 541.490 \end{array} \right. \\
 R= 11000 & &
 \end{array}$$

a-Calcul des pentes :

$$P_1 = \Delta Z_1 / \Delta X_1 = \frac{Z_2 - Z_1}{X_2 - X_1}$$

$$P_1 = 2.18 \%$$

$$P_2 = -2.49\%$$

a. Calcul des tangentes :

$$T = R/2 \cdot |P_1 \pm P_2|$$

$$T = 256.85 \text{ m}$$

b. Calcul des flèches :

$$H = T^2 / 2R = 2.998 \text{ m}$$

c. Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$B \left\{ \begin{array}{l} S_B = X_S - T = 867.16 \text{ m} \\ Z_B = Z_S - T \cdot P_1 = 563.31 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$C \left\{ \begin{array}{l} S_C = X_S + T = 1389.86 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + T \cdot P_2 = 575.30 \text{ m} \end{array} \right.$$

N.B: les résultats de calcul sont joints en annexe.

CHAPITRE V

PROFIL EN TRAVERS

CHAPITRE V: PROFIL EN TRAVERS

V-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...). On distingue trois types de profils en travers :

- ✓ Profil en Travers en déblai.
- ✓ Profil en Travers en remblai.
- ✓ Profil en Travers mixte (remblai et déblai)..

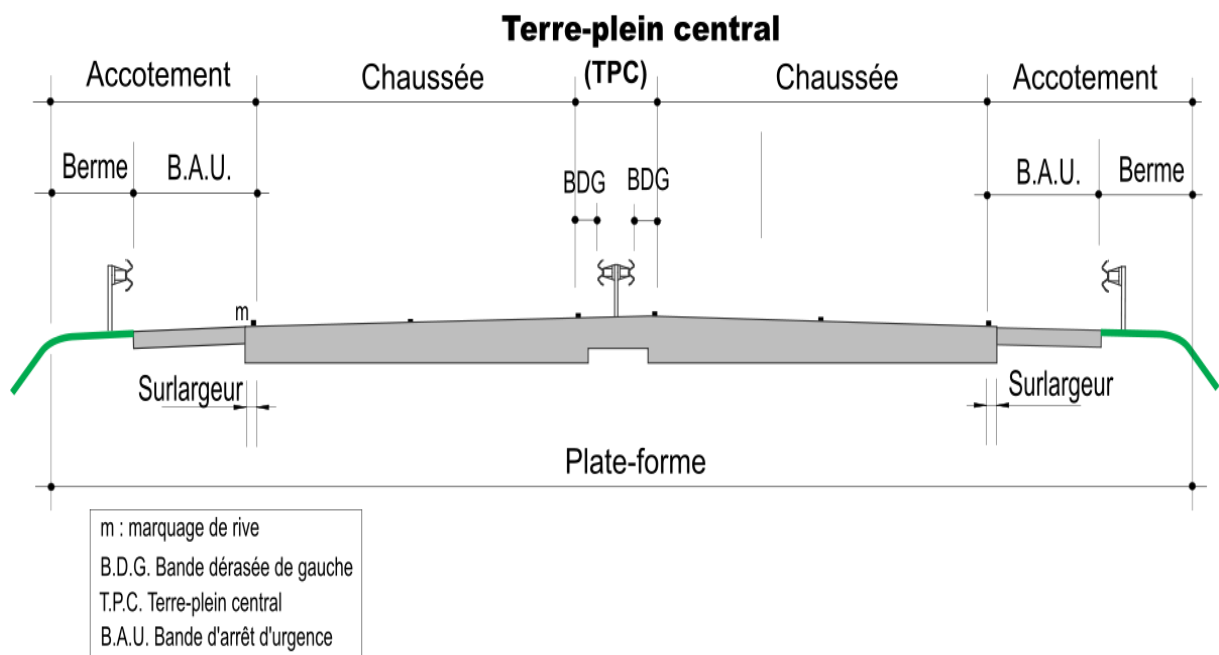


Fig. (V-1) : Les éléments constitutifs du profil en travers

V. 2 - LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS:

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

a) - La chaussée :

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

b) - La largeur roulable :

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêts sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

c) - La plate-forme :

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.

d) - Assiette :

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

e) - L'emprise :

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances, elle coïncidant généralement avec le domaine public.

f) - Les accotements :

Les accotements sont les zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

Ils comportent généralement les éléments suivants :

- ▣ Une bande de guidage.
- ▣ Une bande d'arrêts.
- ▣ Une berme extérieure.

NB : Dans notre cas sa largeur est de 1.5m.

g) - Le terre-plein central :

Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

h) - 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.

i)- 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.

V-3-LE PROFIL EN TRAVERS TYPE DU PROJET :

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

- Deux chaussées de deux voies de 3.5 m chacune : $(2 \times 3.5) \times 2 = 14.00\text{ m}$
- Un terre – plein central de 2 m
- Un accotement de 1.5 m pour chaque cote. : $2 \times 1.5 = 3.00\text{ m}$
- Donc notre projet possède une largeur de 19 m
- les devers $d_{\min} = 2.5\%$ et $d_{\max} = 7\%$.

CHAPITRE VI

CALCUL DES CUBATURES

CHAPITRE VI : LES CUBATURES

VI.1- INTRODUCTION :

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

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

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

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

VI.2 - DEFINITION :

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

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

VI.3 - METHODE DE CALCULE 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.

VI.3.1 - Description de la Méthode

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

$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_0)$$

Où h, S₁, S₂ et S₀ 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.

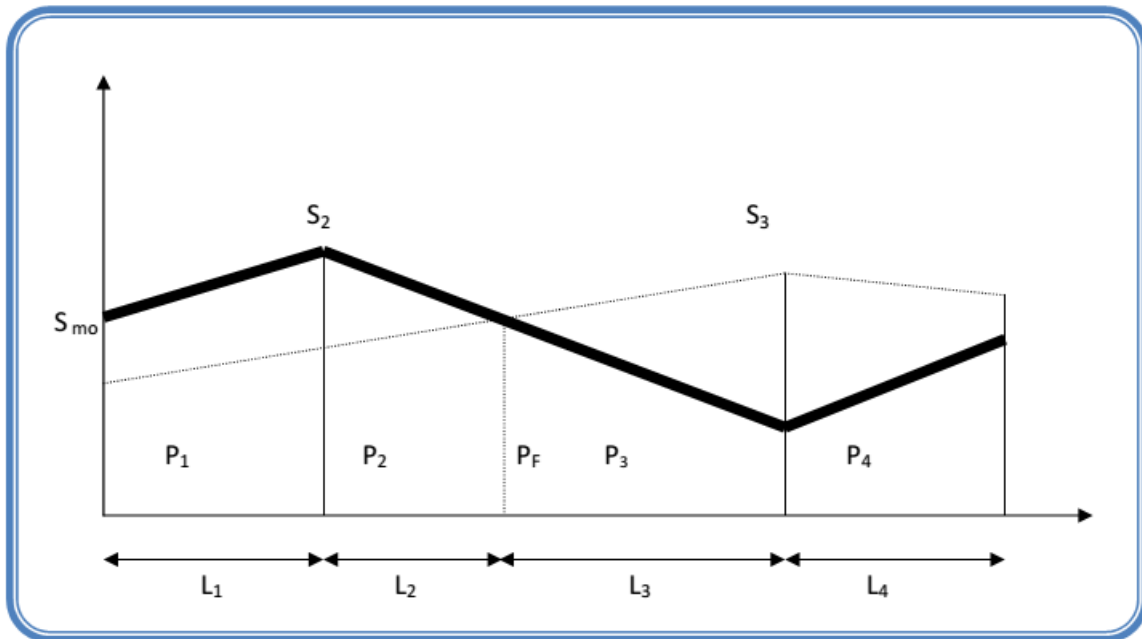


Fig. (VI-1) : Profil adopté pour tracé en long

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

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

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{moy} et $\frac{(S_1 + S_2)}{2}$.

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

Donc les volumes seront :

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

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

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

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.

VI.4 - METHODE CLASSIQUE :

Dans cette méthode on distingue deux différents 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).

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel **Piste 5.05** nous avons utilisé la méthode de **GULDEN** et les résultats obtenus sont en annexe mais ici (ci – dessous) nous donnons les résultats final du volume de remblais et déblais.

- Le volume de déblais est de: $V_d = 20812 \text{ m}^3$
- Le volume de remblai est de: $V_R = 572870 \text{ m}^3$

CHAPITRE VII

LES CARREFOURS

CHAPITRE VII : LES CARREFOURS

VII.1-INTRODUCTION :

Le carrefour est une partie importante de la route .L'efficacité, la vitesse, la Sécurité, le coût d'exploitation et la capacité en dépendent.

C'est une surface de circulation où plusieurs courants s'entrecroisent, se réunissent ou se séparent. Il reste une partie importante du tracé, où une attention particulière doit être apportée à sa conception et à sa construction en respectant les principes généraux suivants :

- Fluidité du trafic
- Facilité de la circulation en toute sécurité.
- Visibilité suffisante à l'approche et dans les zones mêmes du carrefour
- Configuration géométrique appréciable.
- L'adaptation des éléments géométriques aux caractéristiques dynamiques des véhicules.

VII.2-DONNEES A PRENDRE POUR L'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR :

Les choix d'un aménagement de carrefour doivent s'appuyer sur un certain nombre de données essentielles concernant :

- La valeur de débit de circulation sur les différentes branches , l'intensité des mouvements tournant et leur évolution prévisible dans le futur.
- Les types et les causes des accidents constatés dans les cas de l'aménagement d'un carrefour existant.
- Les vitesses d'approche à vide pratique.
- Des caractéristiques sections adjacentes et des carrefours voisins.
- Respect de l'homogénéité du tracé.
- Respect de la surface neutralisée par l'aménagement et des conditions Topographiques .

VII.3-CHOIX DE TYPE DE CARREFOUR :

a) carrefour à trois branches(en t):

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

b) carrefour a trois branches (en y):

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°)

c) carrefour a quatres branches (en croix) :

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées.

d) carrefours type giratoire :

Le carrefour à sens giratoire est un carrefour plan qui comprend un terre-plein central (en forme de cercle ou ovale généralement), ceinturé par une chaussée mise à sens unique. L'îlot central a un rayant souvent supérieure à douze mètre, une courbe de petit rayant à l'entrée freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30° à 40°), la sortie doit de plus grand rayant pour rendre le dégagement plus facile

Remarque :

Dans notre projet on a deux carrefours au début et en fin du projet. Le choix s'effectuera sur deux carrefours à trois branches en Y et giratoire pour les raisons suivantes :

- Le carrefour est implanté dans une zone extra urbaine.
- L'avantage de sécurité

Voici le schéma des carrefours adoptés

Premier carrefour giratoire a préconisé pour le raccordement au début de l'évitement

