

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

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

Thème

**Etude de l'évitement de la ville de TIZI (W.MASCARA)
sur 6 Km avec étude des deux carrefours giratoires**

Encadré par :

- **Mr. DERRADJI Ayache**

Présenté par :

- KHELIF Aissa**
- SAOUD Azzeddine**

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garridi. Kouba.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier en premier lieu et avant tout ALLAH le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir notre travail dans les meilleures conditions.

Nous tenons à remercier notre encadreur Mr DERRAJI Ayache, Pour leurs précieux conseils et orientations.

Nous remercions tout le personnel administratif de l'école ainsi, nos enseignants durant toute notre formation.

DÉDICACES

*Je remercie ALLAH tout puissant de m'avoir motivé à
réaliser ce modeste travail*

Je dédie Ce modeste travail à:

*Ma très chère mère et mon père pour
leurs sacrifices, sans jamais oublier*

Mon très cher frère et sœurs.

Mes grands parents

Mes oncles et tantes

*À tous mes amis d'enfance et du
Long parcours scolaire et
Universitaire*

Tous ceux qui m'aiment et que j'aime

SAOUD AZZEDDINE

DÉDICACES

*Je remercie ALLAH tout puissant de m'avoir motivé à
réaliser ce modeste travail*

Je dédie Ce modeste travail à:

*Ma très chère mère et mon père pour
leurs sacrifices, sans jamais oublier*

Mes très cher frères et sœurs.

*À tous mes amis d'enfance et du
Long parcours scolaire et
Universitaire*

Tous ceux qui m'aiment et que j'aime

KHELIF AISSA

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE (I) : PRESENTATION DU PROJET

I.2. Présentation de la ville.	02
I.3. Description générale du nouveau tracé.	02
I.4. Objectifs principaux de l'étude.	03

CHAPITRE (II) : PHASE APS

II.1. Introduction.	04
II.2. Localisation du fuseau retenu.	04
II.3. Description des couloirs.	05
II.4. Choix de couloir (APS).	06
II.5. Conclusion.	08

CHAPITRE (III) : ETUDE DE TRAFIC

III.1. Introduction.	09
III.2. Analyse du trafic.	09
III.3. Différents type de trafic.	10
III.4. Calcul de la capacité.	11
III.5. Application au projet.	12

CHAPITRE (IV) : TRACE EN PLAN

IV.1. introduction.	15
IV.2. Règles et principes de tracé en plan.	15
IV.3. Les éléments du tracé en plan.	15
IV.4. Les courbes de raccordements.	19
IV.5. Paramètres fondamentaux.	21
IV.6. Calcul d'axe manuellement.	22

CHAPITRE (V) : PROFIL EN LONG

V.1. Définition.	26
V.2. Règles à respecter dans le tracé de la ligne rouge.	26
V.3. Coordination entre le tracé en plan et le profil en long.	26
V.4. Déclivités.	26
V.5. Raccordements en profil en long.	27
V.6. Détermination pratiques du profil en long	29
V.7. exemple de calcul de profil en long.	30

CHAPITRE (VI) :**PROFIL EN TRAVERS**

VI.1. Définition.	32
VI.2. Les éléments du profil en travers.	32
VI.3. Classification du profil en travers.	33
VI.4. Application au projet.	34

CHAPITRE (VII) :**CUBATURES**

VII.1. Introduction.	35
VII.2. Définition.	35
VII.3. Méthodes de calcul des cubatures.	35
VII.4. Calcul de cubatures de terrassement.	37

CHAPITRE (VIII) :**ETUDE GEOTECHNIQUE**

VIII.1. Introduction.	38
VIII.2. Les moyens de la reconnaissance.	38
VIII.3. Conditions d'utilisation des sols en remblais.	45

CHAPITRE (IX) :**DIMENTIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE**

IX.1. Introduction.	47
IX.2. Principe de la constitution des chaussées.	47
IX.3. Les différents types de chaussées.	47
IX.4. Méthodes de dimensionnement.	49
IX.5. Application au projet.	52
IX.6. Conclusion.	58

CHAPITRE (X) :**ASSAINISSEMENT**

X.1. Introduction.	59
X.2. Dispositions constructives.	59
X.3. Définitions des termes hydrauliques.	60
X.4. Dimensionnement de réseaux d'assainissement à projeter	61
X.5. Application au projet.	66

CHAPITRE (XI) :**CARREFOUR**

XI.1. Définition.	70
XI.2. Types de carrefour.	72
XI.3. principes généraux d'aménagement d'un carrefour.	73
XI.5. Dimensionnement de carrefour de notre projet.	74
XI.6. Choix de l'aménagement de notre projet.	73

CHAPITRE (XII) :**SIGNALISATION ET ECLAIRAGE**

XII.1.1. Introduction.	79
XII.1.2. Paramètres de l'implantation des luminaires.	79
XII.1.3. Application au projet.	81

CHAPITRE (XIII) :**OUVRAGE D'ART**

XIII.1. Introduction.	87
XIII.2. Présentation de l'ouvrage.	87
XIII.3. Conclusion.	88

CHAPITRE (XVI) :**IMPACT DE L'ENVIRENEMENT**

XVI.1. Introduction.	89
XVI.2. Aspect de l'environnement a préserve lors de la conception d'une infrastructure	89
XVI.3. Conclusion	91

CHAPITRE (XV)**DEVIS QUANTATIF ET ESTIMATIF**

XV.1. Devis quantitatif et estimatif	92
● CONCLUSION GENERALE.	
● BIBLIOGRAPHIE.	
● ANNEXE.	

INTRODUCTION GENERALE

L'histoire de la route est intimement liée au niveau de développement technologique et de la croissance économique des nations et des civilisations.

La route romaine dont les traces sont encore apparentes à ce jour, témoigne de l'avancée industrielle de l'empire et de la place privilégiée accordée aux réseaux de communication.

La route n'est pas la seule infrastructure de transport, on trouve aussi d'autres moyens comme le chemin de fer, les voies aériennes et les voies maritimes, mais le transport routier est dominant, et même si les technologies de l'information se développent, les déplacements routiers liés tant à la vie quotidienne qu'au tourisme sont des réalités incontournables pour encore de nombreuses années.

La route joue un rôle moteur dans l'aménagement du territoire, elle favorise l'implantation d'activités économiques et industrielles et réduit les coûts de transport et donc de production.

Notre projet : Etude en APD de l'évitement de la ville de TIZI (Wilaya de MASCARA) avec étude de deux carrefours giratoires.

Notre projet s'articulera sur deux axes principaux à savoir :

- 1) Phase d'Avant-Projet Sommaire (APS) ;**
- 2) Phase d'Avant-Projet Détaillé (APD).**

PRESENTATION DU PROJET

I.1.PRESENTATION DE LA VILLE :

La ville de Tizi se situe dans le Sud-Ouest de la wilaya de Mascara, dont le chef –lieu en est distant de 12 km. Dont les altitudes moyennes varient entre 900et 1000 m, avec une superficie de 203 km² et d'une population de 25 000 hab , Par estimation statistique de 2008.

La ville de Tizi est limitrophe avec :

- ✚ Au nord, par la ville de Mascara ;
- ✚ Au sud par Ain fekkan et Oued taria;
- ✚ A l'ouest par la ville de Bouhanifia ;
- ✚ A l'est par Ghriss.

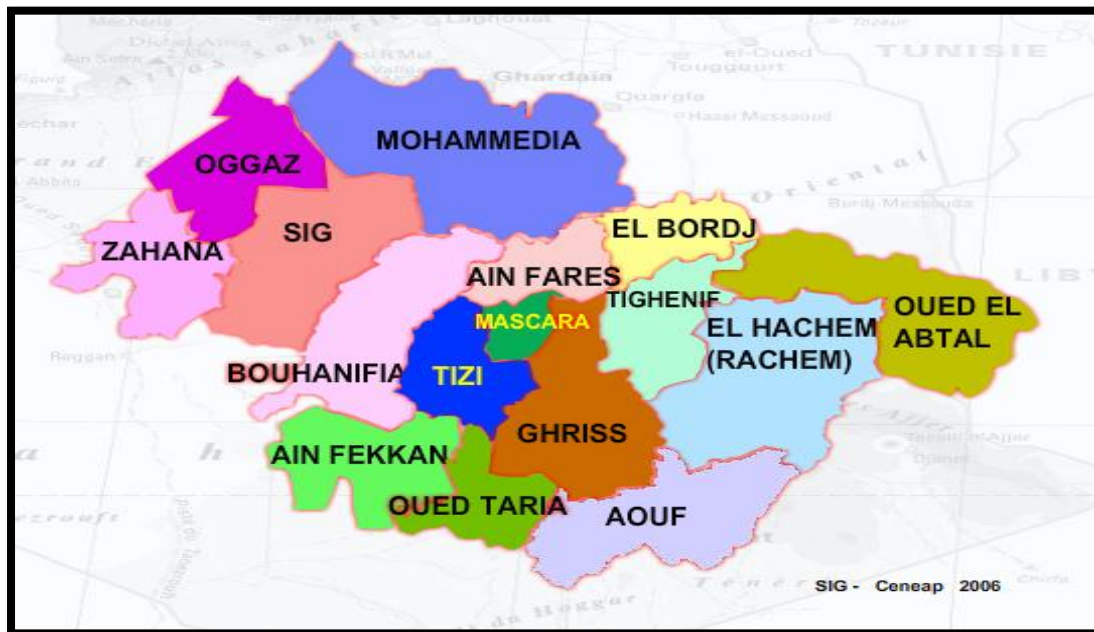


Figure -01-Situation de la ville de TIZI.