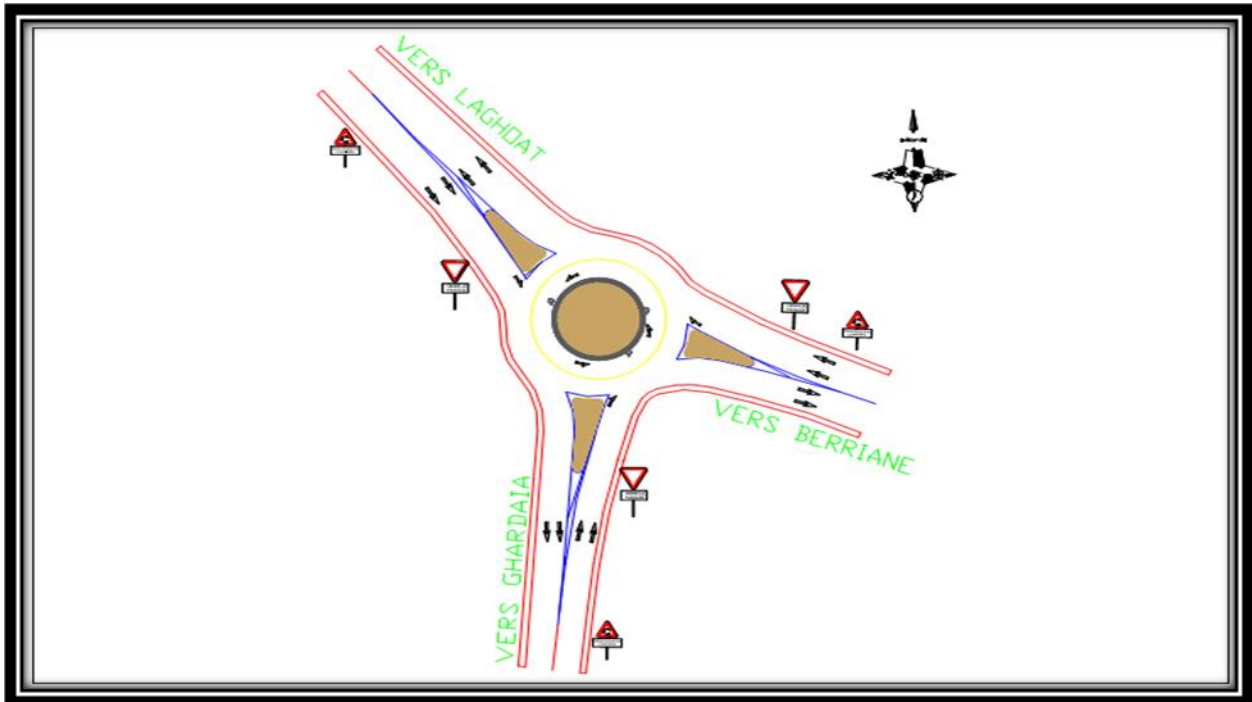


Fig. VII-1:le carrefour de début de l'évitement

Deuxième carrefour giratoire est préconisé pour la fin de l'évitement

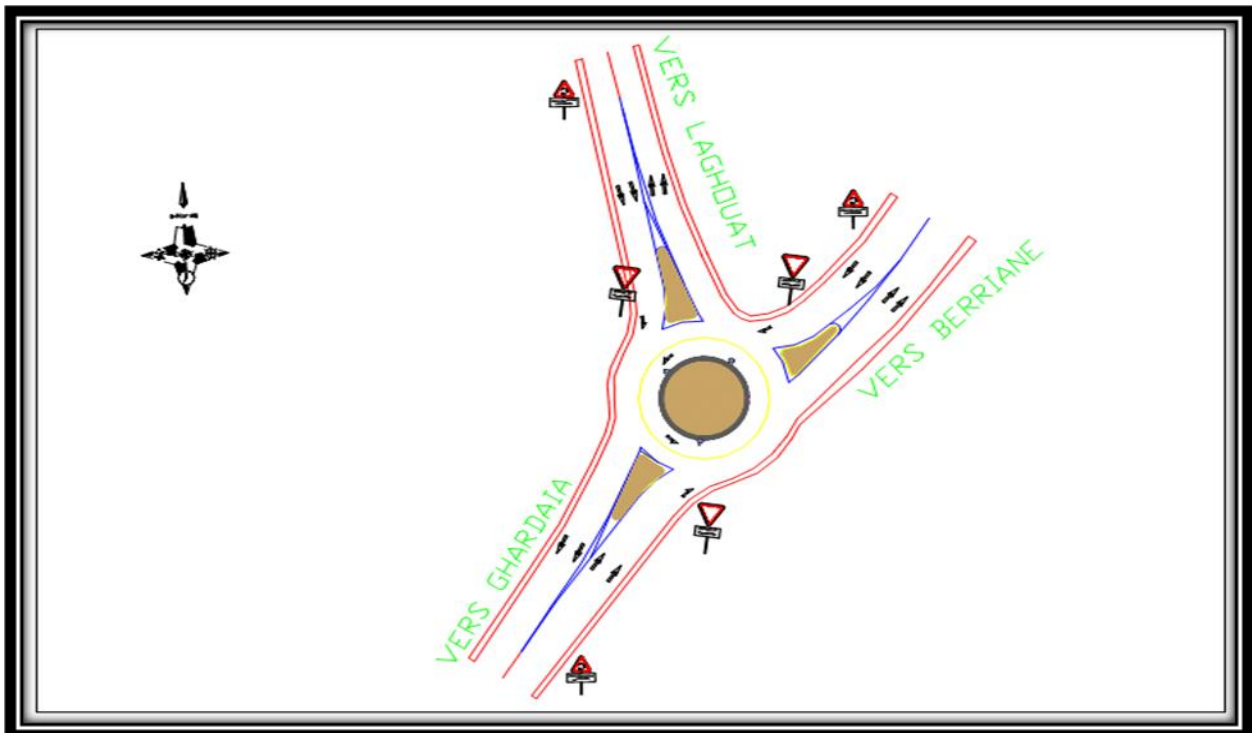


Fig.VII-2:le carrefour de la fin de l'évitement

CHAPITRE VIII

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

CHAPITRE VIII : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

VIII.1-INTRODUCTION:

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

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

Les remblais, les fondations de chaussée, la construction des diverses couches de la chaussée.

La géotechnique routière a pour objectif :

- De définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée.
- Établir le projet de terrassement.
- Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le corps de chaussée.

VIII.2-REGLEMENTATION ALGERIENNE EN GEOTECHNIQUE :

La géotechnique couvre un grand champ qui va de la reconnaissance des sols au calcul et à l'exécution des ouvrages en passant par les essais de sols en laboratoire ou en place (in situ).

Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sol couramment réalisés en laboratoire dans le cadre des Études géotechnique, par exemple :

- les essais en place (essais pressiométrique, pénétromètre statique ou dynamique...etc.).
- les essais de laboratoire : essais d'identification et de classification.

VIII.3-LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE :

Les essais faits en laboratoire sont :

- ✓ Analyse granulométrique.
- ✓ Equivalent de sable.
- ✓ Limites d'atterberg.
- ✓ Essai PROCTOR.
- ✓ Essai CBR.
- ✓ Essai Los Angles.
- ✓ Assai Micro Deval.

Le calcul de l'épaisseur des chaussées souples nécessitera des Prélèvements destinés à des essais CBR en laboratoire.

Les essais seront fait à différentes teneurs en eau énergies de compactage, afin d'apprécier la stabilité du sol aux accidents lors des terrassements, ces essais seront précédés d'essai PROCTOR.

La classification des sols rencontrés sera utile et nécessitera la détermination des limites d'Atterberg.

VIII.4-LES ESSAIS D'INDENTIFICATION :

Analyse granulométrique :

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 et construite sur un graphique, cette analyse se fait en générale par un tamisage.

Equivalent du sable:

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

Limites d'atterberg:

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

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

$I_P = W_L - W_P$, est donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

Essai Proctor:

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

Essai C.B.R :

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

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (PROCTOR modifier) avec 3 énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant 4 jours.

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 « Los Angeles ».

Essai Micro Derval:

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau

VIII.5-CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS :

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

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

On évite les sols à forte teneur en argile.

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

Les matériaux des remblais seront étalés par couche de 30 cm d'épaisseur en moyenne avant leurs compactages. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

VIII.6-LES MOYENS DE RECONNAISSANCE :

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

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

VIII.7-CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX CONSTITUANT L'ASSISE ET LE CORP DE CHAUSSEE DANS NOTRE PROJET :

Tableau .VIII.1 : Caractéristiques du sol support et des remblais(DTP GHARDAIA)

	pourcentage de fines (< 0.080 mm)	indice de plasticité IP	Analyse chimique			analyse mécanique		
			% d'insoluble	% SO32	%CA CO3	γ_d max	Wopm %	ICBR
Dépôt alluvionnaire (TVO)	11 à 20 %	(Non mesurable)	73 et 85%	Nulle	10 et 12%	2.03 à 2.13	6.8% à 9.10%	6 a 42
Sable limoneux	18 à 47%	(non mesurable à 10 %)	68 et 83%	Nulle	11 et 23%	1.98 - 2.01	9.1% - 10.40 %	6 a 32
Encroûtement calcaire	15 à 44%	(entre 8 et 11 %)	31 et 55%	nulle et 13%	35 et 52%	1.87 - 2.07	8.8% - 12.9 %	22 a 51
Marne argilopseuse	39 a 52 %	(entre 9 et 23)	27 et 42%	10 et 13 %	35 et 52%	1.87 - 1.97	9.4% - 10.9%	2 a 6
Sol support rocheux(dalle calcaire)	12 à 30%	(Non mesurable)	13	Nulle	80	2.60 - 2.78	7.8%- 11.9 %	39 a 61

VIII-8- CLASSIFICATION DES MATERIAUX :

Selon la classification R.T.R (Recommandations pour Terrassements Routiers), les matériaux issus des puits axes font partie des classes suivantes :

- ❖ Classe A : principalement les sous-classes A1 et A3
- ❖ Classe B : principalement les sous-classes B3 et B5
- ❖ Classe C : principalement les sous-classes C1 et C2

D'après la classification, R.T.R (Recommandations pour Terrassements Routiers), les différents matériaux d'emprunts font partie des classes suivantes :

- A : particulièrement la sous-classe A1
- C : principalement les sous-classes C1 et C2

la classe B correspond à des sols sableux ou graveleux avec des fines, et la classe C à des sols comportant des fines et gros éléments.

Tous les sols des classes A et C, même non plastiques sont sensibles à l'eau, cette sensibilité étant considérée dans l'optique de l'exécution des terrassements (traficabilité, compactage), et du comportement des plates-formes.

La différence principale entre les classes A et C concerne les gros éléments : présence de cailloux et des blocs dans les sols de la classe C d'où :

- Emploi possible ou non, selon la classe de certains outils de terrassements ;
- Difficultés pour les sols C, du réglage des plates-formes et d'exécution des tranchées.

VIII. 9-CONCLUSION :

A la lumière des résultats des essais pour les différentes zones d'emprunts ; on peut conclure que :

- Les matériaux choisis présentent des granulométries bien étalées ;
- La plasticité de la fraction fine est faible voire nulle ;
- Les paramètres de compactage (densité sèche maximale et teneur en eau optimale) sont acceptables
- Les matériaux choisis se prêtent très bien au compactage et possèdent en majorités des bonnes résistances à la compression simple.

A cet effet on peut dire que tous les emprunts peuvent être utilisés en couche de fondation et en remblai.

CHAPITRE IX

DIMENSIONNEMENT

CHAPITRE IX : DIMENSIONNEMENT

IX.1 - INTRODUCTION :

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

Et aussi des gradients thermiques, pluie, neige, verglas, etc..... Pour cela, il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques, mais aussi de bonnes 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 de paramètres très fondamentaux suivants :

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

IX.2 - LA CHAUSSEE :

IX.2.1 - Définition :

D'après l'exécution des terrassements, y compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet.

A la suite, la chaussée est appelée à :

- ✓ Supporter la circulation des véhicules de toute nature.
- ✓ reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens structurel, la chaussée est définie comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

IX.2.2 - Différents types de chaussées :

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

- ✓ *Chaussée souple.*
- ✓ *Chaussée semi-rigide.*
- ✓ *Chaussée rigide.*

IX.2.2.1 - Chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformables que les couches inférieures.

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

En principe, une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

a)- Couche de roulement (surface) :

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides. L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

b)- Couche de base :

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic, elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

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

c)- Couche de fondation :

Complètement en matériaux non traités (en Algérie), elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. 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.

d)- Couche de forme :

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée.

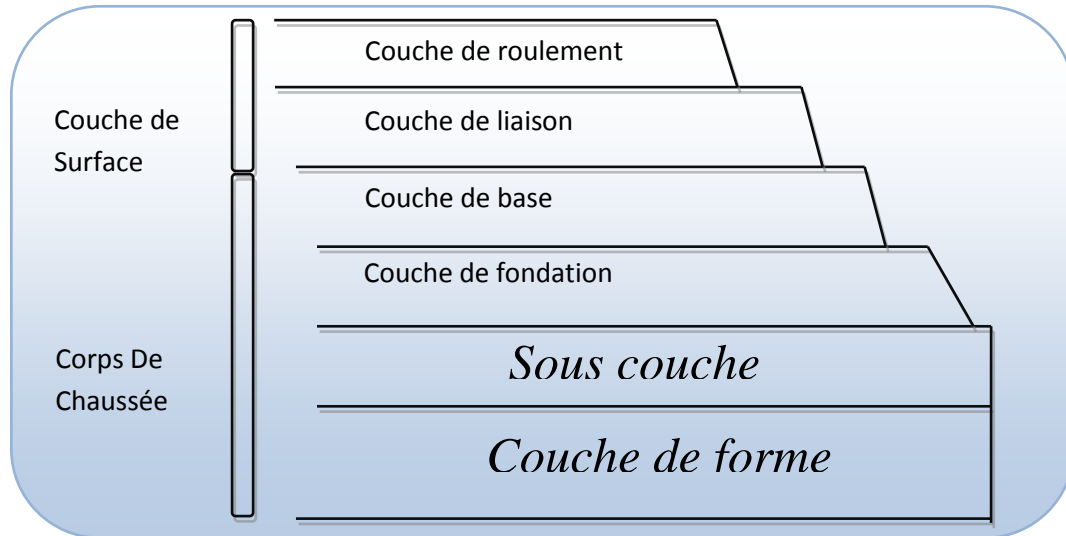


Fig. (IX-1) : Les éléments du tracé en plan

IX.2.2.2 - 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 mm.
- Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

IX.2.2.3 - Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de la chaussée souple) qui, en fléchissant élastiquement sous les charges, transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être un gravé stabilisé mécaniquement : elle peut être traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie (sauf pour les chaussées aéronautiques).

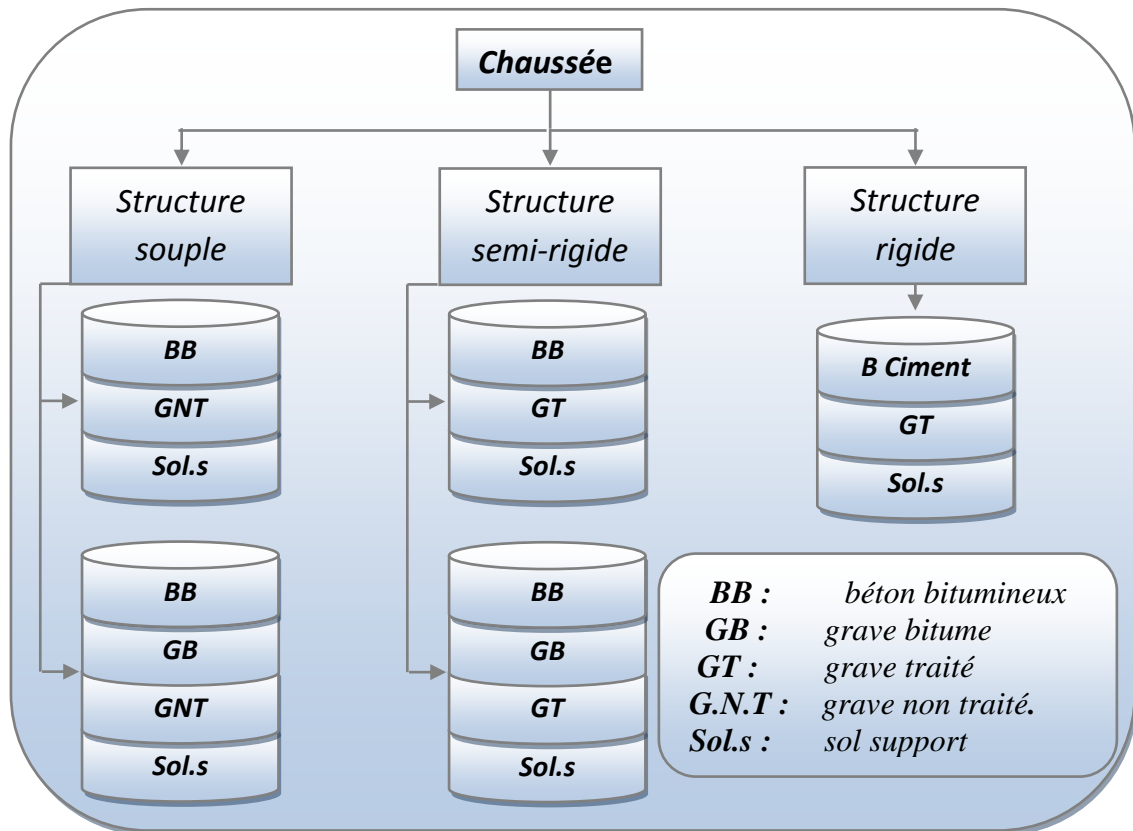


Fig. (IX-2) : types de chaussées

IX.3 - LES DIFFERENTS FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT :

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnés par plusieurs facteurs parmi les plus importants sont :

IX.3.1 - Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourd (véhicules supérieurs à 3.5 tonnes).

Il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes.

De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T.A.C$$

Avec :

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul :

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

Avec :

τ : Taux de croissance du trafic.

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

IX.3.2 - Environnement :

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

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

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

IX.3.3 - Le Sol Support :

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

Les plate-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.3.4 - Matériaux :

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

IX.4 - METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

Nous avons deux grandes familles de méthodes :

- Celle qui utilise la structure de la chaussée à travers un modèle mécanique pour la détermination des contraintes et déformations, cette méthode est dite rationnelle.
- L'autre qui consiste à observer le comportement sous trafic des chaussées (réelles ou

expérimentales) et d'en déduire les règles pratiques du dimensionnement, et c'est la méthode empirique.

Cette dernière contient elle-même les méthodes suivantes :

IX.4.1 - Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

- Pour un trafic en voiture particulière : $TMJA \times 365 \times 1.5t < 100000$ t/ans

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{CBR} + 5} \quad (\text{cm})$$

- Pour un trafic en voiture particulière : $TMJA \times 365 \times 1.5t \geq 100000$ t/ans

Avec:

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

- e: épaisseur.
- I_{CBR} : indice CBR (sol support).
- N: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
- P: charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t)
- Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

Où:

C_1, C_2, C_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

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

Tableau IX.1 : Les valeurs des coefficients d'équivalence

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

IX.5 - APPLICATION AU PROJET :

IX.5.1 - Méthode de l'indice CBR :

1) Données de l'étude :

- Le trafic à l'année 2014 $TJMA_{2014} = 1738$ v/j.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 7 \%$
- Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 40 \%$
- L'année de mise en service sera en 2017
- La durée de vie estimée de 20 ans

2) Répartition de trafic :

- $TJMA_{2014} = 1738$ v/j.
- $TJMA_{2014} = 869$ (V/j/sens)
- $T_{PL2014} = 0,40 \times 869 \approx 348$ PL /j/sens
- $T_{PL2037} = (1+\tau)^{20} \cdot PL_{2014} = (1+0,07)^{20} \times 348 \approx 1347$ (PL/j/sens)

3) Calcul d'épaisseur:

On a C.B.R= 10 %

$$TMJA \times 365 \times 1.5t \geq 100000 \quad t/\text{ans} \Rightarrow 1738 \times 365 \times 1.5 = 951555 \quad (t/\text{ans}) > 100000 \quad (t/\text{ans})$$

$$\text{Donc : } e = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log_{10} \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5} \Rightarrow e = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log_{10} \frac{1347}{10})}{10 + 5} = 37.51 \text{ cm}$$

L'épaisseur totale :

$$e = 37.51 \text{ cm} \approx 38 \text{ cm}$$

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

4) Epaisseur équivalente :

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :

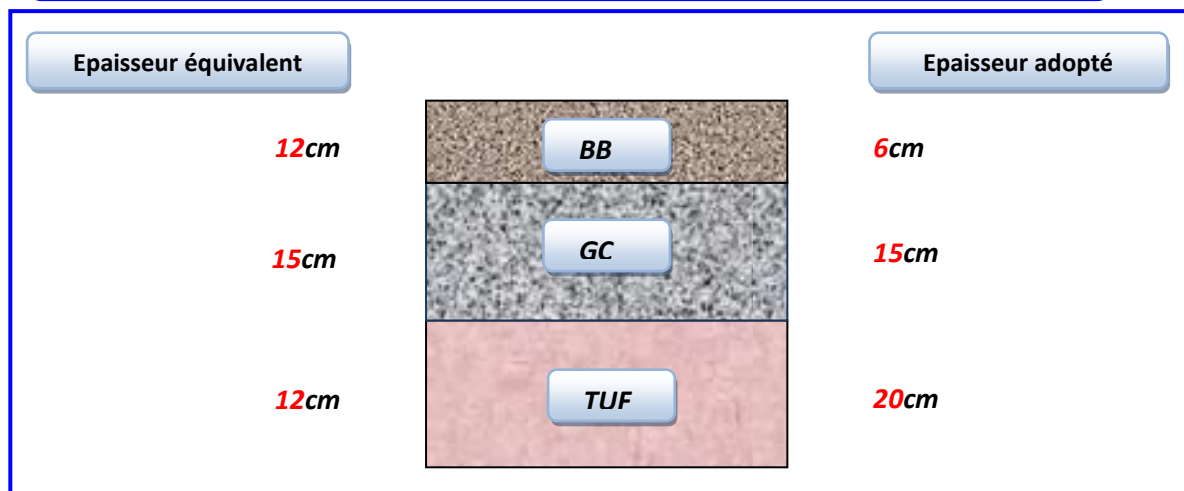
$$a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 38$$

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

- ✓ **Couche de roulement** en béton bitumineux (B.B) : $a_1 \times e_1 = 6 \times 2 = 12$ cm.
- ✓ **Couche de base** en Grave concassée (G.C) : $a_2 \times e_2 = 15 \times 1 = 15$ cm.

Donc L'épaisseur de la **couche de fondation** e_3 en (TUF) est de : $a_3 \times e_3 = 20 \times 0.60 = 12$ cm

$$e_{\text{équivalent}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 6 \times 2 + 15 \times 1 + 0.60 \times 20 = 39 \text{ cm}$$



IX.6- METHODE DE CATALOGUE DES CHAUSSEES NEUVES (CTTP) :

Les paramètres utilisés dans la méthode du catalogue des chaussées sont: trafic, sol support, Environnement et zone climatique.

Détermination de la classe de trafic :

Réparation transversale de trafic

Chaussée unidirectionnelle à deux voies : 90% DU TRAFIC PL sur la voie lente de droit.

$$T_c = (1347 / 2) \times 0.9 = 673.5 \quad T_c \approx 674 \text{ pl/j/sens}$$

- Trafic poids lourds : **Tc est compris entre 600 et 1500**

Donc : la classe de trafic est : **TPL5**

Détermination de la classe du sol :

- $I_{\text{CBR}} = 10 \rightarrow I_{\text{CBR}} (5 - 10)$

Donc : Le sol est classe sur la classe **S₃**.

D'après le catalogue des structures, on trouve la structure suivante:

Structure souple (s, fiche n° 2) on a sol **S3** et trafic **TPL5**

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

La route est classée dans La zone climatique VI.