I.2. DISCRIPTION GENERALE DU NOUVEAU TRACE :

L'étude traitée est 'un tracé neuf qui est implanté dans un relief plane. Le projet étudier a deux axes différents qui sont :

- Axe nord
- Axe sud



figure-02- Présentation de l'évitement.

I.3. OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'ETUDE :

Le but essentiel de notre projet est de créer une liaison assurant le transfert d'une grande partie de trafic de la RN 07 qui relie la ville de Mascara avec Sidi bel abbés en évitant l'agglomération de Tizi, le projet assure :

- ✚ Décongestionner les zones urbaines.
- ✚ La fluidité de trafic.
- ✚ Garantir le confort et la sécurité des usagers.

AVANT PROJET SOMMAIRE

II.1. INTRODUCTION :

La phase APS ; c'est l'étape qui vient directement après la phase préliminaire dans le cas où cette dernière est prévue. Elle consiste à étudier plus profondément les variantes retenues dans l'étude antérieure ou bien quand celle-ci n'est pas prévue, de procéder à l'étude à partir de plan d'état majeure, de carte topographique et aussi géologique, permettant ainsi de mieux cerner les aléas, les contraintes et les avantages liés à la situation sociaux-géographique de chaque variante.

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

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

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

II.2.LOCALISATION DU FUSEAU RETENU :

A cause de la position de la ville de TIZI par rapport au réseau routier, et l'environnement, nous permet d'avoir deux choix de couloirs :

- a) Couloir situé au nord de la ville.
- b) Couloir situé au sud de la ville.



Figure -01- représentant le fuseau retenu.

II.3.DESCRPTION DES COULOIRS :

II.3.1. DESCRIPTION DU COULOIR 01 :

Ce couloir passe du côté nord de la ville, a une largeur variante entre 300 m et 600m, limité de part et d'autre par une zone agricole dans sa partie nord.

Types des contraintes :

L'investigation sur site nous permet de constater que le relief du présent tronçon est plat, les conditions géologiques sont simples, il n'y a pas de risques géologiques très marqués et il n'y a pas de points sensibles qui influencent sur le tracé.il franchit successivement les obstacles suivants :

- ✚ Quitter la RN07 (carrefour giratoire).
- ✚ Chemin de fer et chemin de wilaya (passage supérieure).
- ✚ le retour à la RN07 (carrefour giratoire).

II.3.2. DESCRIPTION DU COULOIR 02:

Ce couloir passe de la côte sud de la ville presque il a les mêmes caractères et contraintes du couloir 01 en plus il :

- ✚ approche d'une zone d'activité au départ.
- ✚ franchit des fermes et des puits.
- ✚ approche de la gare de train.

II.4.CHOIX DE COULOIR (APS) :

Présentation des variantes :

Dans cette phase, on va étudier deux variantes, la première passe au nord de Tizi (couloir 01) et la deuxième passe par la partie sud (couloir 02) afin de trouver la meilleure solution adoptée pour la réalisation de notre projet.

La variante « A » :

Ce tracé est le plus court et le plus proche de la ville de Tizi, il traverse un relief plat et évite certaines habitations, de plus il se trouve dans une large surface non exploitée au long de tracé.

Elle franchit :

- Chemin de fer.
- Chemin de wilaya.

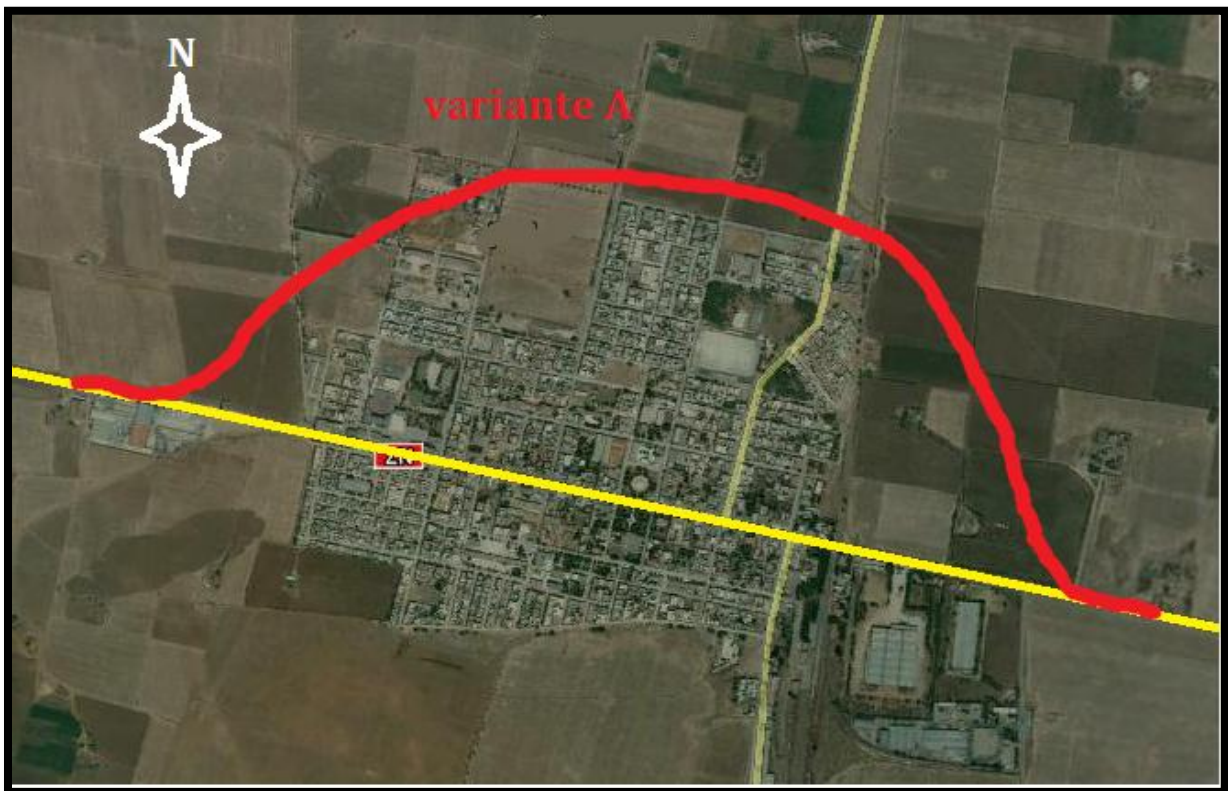


Figure-02-variante A.

La variante « B » :

Cette variante passe au sud de la ville de Tizi, démarrer à côté d'une zone d'activité franchit les mêmes obstacles que la variante A (chemin de fer, chemin de wilaya).

Par contre ce tracé occupe grande surface des Terres utilisées pour l’agriculture et les fermes.

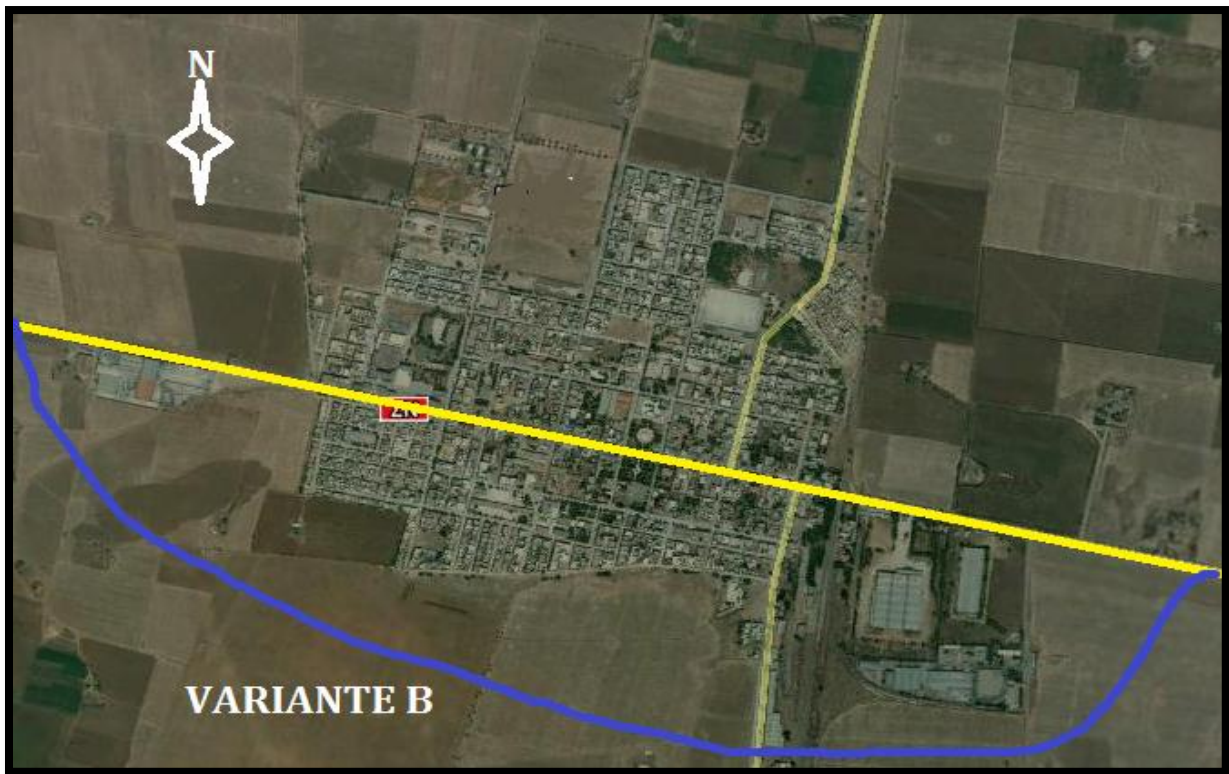


Figure -03- variante B.

II.4.2.Comparaison entre les variantes :

Variante	Avantages	Inconvénients
VARIANTE A	-Pas de contrainte topographique - plus courte (5575m) -Tracé éloigné des habitations.	- Traverse des zones agricoles
VARIANTE B	pas de contrainte topographique	- plus long (6500m, donc augmentation du coût) -Traverse des fermes -Traverse des zones agricoles traverse des propriétés privées.

Tableau -1- La comparaison entre les deux variantes

II.5.CONCLUSION :

Apparemment les zones que traversent les deux tracés sont des mêmes caractéristiques géométriques (terrain plat), toutefois une différence se situe au niveau du coût :

- la variante B comporte le tracé le plus long, de plus, elle franchit des fermes, ce qui défavorise le passage de l'évitement sur ces éléments.

A partir de cela, nous déduisons bien que le facteur économique jouera le seul rôle décisif dans le choix de la variante retenue (Variante **B** avérée trop chère), le tracé de la variante **A** sera le tracé retenu.

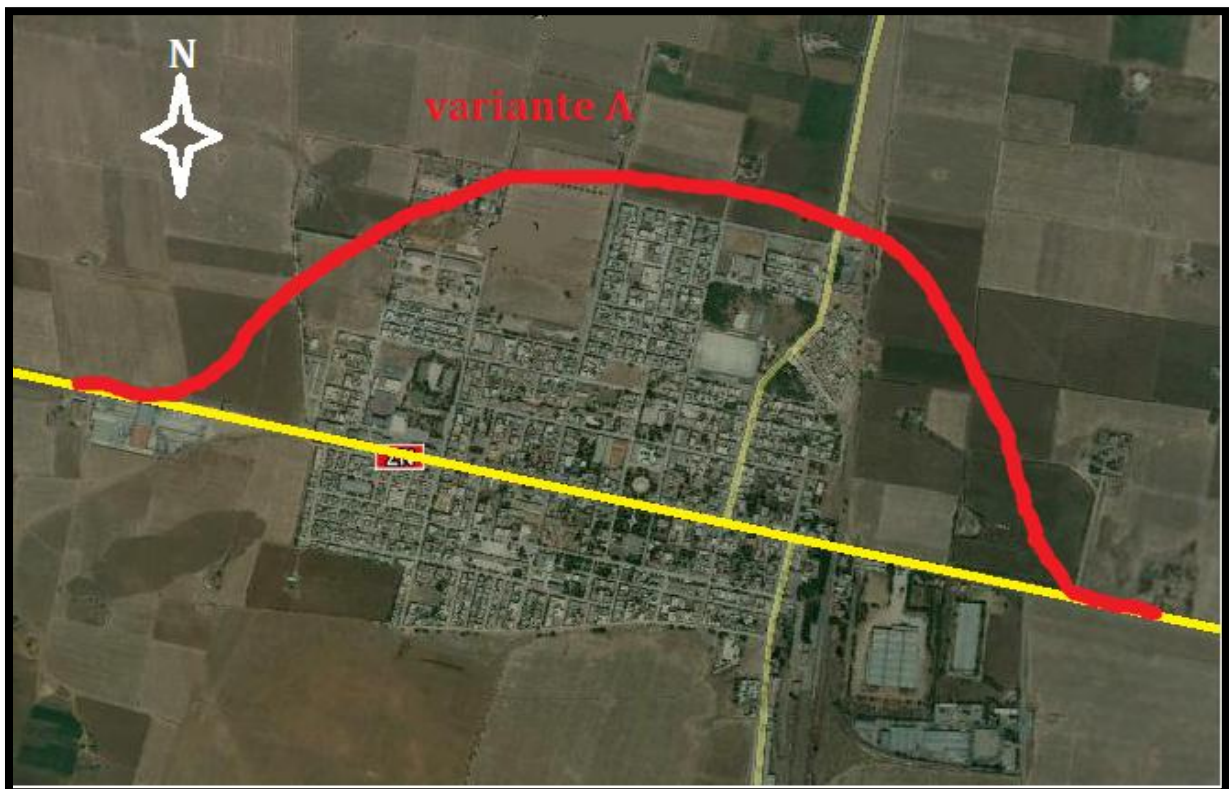


Figure -04- variante retenue.

ETUDE DE TRAFIC

III.1. INTRODUCTION :

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, pour partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaire pour :

- ✚ Apprécier la valeur économique des projets.
- ✚ Estimer les coûts d'entretiens.
- ✚ Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

III.2. ANALYSE DU TRAFIC :

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adopter le niveau de connaissance aux besoins. Le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire, mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause. Enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

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

III.2.1.les comptages :

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

- ✚ Les comptages automatiques.
- ✚ Les comptages manuels.

III.2.1.1 .Les comptages automatique :

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires, en ce qui concerne les comptages permanents, sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

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

III.2.1.2. Les comptages manuel:

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports en communs. Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

III.2.2. La Connaissance des flux (les enquêtes):

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

Elle permet en particulier de distinguer les trafics de transit et d'échange.

III.3. DIFFERENTS TYPE DE TRAFICS :

On distingue quatre types de trafic :

Trafic normal :

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

Trafic induit :

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

Trafic dévié :

C'est le trafic qui résulte de :

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

Trafic total :

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

III.4. CALCUL DE LA CAPACITE :

Définition de la capacité :

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

III.4.1. Calcul du (TJMA) horizon :

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

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

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

III.4.2 .Calcul des trafics effectifs:

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de :

Type de route et de l'environnement.

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

Le trafic effectif donné par la relation :

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

- T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (UVP/J)
- Z : pourcentage de poids lourds (%).
- P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route (nombres de voies et de l'environnement).

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

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-16
Route étroite	3-6	6-12	16-24

Coefficient d'équivalence.

III.4.3. Débit de pointe horaire normale:

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

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

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

III.4.4. Débit horaire admissible :

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

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

- 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 :

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K ₁	0,75	0,85	0,9 à 0,95

Valeurs de K₁.

Environnement	catégorie				
	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	0,98	0,98

Valeurs de K₂.

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

Valeurs de capacité théorique.

III.4.5. Calcul du nombre des voies:**Cas D'une Chaussée Bidirectionnelle :**

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

Cas D'une Chaussée unidirectionnelle :

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

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

Avec :

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

III.5. APPLIATION AU PROJET :**Données de trafic :**

En se basant sur les données de trafic effectuées par le C.T.T.P (année 2011) pour la région de Tizi, s'agissant de la RN 07, les données sont les suivantes :

- Le trafic à l'année 2011 $TJMA_{2011} = 8\ 000$ (v/j).
- Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 4\%$.
- La vitesse de base sur le tracé $V_B = 80$ (Km/h).
- Le pourcentage de poids lourds $PL = 25\%$.
- L'année de mise en service sera en 2013.
- La durée de vie estimée est de 20 ans.

III.5.1. Projection future du projet :

L'année de mise en service (2013).

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

- $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon (année de mise en service 2013).
- $TJMA_0$: le trafic à l'année de référence (origine 2011).

$$TJMA_{2013} = 8000. (1 + 0,04)^2 = 8\ 653 \text{ (v /j)}.$$

$$\text{Donc : } TJMA_{2013} = 8\ 653 \text{ (v /j)}.$$

Trafic a l'année (2033) pour une durée de vie de 20 ans.

$$TJMA_{2032} = 8\ 653. (1 + 0,04)^{20} = 18\ 960 \text{ (v /j)}.$$

$$\text{Donc : } TJMA_{2033} = 18\ 960 \text{ (v /j)}.$$

III.5.2. Calcul du trafic effectif :

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

- **P**: coefficient d'équivalence pour le poids lourds. Pour une route à bonne caractéristique et un environnement E_1 , on a **P=3**.
- **Z** : pourcentage de poids lourds est égale à 20 (%).

$$T_{eff} = [(1 - 0,25) + 3 \cdot 0,25]. 18\ 960 = 28\ 440 \text{ (unv /j)}.$$

$$\text{Donc : } T_{eff} = 28\ 440 \text{ (unv /j)}.$$

III.5.3. Débit de pointe horaire normale :

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

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

$$Q = 0,12 \times 28\ 440 = 3\ 413 \text{ (uvp/h)} \quad \text{donc : } Q = 3\ 413 \text{ (uvp/h)}.$$

III.5.4. Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

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

- K_1 : coefficient correcteur pris égal à 0,75 pour E_1 .
- K_2 : coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement (E_1) et catégorie (C_1).

- C_{th} : capacité effective par voie.

D'après B40 on adopte pour l'évitement un profil à 2 chaussées séparées.

On prend $C_{th}=1600$ (uvp/h).