Dans notre cas, la structure ne figure pas dans le catalogue des structures (fascicule 3 du catalogue algérien) dans ce cas on

Nature du sol support	T (PL/j)	TPLi	RPi	Si	structure
(P.O) et (S.L)	674	TPL5	RP1	S3	6BB+14GB+30SG

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

Méthode	C.B.R	Catalogue des structures
Corps de chaussée	6BB+15GC+20TUF	6BB+14GB+30SG

IX.7 - CONCLUSION :

A la lumière de résultats obtenus par les deux méthodes, on adopte pour la totalité des travaux neufs les épaisseurs obtenues à travers la méthode CBR, pour des raisons économique :

- ✓ **Couche de roulement** (BB) de 6 cm.
- ✓ **Couche de base** (GC) de 15 cm
- ✓ **couche de fondation** en (TUF) de 20 cm

CHAPITRE X

ASSAINISSEMENT

CHAPITRE X : ASSAINISSEMENT

X-1-INTRODUCTION:

Nous avons vu que les eaux ruisselant sur une chaussée dont l'accotement est surélevé se rassemblaient sur la rive et s'écoulaient jusqu'aux saignées. L'existence de bordure facilite cet écoulement. Quand la pente de la chaussée est faible (moins de 1%) ou forte (plus de 3%), il est recommandé d'établir un demi-caniveau (pavés, béton, brique) de 0.3 à 0.5 m de largeur, 6 à 10% de pente traversable. Dans le premier cas, la régularité du fil d'eau maçonné supplée à l'insuffisance de pente ; dans le second, on évite l'érosion de la rive par un courant rapide.

Les saignées conduisant l'eau jusqu'au talus du remblai ou jusqu'à la fosse.

Si l'accotement est dérasé et si la plate-forme n'est pas trop large, les eaux ruissellent uniformément jusqu'à la fosse. Il faut éviter que s'amorcent et se forment sur l'accotement des circuits d'écoulement localisés (ravins) qui faciliteraient l'érosion ; c'est une raison de plus pour reprofiler périodiquement et stabiliser si possible les accotements dérasés

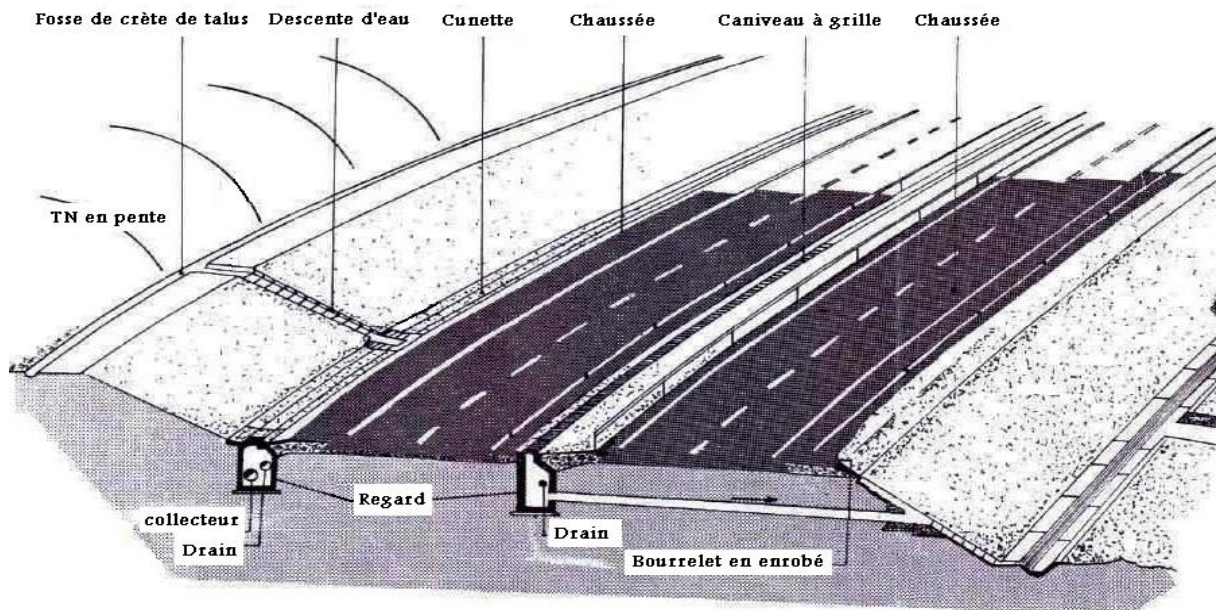


Fig. (X-1) : l'emplacement des ouvrages d'assainissements

Dans ce chapitre, on s'attellera sur la détermination du réseau d'assainissement à mettre en œuvre.

Sur ce tracé, la route est traversée par des écoulements naturels importants. De plus, le

caractère agricole de cette région et la topographie du terrain, allant d'un relief accidenté à un relief plus vallonné, ce qui conduit à une vitesse des écoulements rapide.

On distingue généralement 5 familles d'ouvrages : les buses circulaires, les dalots, les buses arches, les ouvrages à voûte cintrée, et les ouvrages d'art.

Dans la mesure du possible, les produits industrialisés seront à rechercher plutôt que des ouvrages coulés en place plus coûteux. Les ouvrages en béton armé, sous réserve de dispositions constructives soignées, présentent d'excellentes garanties de solidité et de longévité.

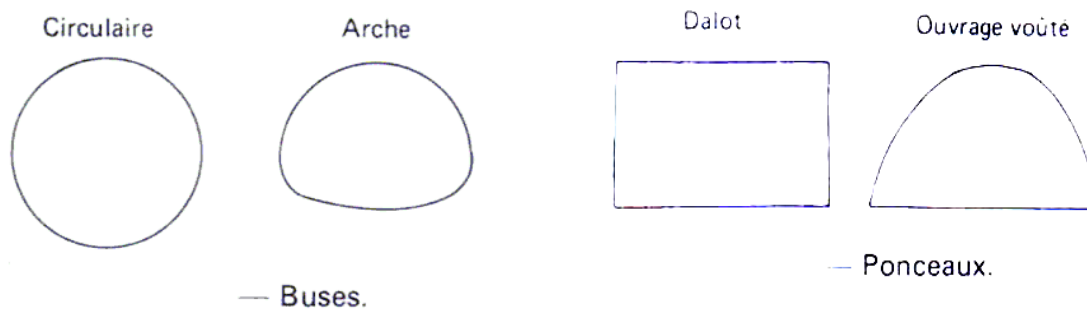


Fig. (X-2) : les ouvrages d'assainissements

X.2-FACTEURS INFLUENÇANT LE CHOIX DES OUVRAGES HYDRAULIQUES:

Le choix des ouvrages est guidé par le souci permanent de la pérennité de la route, de la sécurité des usagers, du coût d'investissement et des modalités d'entretien ultérieur de l'ouvrage. Les facteurs influençant le choix sont :

- l'importance du débit à évacuer qui fixe la section d'écoulement et le type de l'ouvrage ;
- les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage : coefficient de rugosité (K), coefficient d'entonnement.

(Ke) : Créant une perte de charge à l'entrée, forme de la section d'écoulement ;

- la largeur du lit. Un ouvrage unique adapté au débit à évacuer et à la largeur du lit du cours d'eau est généralement préférable à des ouvrages multiples qui augmentent les pertes de charge et rendent plus difficile le passage des corps flottants ;
- la hauteur disponible entre la cote du projet et le fond du talweg ;
- les charges statiques et dynamiques qui sollicitent l'ouvrage hydraulique ;
- les conditions de fondation des ouvrages ;
- la rapidité et la facilité de mise en œuvre : les produits industrialisés approvisionnés en éléments transportables et montés sur place peuvent constituer une solution intéressante pour réduire les délais d'exécution et dans le cas où l'accès au chantier est difficile ;

- la résistance aux agents chimiques.
- la résistance au choc : les ouvrages massifs résistent mieux aux chocs et à l'abrasion par le charriage de matériaux solides.

X.3- DRAINAGE DES EAUX :

Les méthodes de calcul des débits de ruissellement utilisent généralement un modèle statistique de la relation (pluie- ruissellement " $Q = f(I)$ ". Leur application présente la difficulté d'apprécier les caractéristiques physiques et géographiques du bassin versant- temps de parcours; coefficient de ruissellement, ... etc.

X.4- OUVRAGE DE DRAINAGE ET D'ASSAINISSEMENT :

Les ouvrages de drainage projetés dans le cadre de ce projet sont repartis en deux types :

- ❖ Les ouvrages de franchissement des écoulements permanents ou transitoires on propose :
 - ✓ Les dalots.
 - ✓ Les passages busés.
 - ✓ Les passages submersibles.
 - ✓ Les passages mixtes.
 - ✓ Les ponts
- ❖ Les ouvrages de drainage sur la plate forme routière , pour collecter les eaux de ruissellement et les évacuer en dehors de l'emprise,

On distingue:

- Les fosses trapézoïdales
- Les murs de pieds talon

❖ Les dalots :

Ils sont en béton armé et présentent une section rectangulaire ou carrée.

Les dalots sont en générale adoptés pour des débits élevés (dépassent $10\text{m}^3/\text{s}$)

❖ Les buses :

Deux types de buses sont couramment utilisés à l'heure actuelle : les buses en béton et les buses en métal.

Si les premières sont fabriquées localement en maints pays, elles sont utilisées exclusivement dans des sections ou l'on dispose d'une épaisseur suffisante de remblais (un

minimum de 0,80m de remblai est nécessaire au-dessus de la buse) et peut être utilisés avec des hauteurs de remblais élevés.

Les buses en métal ont des diamètres très variables qui peuvent atteindre plusieurs mètres suivant les constructions. Elles doivent faire corps avec le remblai qui doit être parfaitement compacté. La buse en métal nécessite en outre une fondation souple et sera toujours noyée dans le remblai.

❖ Les ponts submersibles :

Ils laissent sous leur tablier un passage suffisant pour permettre l'écoulement d'un certain débit. Lorsque celui-ci est dépassé, le tablier est recouvert par les eaux. Les ouvrages de ce type sont donc surtout employés lorsqu'il existe un débit faible mais non-nul pendant une grande partie de l'année, et un débit très élevé, ou de fortes crues pendant une courte période.

X.5 - APPLICATION AU NOTRE PROJET :

Tableau X.1 : les ouvrages d'assainissement existants

Localisation en Point Repère	type d'ouvrage	Dimensions	
		Ouverture (mm)	longueur
0+790	Ouvrage Busé	Ø800	17m
1+808	Ouvrage Busé	Ø800	17m
2+229	Ouvrage d'ART Oued bellouh	LONGEUR 100 m	largeur
2+329			
2+860	Ouvrage Busé	Ø1000	17m
3+150	Ouvrage Busé	Ø800	17m
3+570	Ouvrage Busé	Ø1000	17m
5+721	Ouvrage d'ART Oued El Madagh	LONGEUR 100 m	largeur
5+821			
6+514	Ouvrage Busé	Ø800	17m
7+147	Ouvrage Busé	Ø1000	17m
7+332	Ouvrage Busé	Ø800	17m

Remarque :

Nous avons choisi des buses à diamètre plus grand pour faciliter l'entretien et le nettoyage des sédiments.

CHAPITRE XI

SIGNALISATION

CHAPITRE XI: SIGNALISATION

XI.1. Introduction :

Le rôle joué par la signalisation routière dans la sécurité et l'exploitation des Infrastructures n'est plus à démontrer.

Elle constitue aujourd'hui encore et pour longtemps le principal média d'information, entre d'une part, le gestionnaire de voirie et l'autorité de police, et d'autre part, les usagers de la route.

Visibilité, lisibilité, uniformité, homogénéité, simplicité, continuité des directions signalées, cohérence avec les règles de circulation et avec la géométrie de la route constitue les grands principes de la signalisation.