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 1600 = 1\,200 \text{ (uvp/h)}$$

Donc: $Q_{adm} = 1\,200$ (uvp/h).

III.5.5. Le nombre des voies:

On a : $n = S. Q/Q_{adm} = (2 / 3) \times (3413 / 1200) = 1,9 \approx 2$.

Donc: $n = 2$ voies /sens

Résultats de calcul :

TJMA ₂₀₁₁ (v /j)	TJMA ₂₀₁₃ (v /j)	Teff ₂₀₃₃ (uvp/h)	Q ₂₀₃₃ (uvp/h)	Q _{adm} (uvp/h)	N° des Voies Par sens
8 000	8 653	18 960	3 413	1 200	2

III.5.6. Calcul de l'année de saturation :

On a :

$$Teff_{2013} = [(1 - 0,25) + 3 \cdot 0,25] \cdot 8\,653 = 12\,980 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Teff_{2013} = 12\,980 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Q_{2013} = 0,12 \times 12\,980 = 1\,558 \text{ (uvp/j)}.$$

$$\text{Donc : } Q_{\text{Saturation}} = 4 \times Q_{adm}$$

$$Q_{\text{Saturation}} = 4 \times 1\,200 = 4\,800 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Q_{\text{Saturation}} = (1+\tau)^n \times Q_{2013} \Rightarrow n = \log(Q_{\text{Saturation}} / Q_{2013}) / \log(1+\tau)$$

$$n = \log(4\,800 / 1\,558) / \log(1+0,04) = 28,82 \approx 29 \text{ ans.}$$

Donc l'année de saturation = 2013+29=2042.

TRACE EN PLAN

IV.1. INTRODUCTION :

Dans sa définition, le tracé en situation ou le tracé horizontal ou Le tracé en plan est la projection verticale de la route sur un plan horizontal. Ce plan est en général une carte topographique ou un plan de situation ou le relief du terrain est représenté 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 la rugosité de la chaussée assuré par la couche de roulement.

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

- + Respecter les normes de la B40.
- + Adapter le trace au terrain naturel afin d'éviter les grands mouvements de terre (les terrassements important).
- + Se raccordé au réseau routier existant.
- + Eviter de passer sur des terrains agricoles et zones forestiers.
- + Chercher la meilleure trace possible évitant au maximum les propriétés privées.
- + Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire éviter les ouvrages biais.
- + Recourir de préférence a des alignements droits (au moins 50 % du linéaire pour permettre l'implantation de carrefours et de visibilité de déplacement dans de bonnes conditions) alternant avec des courbes moyennes (de rayon supérieur au rayon minimal sans dépasser le rayon non déverse).

IV.3. LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

- + Des droites (alignements).
- + Des arcs de cercle.
- + Des courbes de raccordement(CR) de courbure progressives.

IV.3.1. Les droites (alignements):

La droite est l'élément géométrique le plus simple, mais les grands alignements droits sont très déconseillés.

La longueur maximale d'un alignement ne dépasse pas la longueur parcourue par la vitesse de base durant une minute.

La longueur des alignements dépend de :

- ✚ La vitesse V_B , plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- ✚ Des sinuosités précédent et suivent l'alignement.
- ✚ Du rayon de courbure de ces sinuosités.

Longueur minimale :

La Longueur minimale correspond à un chemin parcouru durant un temps t d'adaptation.

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

Longueur maximale :

Pour réduire les effets de monotonie et d'éblouissement, la longueur maximale d'un alignement est prise égale à la distance parcourue pendant (01) minute à la vitesse V (m/s).

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

Pour raisons de sécurité de circulation et d'esthétique, on évitera les cas particuliers suivants sont à éviter :

- ✚ Réunion de 2 Longues courbes par un alignement court : alignement a supprimé.
- ✚ Réunion de 2 Longues alignements par une courbe courte s'est à dire de faible rayon : augmenter le rayon.

IV .3.2 .Les arcs de cercle:

Il est bien de rappeler que pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur à RH_m (rayon minimum absolue), on utilise alors autant que possible des valeurs supérieures ou égale à RH_m .

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

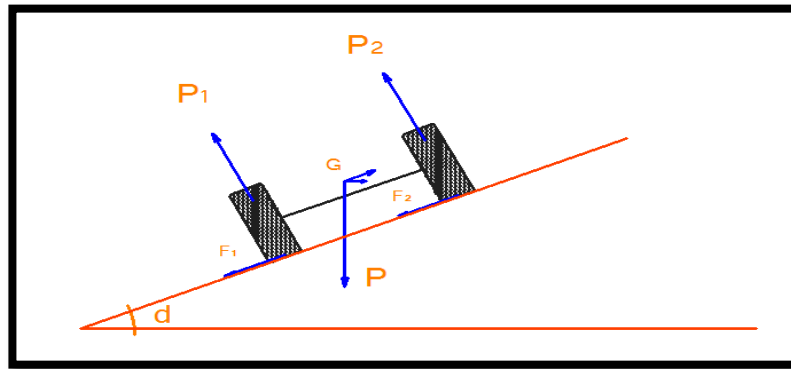
- ✚ Stabilité des véhicules en courbe.
- ✚ Visibilité en courbe.
- ✚ Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

- Stabilité en courbe :

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

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

$$RH_m = \frac{V_B^2}{127 \cdot (f_t + d)}$$

**NB :**

- « d » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas)
- « d » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux.

Ceci nous conduit à la série de couples (R, d).

Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu RHm avec :

- $d_{max} = 6\%$ pour les catégories (1– 2) ;
- $d_{max} = 8\%$ pour les catégories (3 – 4) ;
- $d_{max} = 9\%$ pour la catégorie 5.

Conséquences :

✚ **Rayon horizontal minimal absolu :**

C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de devers maximal.

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

✚ **Rayon minimal normal :**

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

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

✚ **Rayon au dévers minimal :**

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse Vr serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit. Dévers associé $d_{min} = 2.5\%$.

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

✚ Rayon minimal non déversé :

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

$$RHnd = \frac{V_B^2}{127 \times 0,035}$$

Pour: Cat 1-2

$$RHm = \frac{V_B^2}{127 \cdot (f'' - 0,03)}$$

Pour : Cat 3-4-5

Avec :

$$f'' = 0.07 \quad \text{cat 3}$$

$$f'' = 0.075 \quad \text{cat 4 -5}$$

Pour notre projet (l'évitement est de la ville de TIZI) situé dans un environnement (E_1), et classé en catégorie 1 (C_1) avec une vitesse de base de 80(km/h), le règlement (B40) préconise les rayons suivant : (voir le tableau)

paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V_B	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1000
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	1400

Tableau -01-Rayons en plan et devers associés (E1- C1).

- visibilité en courbe :

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur du courbe par un talus de déblai, ou par une construction ou forêt. Pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

- **Sur largeur :**

Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayons faibles :

Lorsqu'un véhicule circule dans une courbe, il occupe une largeur plus grande que sur l'alignement droit ; compte tenu de l'empattement du véhicule, les roues arrière n'épousent pas exactement le tracé de celles de devant.

La valeur de la sur largeur théorique S nécessaire pour une voie de circulation :

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

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

IV.4.LES COURBES DE RACCORDEMENT :

Le fait que le tracé soit constitué d'alignement et d'arc ne suffit pas, il faut donc prévoir des raccordements à courbure progressif, qui permettent d'éviter la variation brusque de la courbe lors du passage d'un alignement à un cercle ou entre deux courbes circulaires et ça pour assurer :

- La stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Un tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

IV.4.1. Type de courbes de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- ✚ Parabole cubique
- ✚ Lemniscate
- ✚ Clothoïde

- **Parabole cubique :**

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).

- **Lemniscate :**

Cette courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.

- **Clothoïde :**

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

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

IV.4.2.Expression mathématique de la Clothoïde :

Courbure K linéairement proportionnellement à la longueur curviligne.

$$K = C.L$$

On pose: $1/C = A^2 \Rightarrow L.R = A^2$

Eléments de la Clothoïde:

- R : rayon de cercle.
- L : longueur de la branche de Clothoïde.
- A : paramètre de la Clothoïde.
- KA : origine de la Clothoïde.
- KE : extrémité de la Clothoïde.
- ΔR : ripage.
- τ : angle des tangentes.
- TC : tangente courte.
- TL : tangente longue.
- s : angle polaire.
- S_L : corde KE – KA.
- M : centre du cercle d'abscisse X_M .
- X_M : abscisse du centre du cercle de M à partir de KA.
- Y_M : ordonnée du centre du cercle M à partir de KA.

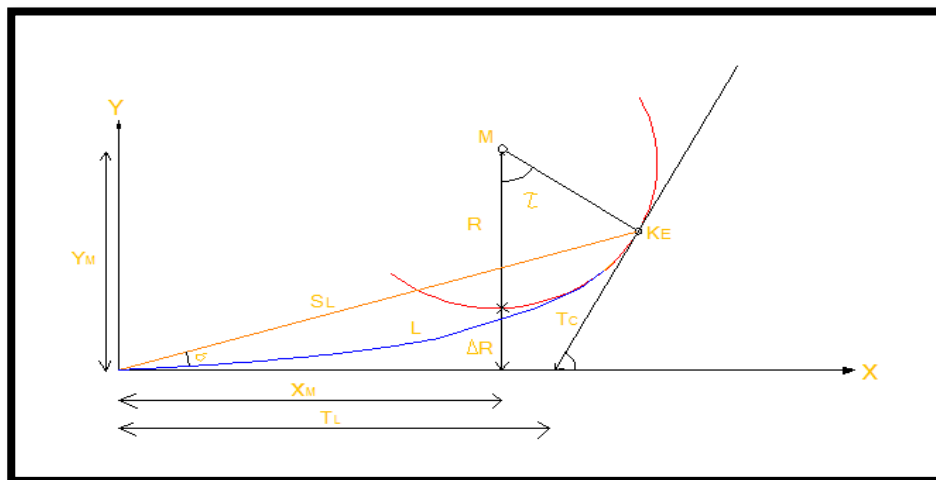


Figure-02-Elément de la Clothoïde.

Le choix d'une Clothoïde doit respecter les conditions suivantes :

✚ Condition optique :

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

$$R > A \geq R/3$$

Règle générale (B40):

- $R \leq 1500\text{m}$ $\Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0,5 m) $L = \sqrt{24.R.\Delta R}$
- $1500 < R \leq 5000\text{m}$ $\Rightarrow L \geq R/9.$
- $R > 5000\text{m}$ $\Rightarrow \Delta R = 2,5\text{m}$ $L = 7,75 \sqrt{R}$

✚ Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération transversale, est imposé à une variation limitée.

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

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

✚ Condition de gauchissement :

La demi chaussée extérieur au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule .le raccordement doit assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers.

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 que $\Delta p < 0,5/V_B$.

$$L \geq l. \Delta d. V_B$$

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

Remarque

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

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

IV.5. PARAMETRES FONDAMENTAUX (B40) :

Pour le cas de notre projet la vitesse de base est du 80 km/h ; le tableau suivant illustre l'ensemble de la caractéristique des différents éléments.

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse de base (km/h)	V_B	80
Longueur minimale (m)	L_{min}	111,11
Longueur maximale (m)	L_{max}	1333,33
Divers minimale (%)	d_{min}	2,5
Divers maximale (%)	d_{max}	7
Temps de perception réaction (s)	T_{pr}	2
Coefficient de Frottement longitudinal	f_L	0,39
Coefficient de Frottement transversal	f_t	0,13

Tableau -02-Paramètres fondamentaux.

IV.6. CALCUL D'AXE MANUELLEMENT :

Le calcul d'axe est l'opération par lesquelles toute étude d'un projet routier doit commencer, elle consiste à calculer l'axe de la route, point par point du début de projet jusqu'à la fin de celui-ci en déterminant les coordonnées de ces points et les gisements des directions.

Le calcul d'axe se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ces coordonnées; il doit suivre les étapes suivantes :

- Calcul des gisements ;
- Calcul l'angle γ entre les alignements ;
- Calcul de la tangente T ;
- Calcul de la corde polaire S_L ;
- Vérification de non- chevauchement ;
- Calcul de l'arc en cercle ;
- Calcul des coordonnées de points particuliers ;
- Calcul de kilométrage des points particuliers.

IV.6.1. Exemple de calcul du tracé en plan :

Nous avons calculé une partie de l'axe 01 de PK 1+655 au PK 1+805

Rayon $R = 600 < R_{Hnd}$ (Raccordement avec Clothoïde).

S_0 (X=106343,5590 Y=198707,3057) (m).

S_1 (X=107015,4797 Y=197794,0477) (m).

S_2 (X=107960,9102 Y=197606,4937) (m).

Rayon $R = 600$ (m) et $V_B = 80$ (km/h).

IV.6.2. Caractéristiques de la courbe de raccordement :

Détermination de A :

On sait que : $A^2 = L \cdot R$

- **Détermination de L :**

▪ **Condition de confort optique :**

$$R = 600m < 1500m \quad \Rightarrow \quad R/3 < A < R$$

$$\Rightarrow 600/3 < A < 600$$

$$\Rightarrow 200 < A < 600$$

$$L = \sqrt{24 R \cdot \Delta R} = 120 \text{ (m)} \quad \dots\dots\dots(1).$$

▪ **Condition de confort dynamique et de gauchissement :**

$$L \geq \frac{5}{36} \Delta d \cdot V_B \quad \text{Avec} \quad \Delta d = d + 2.5$$

$$\text{Si : } RH_m < R < RH_n : \quad \frac{d(R) - d(RH_m)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_m}} = \frac{d(RH_m) - d(RH_n)}{\frac{1}{RH_m} - \frac{1}{RH_n}} \quad \dots\dots\dots(*)$$

$$\text{Si : } RH_n < R < RH_d \text{ on a : } \quad \frac{d(R) - d(RH_d)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_d}} = \frac{d(RH_n) - d(RH_d)}{\frac{1}{RH_n} - \frac{1}{RH_d}} \quad \dots\dots\dots(**)$$

On a: $RH_n = 450 < R = 600 < RH_d = 1000 \text{ (m)}$.

$$(**) \Rightarrow d = 3.86 \%$$

$$\Delta d = 3,86 + 2.5 = 6,36 \%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 6,36 \times 80 = 70.66 \text{ (m)} \quad \dots\dots\dots(2).$$

De (1) et (2) on aura: $L = 120 \text{ (m)}$

$$L = A^2/R \quad \Rightarrow \quad A = \sqrt{L \times R} = 268,33 \text{ (m)} \quad \Rightarrow \quad A = 268,33 \text{ (m)}$$

Donc : **A = 268,33 (m).**

Calcul des gisements :

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

$$S_0 S_1 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{S1} - X_{S0}| = |107015,4797 - 106343,5590| = 671,9207 \text{ (m)}. \\ |\Delta Y| = |Y_{S1} - Y_{S0}| = |197794,0477 - 198707,3057| = 913,2580 \text{ (m)}. \end{array} \right.$$

$$S_1 S_2 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X_1| = |X_{S2} - X_{S1}| = |107960,9102 - 107015,4797| = 945,4305 \text{ (m)}. \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = |197606,4937 - 197794,0477| = 187,5540 \text{ (m)}. \end{array} \right.$$

Donc:

$$G_{S_0}^{S_1} = \text{arctg} \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 40.38 \text{ (grade)}.$$

$$G_{S_1}^{S_2} = \text{arctg} \frac{|\Delta X_1|}{|\Delta Y_1|} = 87.53 \text{ (grade)}.$$

Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{S1}^{S2} - G_{S0}^{S1}| = |87,53 - 40,38| = 47,15 \text{ (grade).}$$

Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{120}{2 \times 600} \times \frac{200}{\pi} = 6,36 \text{ (grade).}$$

Vérification de non chevauchement:

$$\tau = 6,36 \text{ (grade).}$$

$$\gamma / 2 = 47,15 / 2 = 23,57 \text{ (grade)}$$

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

Calcul des distances:

$$S_0S_1 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{671,9207^2 + 913,258^2} = 1133,807 \text{ (m).}$$

$$S_1S_2 = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2} = \sqrt{945,4305^2 + 187,554^2} = 962,143 \text{ (m).}$$

Calcul de la tangente T :

$$\text{On a : } L / R = 120 / 600 = 0,2$$

A partir des tables de Clothoïde ligne N° 380, on tire les valeurs suivantes:

$$\frac{\Delta R}{R} = 0.001166840 \Rightarrow \Delta R = 1,00 \text{ (m).}$$

$$\frac{X_m}{R} = 0.1000361179 \Rightarrow X_m = 60,021.$$

$$\frac{X}{R} = 0.1999382355 \Rightarrow X = 119,962.$$

$$\frac{Y}{R} = 0.006671158 \Rightarrow Y = 4,002.$$

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

$$T = 60,021 + (600 + 1) \text{tg}23,57.$$

$$\text{Donc : } T = 293,34 \text{ (m).}$$

Calcul des Coordonnées SL :

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

$$S_L = \sqrt{119,962^2 + 4,002^2} = 120,028 \text{ (m).}$$

Calcul de σ :

$$\sigma = \text{arctg} \frac{Y}{X} = \text{arctg} \frac{4,002}{119,962} = 2,12 \text{ (grad).}$$

Calcul de l'arc:

$$b = K_{E1} K_{E2} \cdot$$

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

$$b = \frac{[\pi \times 600 (47,15 - 2 \times 6,36)]}{200} = 324,50 \text{ (m).}$$

Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$K_{A1} \begin{cases} X_{A1} = X_{S1} - T \times \sin G_{S0}^{S1}. \\ Y_{A1} = Y_{S1} - T \times \cos G_{S0}^{S1}. \end{cases}$$

$$K_{A1} \begin{cases} X_{A1} = 107015,4797 - 293,34 \times \sin 40,38 = 106841,6453 \text{ (m)}. \\ Y_{A1} = 197794,0477 - 293,34 \times \cos 40,38 = 197557,764 \text{ (m)}. \end{cases}$$

$$K_{E1} \begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} - S_L \times \sin (G_{S0}^{S1} - 200 + \sigma). \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} - S_L \times \cos (G_{S0}^{S1} - 200 + \sigma). \end{cases}$$

$$K_{E1} \begin{cases} X_{KE1} = 106841,6453 - 120,028 \times \sin (40,38 - 200 + 2,12) = 106915,935 \text{ (m)}. \\ Y_{KE1} = 197557,7640 - 120,028 \times \cos (40,38 - 200 + 2,12) = 197652,024 \text{ (m)}. \end{cases}$$

$$K_{A2} \begin{cases} X_{A2} = X_{S1} - T \times \sin (G_{S2}^{S1} - 200). \\ Y_{A2} = Y_{S1} - T \times \cos (G_{S2}^{S1} - 200). \end{cases}$$

$$K_{A2} \begin{cases} X_{A2} = 107015,4797 - 293,34 \times \sin (87,53 - 200) = 10993,210 \text{ (m)}. \\ Y_{A2} = 197794,0477 - 293,34 \times \cos (87,53 - 200) = 19891,162 \text{ (m)}. \end{cases}$$

$$K_{E2} \begin{cases} X_{KE2} = X_{KA1} + S_L \times \sin (G_{S1}^{S2} - 200 - \sigma). \\ Y_{KE2} = Y_{KA1} + S_L \times \cos (G_{S1}^{S2} - 200 - \sigma). \end{cases}$$

$$K_{E2} \begin{cases} X_{KE2} = 10993,210 + 120,028 \times \sin (87,53 - 200 - 2,12) = 10884,067 \text{ (m)}. \\ Y_{KE2} = 19891,162 + 120,028 \times \cos (87,53 - 200 - 2,12) = 19841,216 \text{ (m)}. \end{cases}$$

Les résultats de calcul d'axes sont joints en Annexe calculé par logiciel piste.