Ils sont intangibles pour que l'utilisateur puisse toujours la comprendre.

XI.2. L'objet de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

XI.3. 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.

XI.4. 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.
- Éviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

XI.5. Types de signalisation :

XI.5.1. Signalisation Verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

a)- Signaux de danger :

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

b)- Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.

c)- Signaux à simple indication :

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche:

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

d)- Signaux de position des dangers :

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

XI.5.2- Signalisation Horizontale :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

a)- Marquage longitudinal :

Lignes continue : les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des fleches de rabattement.

Lignes discontinues : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

- lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leur intervalles.

- lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalles.

- ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la longueur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

Modulation des lignes discontinues : elles sont basées sur une longueur périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

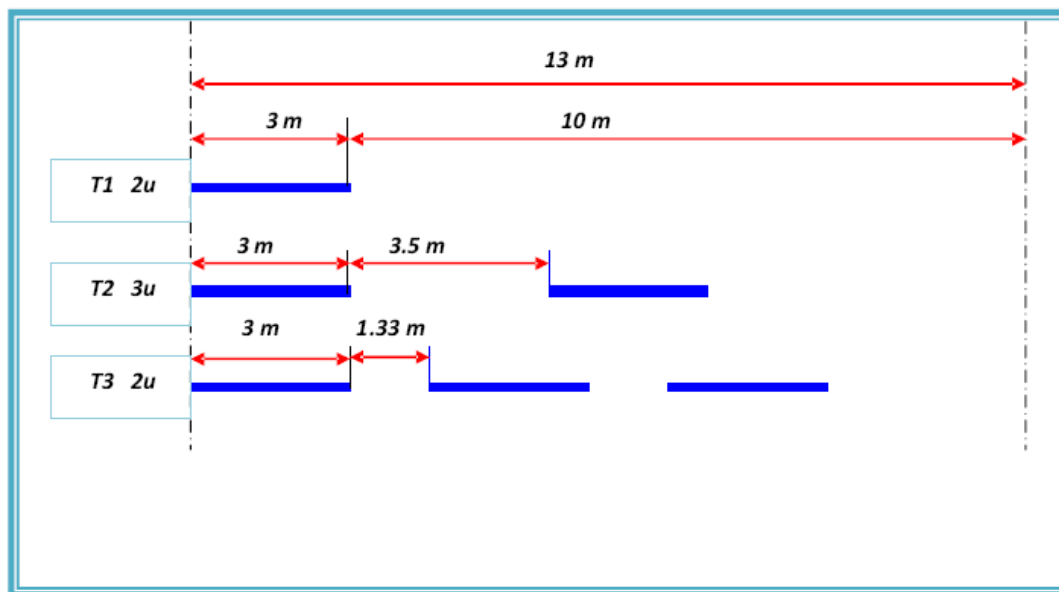


Figure (XI, 1) Type de modulation.

Tableau .XI-1 : caractéristiques des lignes discontinues

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Rapports pleins- vides
T ₁	3.00	10.00	Environ 1/3
T' ₁	1.50	5.00	
T ₂	3.00	3.50	Environ 1
T' ₂	0.50	0.50	
T ₃	3.00	1.33	Environ 3
T' ₃	20.00	6.00	

b)- Marquage transversal :

Lignes transversales continue : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

Lignes transversales discontinue : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

c)-Autre marquage :

Flèche de rabattement : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.

Flèches de sélection : flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

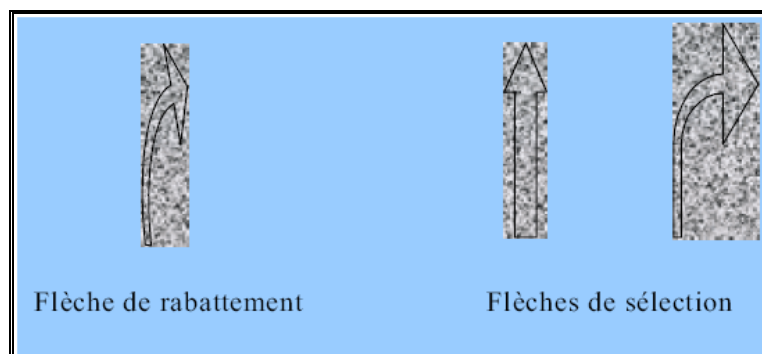


Figure (XI, 2) Flèche de signalisation.

XI.6. Caractéristiques générales des marques:

- Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route, à savoir :

U = 7.5cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6cm sur les routes et voies urbaines.

U = 5cm pour les autres routes.

XI.7. Application au projet :

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de pré signalisation (type J1).
- Panneaux de signalisation type (J5).

Exemple :

- **Signalisation horizontale :**
Lignes discontinue
Lignes continue

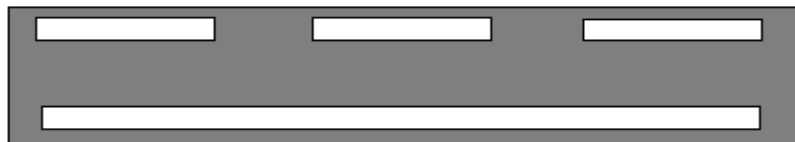










Figure (XII, 3) Signalisation horizontale

Signalisations verticales



Balisage des virages (J1)

Type de signalisation	Pierre kilométrée(PK)	
	Vers GHardaia	Vers Laghuoat
 Danger virage a droit	PK 555+710	PK550+393
 Danger virage a gauche	PK549+965 PK554+998	
 Danger virage	PK548+946 PK550+721 PK552+707	PK555+448
 Danger virage		PK549+350 PK 551+117 PK553+540
 C11- interdit de dépasser 80km/h	PK 548+70	PK558+000
	PK550+200	PK549+000

	<p>PK553+700</p>	<p>PK553</p>
	<p>PK553+940</p>	<p>PK 553+500</p>

- Les signaux routiers qui sont utilisés pour LE CARREFOUR :



CHAPITRE XII

DEVIS QUANTITATIF
ET ESTIMATIF

Devis QUANTITATIF ET ESTIMATIF

ETUDE GEOMETRIQUE ET GEOTECHNIQUE D'EVITEMENT DE LA VILLE DE BERRIANE SUR 10 KM
(Du PK 548 au PK 559)

N° Pri x	Désignation des travaux	U	Quantité	P.U (DA)	Montant (DA)
1	Scarification de couche de roulement existante	M ²	8400	100	840000
2	Déblai en terrain meuble mis en dépôt	M ³	4162.40	400	1665200
3	Déblai en terrain semi-rocheux exécuté au ripper	M ³	5203	1350	7024050
4	Déblai en terrain rocheux	M ³	11446.60	2500	28617500
5	Déblai mis en remblai	M ³	16649.6	250	4162400
6	Remblais en provenance d'emprunt y compris transport	M ³	536733	450	241529850
7	Couche de fondation en TUF ou en TVO	M ³	23354	2050	47877750
8	Couche de base en grave concassée (GC)	M ³	18776	5000	93885000
9	Couche d'imprégnation en Cut-Back 0/1	M ²	125174	110	13769250
10	Couche de roulement en béton bitumineux	T	17993	6000	107958000
11	Rechargement des accotements en TVO ou en tuf	M ³	14246.80	650	9260550
12	Buse diamètre 800 mm	MI	85	35000	2975000
13	Buse diamètre 1000 mm	MI	51	45000	2295000
14	Réalisation du gabion	M ³	400	6000	2400000
15	Réalisation des caniveaux en forme trapèze	F	1	700000	700000
16	Bordures de trottoir pour carrefour type T3	MI	2000	2000	4000000
17	Ouvrage d'art	F	1	570000000	570000000
18	Signalisation horizontale	M ²	2183	120	262080
19	Signalisation verticale	F	1	500000	500000
Total en (H.T)					1139721630
TVA 19 %					216547110
Total en (TTC)					1356268740

Arrêté le présent marché à la somme de : Un milliard trois cent cinquante six et un million et deux cent soixante huit mille et set cent quarante dinars algérien.

CONCLUSION GENERALE

Dans notre démarche d'étude, nous avons essayé de respecter toutes les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement. Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation afin de pouvoir diminuer la congestion que subit la RN1.

Cette étude nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier dans les zones sahariennes comme la wilaya Ghardaïa où nous a été confié un tronçon routier.

Il était pour nous d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet routier.

De plus, une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels de PISTE + (version 5.05) et l'AUTO-CAD; compte tenu de leur traitement rapide et exact des données, ces outils nous permettent de bien exploiter l'espace qui nous est réservé et d'éviter les contraintes existantes, tout en déterminant un meilleur tracé.

BIBLIOGRAPHIE

- B40 et B41 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes 1972).
 - DTP Ghardaïa (données de base).
 - Sites INTERNET: WWW. Google Earth.com.
 - LTPS Ghardaïa (Etude Géotechnique).
 - Fascicule 3 du catalogue algérien.
 - Les signaux routiers réglementaires - édition juin 2009
 - Documentation SETRA (aménagement des carrefours).
 - Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves Novembre 2001.
-

ANNEXES

AXE EN PLAN

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0	6872.48	24725.56
D1	GIS = 64.965°	1487.883			
			1487.883	8220.577	25355.187
L1	A = 220.000				
	Rf= -500.000				
	L = 96.800				
			1584.683	8309.522	25393.284
	XC= 8476.332				
	YC= 24921.930				
	R = -500.000				
	L = 18.337				
			1603.021	8326.917	25399.083
	Rd= -500.000				
	A = 220.000				
	L = 96.800	211.937			
			1699.821	8420.927	25421.982
D2	GIS = 78.159°	1215.589			
			2915.409	9610.649	25671.42
L2	XC= 9672.209				
	YC= 25377.803				
	R = -300.000	57.432			
			2972.841	9667.64	25677.769
D3	GIS = 89.127°	580.098			
			3552.939	10247.671	25686.602
L3	XC= 10241.580				
	YC= 26086.556				
	R = 400.000	118.38			
			3671.319	10364.052	25705.766
D4	GIS = 72.171°	1629.596			
			5300.915	11915.384	26204.717
L4	XC= 11838.839				
	YC= 26442.710				
	R = 250.000	33.284			
			5334.198	11946.298	26216.984
D5	GIS = 64.543°	4030.127			
			9364.325	15585.124	27949.286
L5	XC= 15843.027				
	YC= 27407.542				
	R = -600.000	22.117			
			9386.442	15605.264	27958.423
D6	GIS = 66.655°	2168.161			
			11554.603	17595.926	28817.601

L6	XC= 17952.569				
	YC= 27991.280				
	R = -900.000	283.1			
			11837.703	17869.083	28887.4
D7	GIS = 84.677°	655.53			
			12493.233	18521.787	28948.208
L7	XC= 18429.024				
	YC= 29943.897				
	R = 1000.000	939.852			
			13433.085	19287.735	29431.436
D8	GIS = 30.828°	12.791			
			13445.876	19294.29	29442.42
LONGUEUR DE L'AXE 13445.876					

PROFIL EN LONG

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0	395.003
D1	PENTE= 0.350 %	1092.597		
			1092.597	398.826
PR1	S= 1122.3404 Z= 398.8779			
	R = -8500.00	13.806		
			1106.403	398.863
D2	PENTE= 0.188 %	1188.673		
			2295.076	401.092
PR2	S= 2290.3883 Z= 401.0873			
	R = 2500.00	8.848		
			2303.924	401.124
D3	PENTE= 0.541 %	911.991		
			3215.915	406.062
PR3	S= 3204.0037 Z= 406.0296			
	R = 2200.00	29.542		
			3245.458	406.42
D4	PENTE= 1.884 %	955.555		
			4201.012	424.425
PR4	S= 4370.5968 Z= 426.0231			
	R = -9000.00	198.976		
			4399.988	425.975
D5	PENTE= -0.327 %	1594.156		
			5994.144	420.769
PR5	S= 5963.1198 Z= 420.8198			
	R = -9500.00	11.713		
			6005.856	420.724
D6	PENTE= -0.450 %	1587.664		
			7593.52	413.581
PR6	S= 7604.3171 Z= 413.5571			
	R = 2400.00	13.959		
			7607.48	413.559
D7	PENTE= 0.132 %	1999.445		
			9606.925	416.194
PR7	S= 9618.1253 Z= 416.2013			
	R = -8500.00	85.151		
			9692.075	415.88
D8	PENTE= -0.870 %	1449.969		
			11142.044	403.265
PR8	S= 11162.0539 Z= 403.1778			
	R = 2300.00	14.912		
			11156.956	403.183