PROFIL EN LONG

V.1. DEFINITION :

Le profil en long est une coupe verticale, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle.

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

Le profil en long est constitué deux éléments géométriques :

- + Lignes droites (déclivités).
- + Arcs de cercle tangents.

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

Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire, mais elle doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Parmi ces conditions il y a lieu :

- + D'adapter au terrain naturel pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux.
- + De rechercher l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais.
- + De ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les règlements.
- + D'éviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance.
- + D'éviter les hauteurs excessives de remblais.
- + Prévoir le raccordement avec les réseaux existants.
- + Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- + D'assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.

V.3. COORDINATION ENTRE LE TRACÉ EN PLAN ET LE PROFIL EN LONG:

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, respecter les règles de visibilité et autant que possible, un certain confort visuel; ces objectifs incite à :

- + Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- + Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

R vertical > 6 × R horizontal, pour éviter un défaut d'inflexion.

- + Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait

Réapparaître la chaussée à une distance de 500m au moins, créant une perte de tracés suffisamment francs pour prévenir les perceptions trompeuses.

V.4. DECLIVITES:

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (Puissance des véhicules en rampe). Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

V.4.1. Déclivité minimum :

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits « en palier » sont si possible à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales. la pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

V.4.1. Déclivité maximum :

Du point de vue technique, la déclivité maximale dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée (ce phénomène concerne tous les véhicules), ainsi de la réduction des vitesses qu'elle provoque ou les camions (poids lourds) sont déterminants car la plupart des véhicules légers ont une grande puissance. Donc Il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 7%.

V.5. LES RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

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

V.5.1. Raccordements convexes :

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

- ✚ Condition de confort.
- ✚ Condition de visibilité.

V.5.1.1. Condition de confort :

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

$v^2 / R_v < g / 40$ avec $g = 10 \text{ (m / s}^2\text{)}$ et $v = V/3.6$

D'où :

$R_v \geq 0,30 V^2$ (cat 1-2).

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

Tel que :

R_v : c'est le rayon vertical (m).

V : vitesse de référence (km /h).

V.5.1.2. Condition de visibilité :

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

Il faut deux véhicules circule en sens opposes puissent s'apercevoir a une distance double de la distance d'arrêt minimum.

Le rayon de raccordement est donne par la formule suivante :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2.(h_0 + h_1 + 2.\sqrt{h_0.h_1})} \approx 0,27 D^2$$

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

Les rayons assurant ces deux conditions sont données par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de bas $V_r=80 \text{ (Km/h)}$ et pour la catégorie 1 on a :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R_{Vm1}	2500
Min- normal	R_{VN1}	6000
Dépassement	R_{VD}	11000

Tableau-01-Rayons convexes.

V.5.1. Raccordements concaves :

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

$$R'_v = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0,035 \times d_1)}$$

Pour une vitesse $V_r = 80 \text{ km/h}$ et catégorie 1 on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R'_{vm}	2400
Min -normal	R'_{vN}	3000

Tableau-02-Rayons concaves (angle rentrant).

V.6.DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG :

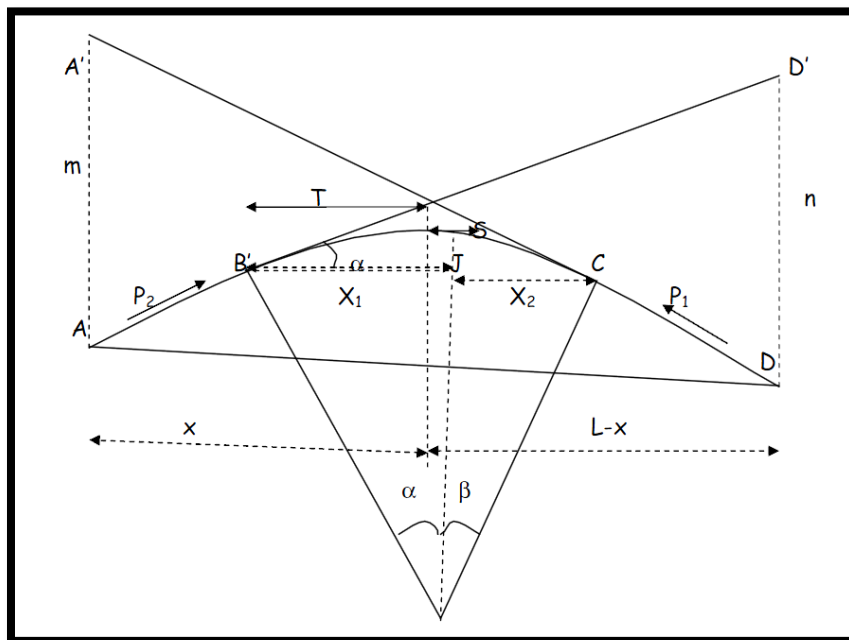
Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

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

À l'équation de la parabole $X^2 - 2 R Y = 0 \rightarrow Y = \frac{X^2}{2R}$

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

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) des points A et D.
- Donnée La pente P1 de la droite (AS).
- Donnée la pente P2 de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.



Détermination de La position du point de rencontre (S) :

On a :

$$\begin{aligned} Z_{D'} &= Z_A + L \cdot P_2 & ; & & m &= Z_{A'} - Z_A \\ Z_{A'} &= Z_D + L \cdot P_1 & ; & & n &= Z_{D'} - Z_D \end{aligned}$$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L-x} \Rightarrow x = \frac{mL}{m+n}$$

$$S \begin{cases} X_S = X + X_A. \\ Z_S = P_1 \cdot X + Z_A. \end{cases}$$

Calculs de La tangente :

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2|$$

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

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

$$E \begin{cases} X_E = x_s - T \\ Z_E = z_s - T \cdot P_1 \end{cases} ; \quad F \begin{cases} X_F = x_s + T \\ Z_F = z_s - T \cdot P_2 \end{cases}$$

Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T$$

Calcul de la flèche :

$$H = \frac{T^2}{2R}$$

Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

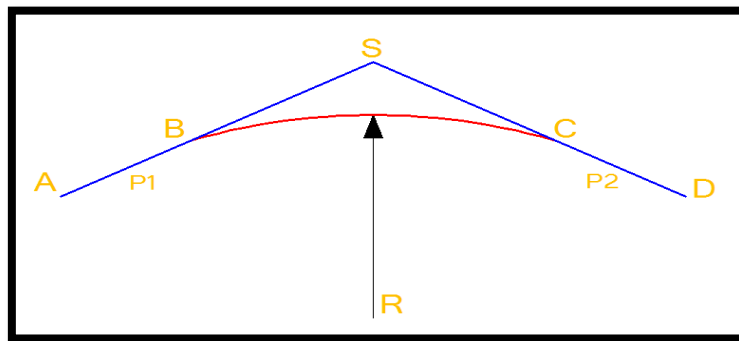
$$M \begin{cases} H_x = x^2 / 2R \\ Z_M = Z_B + X_{p1} - X^2 / 2R \end{cases}$$

Calcul des cordonnées du sommet de la courbe (T) :

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

$$X_1 = R \cdot P_1 \quad ; \quad X_2 = R \cdot P_2 \quad J \begin{cases} X_J = X_E + R \cdot P_1 \\ Z_J = Z_E + X_1 \cdot P_1 \frac{X_1^2}{2R} \end{cases}$$

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

V.7.Exemple de calcul de Profil En Long :**R=42000 (m)**

$$A \begin{cases} PK_A = 0 \\ Z_A = 963,81 \end{cases}$$

$$S \begin{cases} PK_S = 320,0441 \\ Z_S = 965,75 \end{cases}$$

$$D \begin{cases} PK_D = 720,8768 \\ Z_D = 962,123 \end{cases}$$

Calcul Des Pentes :

$$i_1 = | (Z_S - Z_A) / (S_S - S_A) |$$

$$i_1 = | (965,75 - 963,81) / (320,0441 - 0,00) | = 0,60 \%$$

$$i_2 = | (Z_S - Z_D) / (S_S - S_D) |$$

$$i_2 = | (965,75 - 962,123) / (320,0441 - 720,8768) | = 0,90\%$$

Calcul des tangentes :

$$T = (|i_1| + |i_2|) \times (R/2) = (|0,60\%| + |0,90\%|) \times (42000/2) = 315 \text{ (m)}.$$

Calcul des flèches :

$$H = T^2 / 2R = (315)^2 / (2 \times 42000) = 0,59 \text{ (m)}.$$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

- **Calcul des coordonnées du point B:**

$$\begin{cases} S_B = S_S - T = |320,0441 - 315| = 5,0441 \text{ (m)}. \\ Z_B = Z_S - (T \times |i_1\%|) = |965,75 - (315 \times |0,6\%|) = 963,86 \text{ (m)}. \end{cases}$$

- **Calcul des coordonnées du point C :**

$$\begin{cases} S_C = S_S + T = |320,0441 + 315| = 635,0441 \text{ (m)}. \\ Z_C = Z_S - (T \times |i_2\%|) = |965,75 - (315 \times |0,90\%|) = 962,915 \text{ (m)}. \end{cases}$$

Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 315 = 630 \text{ (m)}.$$

Les résultats de calcul sont joints en Annexe calculé par logiciel piste.