D9	PENTE= -0.222 %	1141.447		
			12298.403	400.654
PR9	S= 12296.1866 Z= 400.6560			
	R = -1000.00	3.194		
			12301.597	400.641
D10	PENTE= -0.541 %	1144.279		
			13445.876	394.45
LONGUEUR DE L'AXE 13445.876				

VOLUMES TERRASSEMENT

N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0	0	162.7	0	0
2	50	2	39.9	0	0
3	100	112.3	0	0	0
4	150	74.9	0	0	0
5	200	1	29.9	0	0
6	250	44.5	0.3	0	0
7	300	70.8	0	0	0
8	350	46.7	8.6	0	0
9	400	281.3	0	0	0
10	450	294.2	0	0	0
11	500	439.3	0	0	0
12	550	414.9	0	0	0
13	600	206.1	0	0	0
14	650	0	661.9	0	0
15	700	0	1335.4	0	0
16	750	0	1357.6	0	0
17	800	0	1263.9	0	0
18	850	0	1119.9	0	0
19	900	0	1163	0	0
20	950	0	1125.5	0	0
21	1000	0	874.7	0	0
22	1050	0	479.3	0	0
23	1100	0	429.6	0	0
24	1150	0	635.8	0	0
25	1200	0	655.9	0	0
26	1250	0	339.1	0	0
27	1300	3.1	22	0	0
28	1350	0	420.1	0	0
29	1400	0	303.2	0	0
30	1450	145.3	0	0	0
31	1487.883	227.1	0	0	0
32	1500	388.8	0	0	0
33	1550	1085.5	0	0	0
34	1584.683	778.5	0	0	0
35	1600	291.5	0	0	0
36	1603.021	800.3	0	0	0
37	1650	1956	0	0	0
38	1699.821	907.6	0	0	0
39	1700	910.8	0	0	0
40	1750	1658.1	0	0	0

41	1800	584.8	0	0	0
42	1850	151	0	0	0
43	1900	51.1	2.5	0	0
44	1950	0.8	33.2	0	0
45	2000	0	80.3	0	0
46	2050	0	85.6	0	0
47	2100	0	91.7	0	0
48	2150	0	257.3	0	0
49	2200	0	411.1	0	0
50	2250	0	504.9	0	0
51	2300	0	387.7	0	0
52	2350	0.3	38.1	0	0
53	2400	1188.2	0	0	0
54	2450	1527.8	0	0	0
55	2500	1474	0	0	0
56	2550	1758.8	0	0	0
57	2600	1725.9	0	0	0
58	2650	977.9	0	0	0
59	2700	695.4	0	0	0
60	2750	622.3	0	0	0
61	2800	274.2	0	0	0
62	2850	132.5	0	0	0
63	2900	225	0	0	0
64	2915.409	187.1	0	0	0
65	2950	214.2	0	0	0
66	2972.841	163	0	0	0
67	3000	192.1	0	0	0
68	3050	634.6	0	0	0
69	3100	937.2	0	0	0
70	3150	572.1	0	0	0
71	3200	0	386.9	0	0
72	3250	0	154.6	0	0
73	3300	907.8	0	0	0
74	3350	2454.6	0	0	0
75	3400	2236.8	0	0	0
76	3450	1124.7	0	0	0
77	3500	200	0	0	0
78	3550	0	321.2	0	0
79	3552.939	0	320.3	0	0
80	3600	0	1089.7	0	0
81	3650	0	869	0	0
82	3671.319	0	825	0	0
83	3700	0	1682.8	0	0
84	3750	0	2415.9	0	0
85	3800	0	2758.8	0	0
86	3850	0	3224.3	0	0

87	3900	0	3276.3	0	0
88	3950	0	3074.7	0	0
89	4000	0	2706.9	0	0
90	4050	0	2265.1	0	0
91	4100	0	1669.4	0	0
92	4150	0	1137.3	0	0
93	4200	0	532.4	0	0
94	4250	0	370.3	0	0
95	4300	0	741.6	0	0
96	4350	0	1111.3	0	0
97	4400	0	1679.6	0	0
98	4450	0	2403.2	0	0
99	4500	0	3068	0	0
100	4550	0	3402.4	0	0
101	4600	0	3785.8	0	0
102	4650	0	3069.7	0	0
103	4700	0	1504	0	0
104	4750	367.8	0	0	0
105	4800	2893.2	0	0	0
106	4850	3771.7	0	0	0
107	4900	3803.1	0	0	0
108	4950	3315.6	0	0	0
109	5000	1722.2	0	0	0
110	5050	1221.6	0	0	0
111	5100	1616	0	0	0
112	5150	1718.6	0	0	0
113	5200	2286.6	0	0	0
114	5250	2489.9	0	0	0
115	5300	968	0	0	0
116	5300.915	646.7	0	0	0
117	5334.198	898.4	0	0	0
118	5350	1102.6	0	0	0
119	5400	1676.6	0	0	0
120	5450	1642.8	0	0	0
121	5500	1936.6	0	0	0
122	5550	2196.8	0	0	0
123	5600	2332.4	0	0	0
124	5650	1863.2	0	0	0
125	5700	1529.6	0	0	0
126	5750	1221.1	0	0	0
127	5800	792	0	0	0
128	5850	151.5	0	0	0
129	5900	0	261.2	0	0
130	5950	0	237.1	0	0
131	6000	0	382.7	0	0
132	6050	0	378.4	0	0

133	6100	0	583.2	0	0
134	6150	0	890.5	0	0
135	6200	0	1274.8	0	0
136	6250	0	1753.2	0	0
137	6300	0	2400.7	0	0
138	6350	0	3235.9	0	0
139	6400	0	4106.4	0	0
140	6450	0	4787.6	0	0
141	6500	0	5286.1	0	0
142	6550	0	5783.6	0	0
143	6600	0	6170.1	0	0
144	6650	0	6745.8	0	0
145	6700	0	6955.8	0	0
146	6750	0	6103.2	0	0
147	6800	0	4959.9	0	0
148	6850	0	4579.6	0	0
149	6900	0	4815.9	0	0
150	6950	0	4762.9	0	0
151	7000	0	4505.8	0	0
152	7050	0	3925.8	0	0
153	7100	0	3220	0	0
154	7150	0	2535.5	0	0
155	7200	0	2180.1	0	0
156	7250	0	2545	0	0
157	7300	0	3345.2	0	0
158	7350	0	2483.1	0	0
159	7400	0	1545.7	0	0
160	7450	0	1057.4	0	0
161	7500	0	559.6	0	0
162	7550	0	196.1	0	0
163	7600	0	321.6	0	0
164	7650	0	230	0	0
165	7700	612.7	0	0	0
166	7750	927	0	0	0
167	7800	1153	0	0	0
168	7850	1240.3	0	0	0
169	7900	1313.8	0	0	0
170	7950	1070	0	0	0
171	8000	1003.7	0	0	0
172	8050	738.3	0	0	0
173	8100	197.9	0	0	0
174	8150	34.7	16.2	0	0
175	8200	0	549.7	0	0
176	8250	0	618	0	0
177	8300	10.5	10.8	0	0
178	8350	782.8	0	0	0

179	8400	1237.5	0	0	0
180	8450	1992.4	0	0	0
181	8500	2384.8	0	0	0
182	8550	2604.7	0	0	0
183	8600	4874.8	0	0	0
184	8650	5443.4	0	0	0
185	8700	6206.5	0	0	0
186	8750	6859.8	0	0	0
187	8800	6399.3	0	0	0
188	8850	7002.6	0	0	0
189	8900	7131.2	0	0	0
190	8950	6498.6	0	0	0
191	9000	5419.6	0	0	0
192	9050	4267.9	0	0	0
193	9100	3113.5	0	0	0
194	9150	1155.6	0	0	0
195	9200	565.7	0	0	0
196	9250	688.4	0	0	0
197	9300	0	688.7	0	0
198	9350	0	2813.4	0	0
199	9364.325	0	2456.5	0	0
200	9386.442	0	2998.5	0	0
201	9400	0	4431.8	0	0
202	9450	0	4047.4	0	0
203	9500	0	3041.3	0	0
204	9550	0	1978.8	0	0
205	9600	0	765.9	0	0
206	9650	0	435.7	0	0
207	9700	0	815.9	0	0
208	9750	0	784.7	0	0
209	9800	95.8	0	0	0
210	9850	393.2	0	0	0
211	9900	786.1	0	0	0
212	9950	1181.2	0	0	0
213	10000	1457.1	0	0	0
214	10050	1841.7	0	0	0
215	10100	2051.8	0	0	0
216	10150	2143.1	0	0	0
217	10200	2178.3	0	0	0
218	10250	2219.3	0	0	0
219	10300	2016.7	0	0	0
220	10350	2088	0	0	0
221	10400	2019	0	0	0
222	10450	1895.7	0	0	0
223	10500	1610.8	0	0	0
224	10550	569.2	0	0	0

225	10600	306.3	0	0	0
226	10650	0	123.6	0	0
227	10700	0	342.7	0	0
228	10750	0	360.1	0	0
229	10800	0	305.9	0	0
230	10850	0	508.1	0	0
231	10900	0	420.4	0	0
232	10950	0	271.7	0	0
233	11000	0	296.9	0	0
234	11050	0	312.5	0	0
235	11100	0	282.7	0	0
236	11150	0	365.6	0	0
237	11200	0	248.3	0	0
238	11250	0	442.2	0	0
239	11300	0	422.5	0	0
240	11350	0	272.6	0	0
241	11400	0	79.1	0	0
242	11450	38.8	1.4	0	0
243	11500	78.1	0	0	0
244	11550	32.9	0	0	0
245	11554.603	27.4	0	0	0
246	11600	0	412.1	0	0
247	11650	0	1745.2	0	0
248	11700	0	2203.6	0	0
249	11750	0	1350.4	0	0
250	11800	0	652	0	0
251	11837.703	0	308.1	0	0
252	11850	0	467.3	0	0
253	11900	0	758.8	0	0
254	11950	0	784.9	0	0
255	12000	0	744	0	0
256	12050	0	876.8	0	0
257	12100	0	661.3	0	0
258	12150	0	484.3	0	0
259	12200	0	364.1	0	0
260	12250	0	171	0	0
261	12300	0	389.9	0	0
262	12350	0	738.3	0	0
263	12400	0	947.2	0	0
264	12450	0	549.4	0	0
265	12493.233	0	312.4	0	0
266	12500	0	346.4	0	0
267	12550	0	909.9	0	0
268	12600	0	1067.3	0	0
269	12650	0	1219.8	0	0
270	12700	0	1303.8	0	0

271	12750	0	1381.5	0	0
272	12800	0	1463.7	0	0
273	12850	0	1809.1	0	0
274	12900	0	2304.9	0	0
275	12950	0	2008.8	0	0
276	13000	0	1664.3	0	0
277	13050	0	1466.6	0	0
278	13100	0	1291.2	0	0
279	13150	0	870.5	0	0
280	13200	0	744.9	0	0
281	13250	0	1826	0	0
282	13300	0	1184.1	0	0
283	13350	0	2029.6	0	0
284	13400	0	873.4	0	0
285	13433.085	0	248.4	0	0
286	13445.876	0	42.1	0	0
		184481	241760	0	0

TABULATION

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
1	0	395.003	395.003	6872.48	24725.56	154.965°	3	-3
2	50	394.743	395.178	6917.783	24746.718	154.965°	3	-3
3	100	394.69	395.353	6963.085	24767.877	154.965°	3	-3
4	150	394.925	395.527	7008.388	24789.035	154.965°	3	-3
5	200	395.279	395.702	7053.69	24810.194	154.965°	3	-3
6	250	395.333	395.877	7098.993	24831.352	154.965°	3	-3
7	300	395.461	396.052	7144.295	24852.511	154.965°	3	-3
8	350	395.692	396.227	7189.598	24873.669	154.965°	3	-3
9	400	395.461	396.402	7234.9	24894.828	154.965°	3	-3
10	450	395.639	396.577	7280.203	24915.986	154.965°	3	-3
11	500	395.6	396.752	7325.505	24937.145	154.965°	3	-3
12	550	395.812	396.927	7370.808	24958.303	154.965°	3	-3
13	600	396.282	397.102	7416.11	24979.462	154.965°	3	-3
14	650	397.717	397.277	7461.413	25000.62	154.965°	3	-3
15	700	398.686	397.452	7506.715	25021.779	154.965°	3	-3
16	750	398.876	397.627	7552.018	25042.937	154.965°	3	-3
17	800	398.971	397.802	7597.32	25064.096	154.965°	3	-3
18	850	398.971	397.977	7642.623	25085.254	154.965°	3	-3
19	900	399.165	398.152	7687.925	25106.413	154.965°	3	-3
20	950	399.311	398.327	7733.228	25127.571	154.965°	3	-3
21	1000	399.208	398.502	7778.53	25148.73	154.965°	3	-3
22	1050	398.89	398.677	7823.833	25169.888	154.965°	3	-3
23	1100	398.969	398.849	7869.135	25191.047	154.965°	3	-3
24	1150	399.354	398.945	7914.438	25212.205	154.965°	3	-3
25	1200	399.476	399.038	7959.74	25233.364	154.965°	3	-3
26	1250	399.151	399.132	8005.043	25254.522	154.965°	3	-3
27	1300	398.783	399.226	8050.346	25275.681	154.965°	3	-3
28	1350	399.447	399.32	8095.648	25296.839	154.965°	3	-3
29	1400	399.385	399.413	8140.951	25317.998	154.965°	3	-3
30	1450	398.755	399.507	8186.253	25339.156	154.965°	3	-3
31	1487.88	398.405	399.578	8220.577	25355.187	154.965°	3	-3
32	1500	398.202	399.601	8231.558	25360.309	155.052°	2.1	-3
33	1550	397.531	399.695	8277.198	25380.721	157.249°	-1.6	-3
34	1584.68	397.287	399.76	8309.522	25393.284	160.511°	-4.2	-4.2
35	1600	397.299	399.788	8324.037	25398.172	162.267°	-4.2	-4.2
36	1603.02	397.295	399.794	8326.917	25399.083	162.613°	-4.2	-4.2
37	1650	396.88	399.882	8372.258	25411.343	166.690°	-0.7	-3
38	1699.82	397.164	399.976	8420.927	25421.982	168.159°	3	-3
39	1700	397.164	399.976	8421.103	25422.019	168.159°	3	-3

40	1750	397.419	400.07	8470.039	25432.279	168.159°	3	-3
41	1800	398.809	400.163	8518.975	25442.539	168.159°	3	-3
42	1850	399.535	400.257	8567.911	25452.799	168.159°	3	-3
43	1900	399.788	400.351	8616.847	25463.059	168.159°	3	-3
44	1950	400.022	400.445	8665.783	25473.319	168.159°	3	-3
45	2000	400.207	400.538	8714.719	25483.579	168.159°	3	-3
46	2050	400.319	400.632	8763.655	25493.839	168.159°	3	-3
47	2100	400.416	400.726	8812.591	25504.099	168.159°	3	-3
48	2150	400.726	400.82	8861.527	25514.359	168.159°	3	-3
49	2200	401.036	400.913	8910.463	25524.619	168.159°	3	-3
50	2250	401.256	401.007	8959.399	25534.878	168.159°	3	-3
51	2300	401.18	401.106	9008.335	25545.138	168.159°	3	-3
52	2350	400.96	401.373	9057.271	25555.398	168.159°	3	-3
53	2400	399.523	401.644	9106.207	25565.658	168.159°	3	-3
54	2450	399.429	401.915	9155.143	25575.918	168.159°	3	-3
55	2500	399.745	402.186	9204.079	25586.178	168.159°	3	-3
56	2550	399.697	402.456	9253.015	25596.438	168.159°	3	-3
57	2600	400.002	402.727	9301.951	25606.698	168.159°	3	-3
58	2650	401.138	402.998	9350.888	25616.958	168.159°	3	-3
59	2700	401.771	403.268	9399.824	25627.218	168.159°	3	-3
60	2750	402.163	403.539	9448.76	25637.478	168.159°	3	-3
61	2800	402.902	403.81	9497.696	25647.738	168.159°	3	-3
62	2850	403.386	404.081	9546.632	25657.998	168.159°	3	-3
63	2900	403.339	404.351	9595.568	25668.258	168.159°	3	-3
64	2915.41	403.378	404.435	9610.649	25671.42	168.159°	3	-3
65	2950	403.644	404.622	9644.837	25676.552	174.765°	-3	-3
66	2972.84	403.839	404.746	9667.64	25677.769	179.127°	-3	-3
67	3000	404.021	404.893	9694.796	25678.182	179.127°	3	-3
68	3050	403.75	405.163	9744.791	25678.944	179.127°	3	-3
69	3100	403.619	405.434	9794.785	25679.705	179.127°	3	-3
70	3150	404.337	405.705	9844.779	25680.466	179.127°	3	-3
71	3200	406.058	405.976	9894.773	25681.228	179.127°	3	-3
72	3250	406.276	406.506	9944.767	25681.989	179.127°	3	-3
73	3300	405.673	407.448	9994.762	25682.75	179.127°	3	-3
74	3350	404.931	408.39	10044.76	25683.512	179.127°	3	-3
75	3400	406.083	409.332	10094.75	25684.273	179.127°	3	-3
76	3450	408.245	410.274	10144.74	25685.035	179.127°	3	-3
77	3500	410.419	411.216	10194.74	25685.796	179.127°	3	-3
78	3550	412.547	412.159	10244.73	25686.557	179.127°	3	-3
79	3552.94	412.648	412.214	10247.67	25686.602	179.127°	3	-3
80	3600	414.198	413.101	10294.58	25690.082	172.386°	5.8	5.8
81	3650	415.222	414.043	10343.59	25699.783	165.225°	5.8	5.8
82	3671.32	416.105	414.445	10364.05	25705.766	162.171°	5.8	5.8
83	3700	417.045	414.985	10391.36	25714.548	162.171°	3	-3
84	3750	418.277	415.927	10438.96	25729.857	162.171°	3	-3
85	3800	419.506	416.869	10486.55	25745.166	162.171°	3	-3

86	3850	420.858	417.811	10534.15	25760.475	162.171°	3	-3
87	3900	421.853	418.753	10581.75	25775.784	162.171°	3	-3
88	3950	422.615	419.696	10629.35	25791.093	162.171°	3	-3
89	4000	423.214	420.638	10676.95	25806.402	162.171°	3	-3
90	4050	423.737	421.58	10724.55	25821.711	162.171°	3	-3
91	4100	424.109	422.522	10772.15	25837.02	162.171°	3	-3
92	4150	424.483	423.464	10819.74	25852.329	162.171°	3	-3
93	4200	424.709	424.406	10867.34	25867.638	162.171°	3	-3
94	4250	425.28	425.215	10914.94	25882.947	162.171°	3	-3
95	4300	426.278	425.746	10962.54	25898.256	162.171°	3	-3
96	4350	426.987	426	11010.14	25913.565	162.171°	3	-3
97	4400	427.584	425.975	11057.74	25928.874	162.171°	3	-3
98	4450	428.118	425.812	11105.34	25944.183	162.171°	3	-3
99	4500	428.555	425.648	11152.94	25959.492	162.171°	3	-3
100	4550	428.674	425.485	11200.53	25974.801	162.171°	3	-3
101	4600	428.813	425.322	11248.13	25990.111	162.171°	3	-3
102	4650	428.117	425.159	11295.73	26005.42	162.171°	3	-3
103	4700	426.436	424.995	11343.33	26020.729	162.171°	3	-3
104	4750	423.793	424.832	11390.93	26036.038	162.171°	3	-3
105	4800	420.789	424.669	11438.53	26051.347	162.171°	3	-3
106	4850	419.917	424.506	11486.13	26066.656	162.171°	3	-3
107	4900	419.69	424.342	11533.72	26081.965	162.171°	3	-3
108	4950	419.941	424.179	11581.32	26097.274	162.171°	3	-3
109	5000	421.321	424.016	11628.92	26112.583	162.171°	3	-3
110	5050	421.716	423.852	11676.52	26127.892	162.171°	3	-3
111	5100	421.088	423.689	11724.12	26143.201	162.171°	3	-3
112	5150	420.825	423.526	11771.72	26158.51	162.171°	3	-3
113	5200	420.084	423.363	11819.32	26173.819	162.171°	3	-3
114	5250	419.705	423.199	11866.92	26189.128	162.171°	3	-3
115	5300	420.146	423.036	11914.51	26204.437	162.171°	3	-3
116	5300.92	420.157	423.033	11915.38	26204.717	162.171°	3	-3
117	5334.2	420.181	422.924	11946.3	26216.984	154.543°	7.3	7.3
118	5350	420.21	422.873	11960.57	26223.776	154.543°	3	-3
119	5400	420.03	422.709	12005.71	26245.268	154.543°	3	-3
120	5450	419.901	422.546	12050.86	26266.76	154.543°	3	-3
121	5500	419.438	422.383	12096	26288.252	154.543°	3	-3
122	5550	418.988	422.22	12141.15	26309.744	154.543°	3	-3
123	5600	418.717	422.056	12186.29	26331.236	154.543°	3	-3
124	5650	419.024	421.893	12231.44	26352.728	154.543°	3	-3
125	5700	419.217	421.73	12276.58	26374.219	154.543°	3	-3
126	5750	419.4	421.566	12321.73	26395.711	154.543°	3	-3
127	5800	419.771	421.403	12366.87	26417.203	154.543°	3	-3
128	5850	420.521	421.24	12412.02	26438.695	154.543°	3	-3
129	5900	420.996	421.077	12457.16	26460.187	154.543°	3	-3
130	5950	420.818	420.913	12502.31	26481.679	154.543°	3	-3
131	6000	420.828	420.748	12547.46	26503.171	154.543°	3	-3

132	6050	420.591	420.525	12592.6	26524.663	154.543°	3	-3
133	6100	420.641	420.3	12637.75	26546.155	154.543°	3	-3
134	6150	420.793	420.075	12682.89	26567.647	154.543°	3	-3
135	6200	421.014	419.85	12728.04	26589.138	154.543°	3	-3
136	6250	421.301	419.625	12773.18	26610.63	154.543°	3	-3
137	6300	421.71	419.4	12818.33	26632.122	154.543°	3	-3
138	6350	422.225	419.176	12863.47	26653.614	154.543°	3	-3
139	6400	422.71	418.951	12908.62	26675.106	154.543°	3	-3
140	6450	422.993	418.726	12953.76	26696.598	154.543°	3	-3
141	6500	423.122	418.501	12998.91	26718.09	154.543°	3	-3
142	6550	423.244	418.276	13044.05	26739.582	154.543°	3	-3
143	6600	423.277	418.051	13089.2	26761.074	154.543°	3	-3
144	6650	423.423	417.826	13134.34	26782.566	154.543°	3	-3
145	6700	423.335	417.601	13179.49	26804.058	154.543°	3	-3
146	6750	422.571	417.376	13224.63	26825.549	154.543°	3	-3
147	6800	421.543	417.151	13269.78	26847.041	154.543°	3	-3
148	6850	421.033	416.926	13314.93	26868.533	154.543°	3	-3
149	6900	420.998	416.701	13360.07	26890.025	154.543°	3	-3
150	6950	420.747	416.476	13405.22	26911.517	154.543°	3	-3
151	7000	420.347	416.251	13450.36	26933.009	154.543°	3	-3
152	7050	419.736	416.026	13495.51	26954.501	154.543°	3	-3
153	7100	418.825	415.802	13540.65	26975.993	154.543°	3	-3
154	7150	417.996	415.577	13585.8	26997.485	154.543°	3	-3
155	7200	417.433	415.352	13630.94	27018.977	154.543°	3	-3
156	7250	417.563	415.127	13676.09	27040.468	154.543°	3	-3
157	7300	418.029	414.902	13721.23	27061.96	154.543°	3	-3
158	7350	417.06	414.677	13766.38	27083.452	154.543°	3	-3
159	7400	415.905	414.452	13811.52	27104.944	154.543°	3	-3
160	7450	415.148	414.227	13856.67	27126.436	154.543°	3	-3
161	7500	414.315	414.002	13901.81	27147.928	154.543°	3	-3
162	7550	413.619	413.777	13946.96	27169.42	154.543°	3	-3
163	7600	413.558	413.561	13992.1	27190.912	154.543°	3	-3
164	7650	413.457	413.615	14037.25	27212.404	154.543°	3	-3
165	7700	412.278	413.681	14082.4	27233.896	154.543°	3	-3
166	7750	411.945	413.747	14127.54	27255.388	154.543°	3	-3
167	7800	411.734	413.813	14172.69	27276.879	154.543°	3	-3
168	7850	411.697	413.879	14217.83	27298.371	154.543°	3	-3
169	7900	411.68	413.945	14262.98	27319.863	154.543°	3	-3
170	7950	412.035	414.011	14308.12	27341.355	154.543°	3	-3
171	8000	412.182	414.076	14353.27	27362.847	154.543°	3	-3
172	8050	412.556	414.142	14398.41	27384.339	154.543°	3	-3
173	8100	413.424	414.208	14443.56	27405.831	154.543°	3	-3
174	8150	413.78	414.274	14488.7	27427.323	154.543°	3	-3
175	8200	414.627	414.34	14533.85	27448.815	154.543°	3	-3
176	8250	414.788	414.406	14578.99	27470.307	154.543°	3	-3
177	8300	413.999	414.472	14624.14	27491.799	154.543°	3	-3

178	8350	412.91	414.538	14669.28	27513.29	154.543°	3	-3
179	8400	412.457	414.604	14714.43	27534.782	154.543°	3	-3
180	8450	411.665	414.669	14759.57	27556.274	154.543°	3	-3
181	8500	411.402	414.735	14804.72	27577.766	154.543°	3	-3
182	8550	411.199	414.801	14849.87	27599.258	154.543°	3	-3
183	8600	409.379	414.867	14895.01	27620.75	154.543°	3	-3
184	8650	409.042	414.933	14940.16	27642.242	154.543°	3	-3
185	8700	408.582	414.999	14985.3	27663.734	154.543°	3	-3
186	8750	408.144	415.065	15030.45	27685.226	154.543°	3	-3
187	8800	408.584	415.131	15075.59	27706.718	154.543°	3	-3
188	8850	408.236	415.196	15120.74	27728.209	154.543°	3	-3
189	8900	408.219	415.262	15165.88	27749.701	154.543°	3	-3
190	8950	408.719	415.328	15211.03	27771.193	154.543°	3	-3
191	9000	409.412	415.394	15256.17	27792.685	154.543°	3	-3
192	9050	410.335	415.46	15301.32	27814.177	154.543°	3	-3
193	9100	411.461	415.526	15346.46	27835.669	154.543°	3	-3
194	9150	413.523	415.592	15391.61	27857.161	154.543°	3	-3
195	9200	414.374	415.658	15436.75	27878.653	154.543°	3	-3
196	9250	414.176	415.724	15481.9	27900.145	154.543°	3	-3
197	9300	416.258	415.789	15527.04	27921.637	154.543°	3	-3
198	9350	419.529	415.855	15572.19	27943.129	154.543°	3	-3
199	9364.33	421.268	415.874	15585.12	27949.286	154.543°	3	-3
200	9386.44	422.504	415.903	15605.26	27958.423	156.655°	-3.8	-3.8
201	9400	421.592	415.921	15617.71	27963.795	156.655°	3	-3
202	9450	419.686	415.987	15663.62	27983.609	156.655°	3	-3
203	9500	418.958	416.053	15709.53	28003.422	156.655°	3	-3
204	9550	418.021	416.119	15755.43	28023.236	156.655°	3	-3
205	9600	416.75	416.185	15801.34	28043.049	156.655°	3	-3
206	9650	416.289	416.142	15847.25	28062.863	156.655°	3	-3
207	9700	416.437	415.811	15893.15	28082.676	156.655°	3	-3
208	9750	415.972	415.376	15939.06	28102.49	156.655°	3	-3
209	9800	414.3	414.941	15984.97	28122.303	156.655°	3	-3
210	9850	413.422	414.506	16030.87	28142.117	156.655°	3	-3
211	9900	412.449	414.071	16076.78	28161.93	156.655°	3	-3
212	9950	411.524	413.636	16122.69	28181.744	156.655°	3	-3
213	10000	410.756	413.201	16168.59	28201.557	156.655°	3	-3
214	10050	409.914	412.766	16214.5	28221.371	156.655°	3	-3
215	10100	409.259	412.331	16260.41	28241.185	156.655°	3	-3
216	10150	408.741	411.896	16306.31	28260.998	156.655°	3	-3
217	10200	408.267	411.461	16352.22	28280.812	156.655°	3	-3
218	10250	407.795	411.026	16398.13	28300.625	156.655°	3	-3
219	10300	407.558	410.591	16444.03	28320.439	156.655°	3	-3
220	10350	407.065	410.156	16489.94	28340.252	156.655°	3	-3
221	10400	406.684	409.721	16535.85	28360.066	156.655°	3	-3
222	10450	406.376	409.286	16581.75	28379.879	156.655°	3	-3
223	10500	406.256	408.851	16627.66	28399.693	156.655°	3	-3

224	10550	407.069	408.416	16673.57	28419.506	156.655°	3	-3
225	10600	407.035	407.981	16719.47	28439.32	156.655°	3	-3
226	10650	407.304	407.546	16765.38	28459.133	156.655°	3	-3
227	10700	407.135	407.111	16811.29	28478.947	156.655°	3	-3
228	10750	406.724	406.676	16857.19	28498.76	156.655°	3	-3
229	10800	406.218	406.241	16903.1	28518.574	156.655°	3	-3
230	10850	406.069	405.806	16949.01	28538.387	156.655°	3	-3
231	10900	405.507	405.371	16994.91	28558.201	156.655°	3	-3
232	10950	404.872	404.936	17040.82	28578.014	156.655°	3	-3
233	11000	404.465	404.501	17086.73	28597.828	156.655°	3	-3
234	11050	404.035	404.066	17132.63	28617.642	156.655°	3	-3
235	11100	403.574	403.631	17178.54	28637.455	156.655°	3	-3
236	11150	403.275	403.209	17224.45	28657.269	156.655°	3	-3
237	11200	402.983	403.088	17270.35	28677.082	156.655°	3	-3
238	11250	403.158	402.977	17316.26	28696.896	156.655°	3	-3
239	11300	402.998	402.866	17362.17	28716.709	156.655°	3	-3
240	11350	402.682	402.756	17408.07	28736.523	156.655°	3	-3
241	11400	402.313	402.645	17453.98	28756.336	156.655°	3	-3
242	11450	401.993	402.534	17499.89	28776.15	156.655°	3	-3
243	11500	401.821	402.423	17545.79	28795.963	156.655°	3	-3
244	11550	401.739	402.312	17591.7	28815.777	156.655°	3	-3
245	11554.6	401.738	402.302	17595.93	28817.601	156.655°	3	-3
246	11600	402.424	402.202	17638.04	28834.532	159.545°	-3	-3
247	11650	403.806	402.091	17685.35	28850.695	162.728°	-3	-3
248	11700	404.184	401.98	17733.48	28864.207	165.911°	-3	-3
249	11750	403.196	401.869	17782.29	28875.026	169.094°	-3	-3
250	11800	402.382	401.758	17831.63	28883.117	172.277°	-3	-3
251	11837.7	402.138	401.675	17869.08	28887.4	174.677°	-3	-3
252	11850	402.207	401.647	17881.33	28888.541	174.677°	3	-3
253	11900	402.09	401.537	17931.11	28893.179	174.677°	3	-3
254	11950	402.025	401.426	17980.9	28897.817	174.677°	3	-3
255	12000	401.854	401.315	18030.68	28902.455	174.677°	3	-3
256	12050	401.898	401.204	18080.47	28907.093	174.677°	3	-3
257	12100	401.536	401.093	18130.25	28911.731	174.677°	3	-3
258	12150	401.198	400.982	18180.03	28916.369	174.677°	3	-3
259	12200	400.928	400.872	18229.82	28921.007	174.677°	3	-3
260	12250	400.569	400.761	18279.6	28925.646	174.677°	3	-3
261	12300	400.752	400.649	18329.39	28930.284	174.677°	3	-3
262	12350	400.934	400.379	18379.17	28934.922	174.677°	3	-3
263	12400	400.907	400.109	18428.96	28939.56	174.677°	3	-3
264	12450	400.193	399.838	18478.74	28944.198	174.677°	3	-3
265	12493.2	400.002	399.605	18521.79	28948.208	174.677°	3	-3
266	12500	400.028	399.568	18528.52	28948.859	174.290°	3	3
267	12550	400.128	399.297	18578.13	28955.075	171.425°	3	3
268	12600	400.045	399.027	18627.36	28963.763	168.560°	3	3
269	12650	399.952	398.756	18676.1	28974.901	165.695°	3	3

270	12700	399.751	398.486	18724.22	28988.461	162.831°	3	3
271	12750	399.577	398.215	18771.61	29004.409	159.966°	3	3
272	12800	399.395	397.945	18818.13	29022.705	157.101°	3	3
273	12850	399.49	397.674	18863.69	29043.303	154.236°	3	3
274	12900	399.703	397.404	18908.15	29066.153	151.371°	3	3
275	12950	399.148	397.133	18951.42	29091.196	148.507°	3	3
276	13000	398.526	396.863	18993.39	29118.371	145.642°	3	3
277	13050	398.049	396.592	19033.94	29147.609	142.777°	3	3
278	13100	397.591	396.322	19072.98	29178.838	139.912°	3	3
279	13150	396.832	396.051	19110.42	29211.978	137.047°	3	3
280	13200	396.388	395.781	19146.15	29246.948	134.183°	3	3
281	13250	397.381	395.51	19180.08	29283.661	131.318°	3	3
282	13300	396.383	395.24	19212.14	29322.023	128.453°	3	3
283	13350	397.02	394.969	19242.24	29361.94	125.588°	3	3
284	13400	395.674	394.698	19270.31	29403.311	122.724°	3	3
285	13433.1	394.898	394.519	19287.74	29431.436	120.828°	3	3
286	13445.9	394.45	394.45	19294.29	29442.42	120.828°	3	-3