PROFIL EN TRAVERS

VI.1. DEFINITION :

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

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

VI.2. LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS :

La chaussée:

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

La largeur roulable:

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

Plateforme:

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

L'assiette:

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

L'emprise:

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

Les accotements:

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

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

Le terre-plein central:

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

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

Le fossé :

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

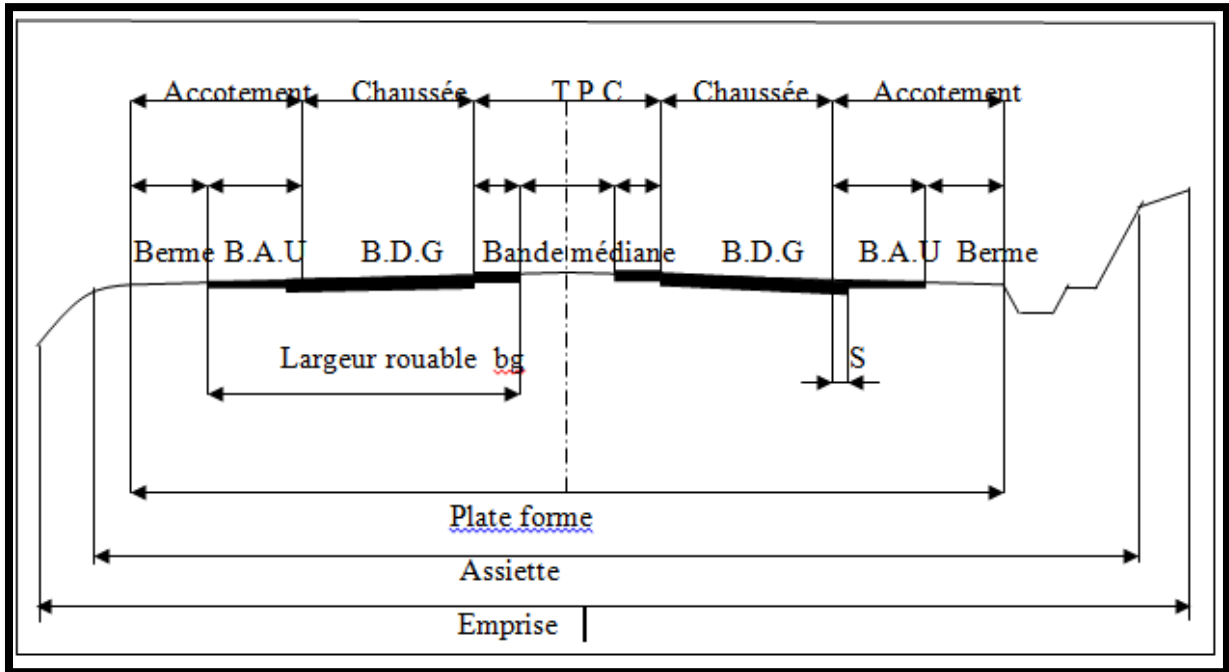


Figure-01-Le profil en travers type.

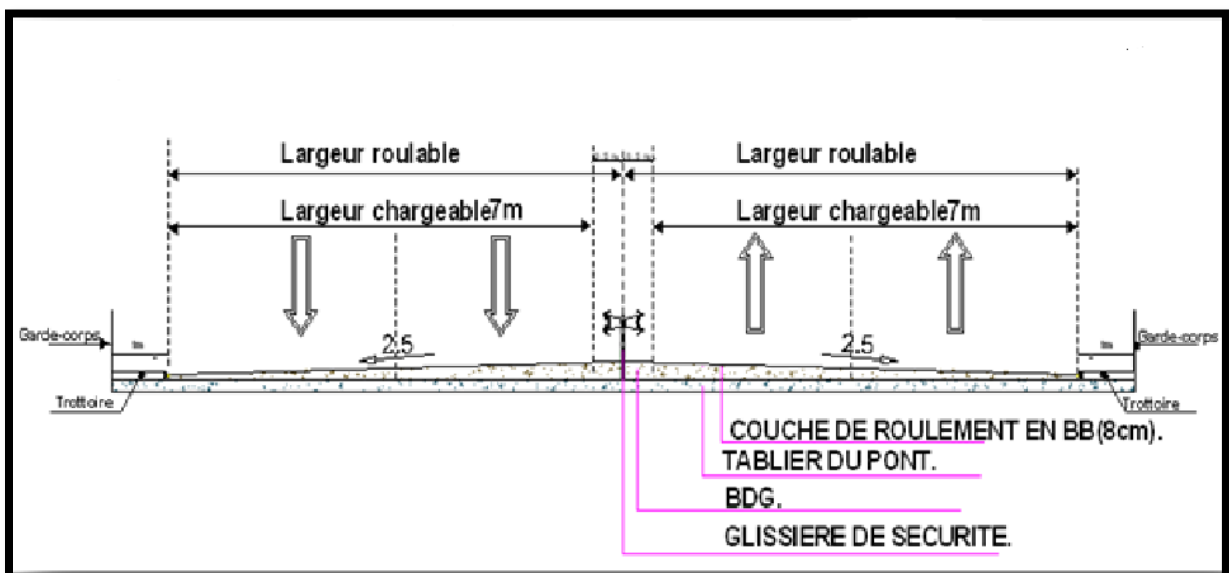


Figure-02-Le profil en travers type au niveau du pont.

VI.3.CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :

Ils existent deux types de profil en travers :

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

VI.3.1. Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

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

VI.3.2. Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distance de 20 m.

VI.4. APPLICATION AU PROJET :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour l'évitement sera composé d'une route de $2 \times (2 \times 3,5)$ voies.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée : $2 \times (3,5\text{m} \times 2) = 14,00$ (m).
- Accotement :
- Bande d'arrêt : $1,8 \text{ m} \times 2 = 3,6$ (m).
- Berme : $0,8\text{m} \times 2 = 1,6$ (m)
- Terre plain centrale :(TPC) = 2(m).
- Plateforme : = 21,2 (m).

CUBATURES

VII.1. INTRODUCTION :

La réalisation d'une infrastructure de travaux publics nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel sera implanté le projet. Pour les voies de circulations celles-ci sont très visibles sur les profils en longs et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par apport à la terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai, soit par excavation des terres existantes au-dessus du niveau de la ligne rouge déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre se trouvant entre le tracé du projet et celui du terrain naturel. Ce calcul s'appelle ((les cubatures des terrassements)).

VII.2. DEFINITION :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

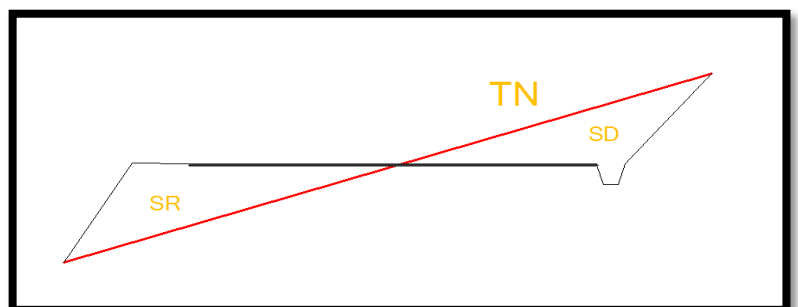
VII.3. METHODES DE CALCUL DES CUBATURES :

Les cubatures sont Les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais :

- Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.
- Le travail consiste a calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

On utilise la méthode **SARRAUS**. C'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs

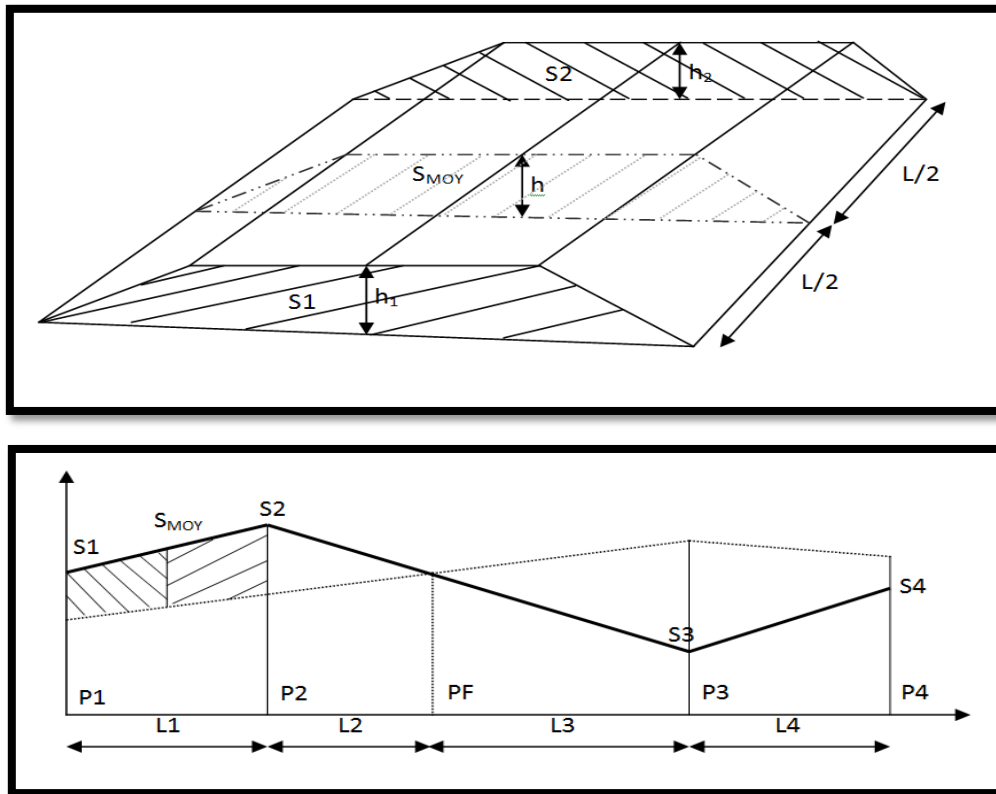
- **TN** : Terrain Naturelle.
- **SD** : Surface Déblai.
- **SR** : Surface Remblai.



VII.3.1. La formule de SARRAUS :

On calcule séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule des trois niveaux ou formule au prismoïde.

$$V = \frac{L}{6} (S_1 + S_2 + 4 \times S_{MOY})$$



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

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

$$V_i = \frac{L_i}{2} \times (S_i + S_{i+1})$$

Donc les volumes seront :

Entre P1 et P2 : $V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2)$; Entre P2 et PF : $V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0)$.
 Entre PF et P3 : $V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3)$; Entre P3 et P4 : $V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4)$.

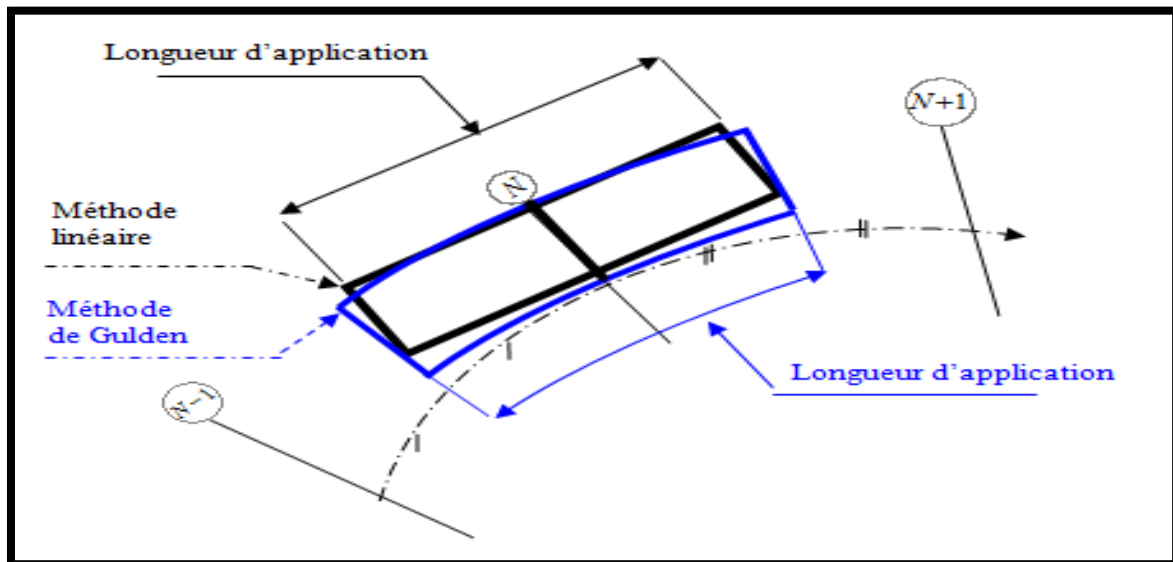
En additionnant membres à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

$$V = \frac{L_1}{2} S_1 + \frac{L_1+L_2}{2} S_2 + \frac{L_2+L_3}{2} \times 0 + \frac{L_3+L_4}{2} S_3 + \frac{L_4}{2} S_4$$

VII.3.2. La méthode de GULDEN :

Dans cette méthode les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée pour obtenir les volumes et les surfaces. Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné.

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée. Si on utilise la méthode de GULDEN, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens.



VII.3.3. La méthode linéaire :

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

VII.4. CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT :

La méthode choisie pour le calcul est celle de **GULDEN** et elle a été effectuée à l'aide du logiciel piste 5.

Les résultats de calcul des cubatures sont joints en Annexe.

ETUDE GEOTECHNIQUE

VIII.1.INTRODUCTION :

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques, mécaniques et hydrauliques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée.

La géotechnique est une science empirique qui se fait en partie sur les données recueillies lors d'essais en laboratoire et sur le terrain, en pratique, la géotechnique est étroitement associée à la géologie.

VIII.2. LES MOYENS DE LA RECONNAISSANCES:

Les moyens de la reconnaissance d'un tracé routier sont essentiellement :

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

VIII.2.1.L'ETUDE DES ARCHIVES ET DOCUMENTS EXISTANTS:

Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont source précieuse d'informations préliminaires sur la nature des terrains traversés.

Les cartes géologiques et géotechniques de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques des formations existantes.

VIII .2.2.LES VISTES SUR SITE ET LES AISSAIS « IN-SITU » :

Les visites sur site permettent de vérifier et de préciser les informations déjà recueillies sur les documents précédemment cités. Cependant, la connaissance précise des caractéristiques des sols en présence nécessite des investigations « **in-situ** » permettant :

- Soit la mesure de certaines caractéristiques en place.
- Soit le prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais de laboratoire.

VIII .2.2.1-LA RECONNAISSANCE« IN-SITU » :

La première reconnaissance visuelle, permet d'arrêter un premier programme de reconnaissance « **in-situ** » en fonction des sols rencontrés et des problèmes géotechniques pressentis.

Le programme peut comprendre une gamme assez variée d'investigation que l'on présentera succinctement dans ce qui suit :

▪ les essais de plaque :

Ces essais permettront d'apprécier directement le module d'un sol par un essai sur le terrain, ils consistent à charger une plaque circulaire et à mesurer le déplacement vertical sous charge. On déduira ensuite un module de sol E en interprétant la valeur du déplacement mesuré à l'aide de la formule de Bossinesq qui relie Z , le déplacement, la pression q_0 le rayon de charge a et les caractéristiques du massif E_2, V_2 .

▪ Essai pressiometrique :

Il s'agit d'un essai de chargement statique du terrain en place, effectué grâce à une sonde cylindrique dilatable radialement introduite dans un forage.

L'essai permet d'obtenir une courbe de variation des déformations volumétriques du sol en fonction de la contrainte appliquée, et de définir une relation contrainte déformation du sol en place dans l'hypothèse d'une déformation plane.

On détermine trois paramètres : un module de déformation du sol, une pression dite de fluage et une pression dite limite.

VIII .2.2.2.LES METHODE GEOPHYSIQUE:**▪ La prospection sismique :**

Le principe consiste à mesurer la vitesse de propagation des ondes primaires ou ondes **P** (les plus rapides) et en déduire la nature du sol traversé.

Ces méthodes permettent de déterminer de façon approximative l'épaisseur des différentes couches et leur nature, elles ne s'appliquent pas dans le cas de fortes teneurs en eau.

▪ **La prospection électrique :**

Cette méthode est basée sur la mesure de la résistance électrique d'un volume de sol entre deux électrodes placées en surface, elle permet de connaître les différentes couches de sols et leurs épaisseurs, et en général de contrôler l'homogénéité des terrains.

La méthode est bien adaptée pour les sols à fortes teneurs en eau.

VIII .2.2.3.LES ESSAIS DE PENETRATION:

Le principe consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni d'une pointe ou d'une trousse coupante à son extrémité et de mesure de la résistance du sol à l'effort de pénétration.

Les types de pénétromètres utilisés sont:

▪ **Pénétromètre statique:**

Ces essais réalisés par fonçage dans le sol, à une vitesse lente et constante 2 cm/s, à l'aide d'un vérin, des tiges terminent par un point conique.

Les résultats de cet essai sont présentés sur un diagramme (**pénétrogramme**).

▪ **Pénétromètre dynamique:**

L'essai consiste à faire pénétrer dans le sol par battage des tiges métalliques avec une pointe à l'extrémité à l'aide d'un mouton tombant une chute libre d'une altitude donnée.

▪ **Le standard pénétromètre test ou SPT:**

C'est un pénétromètre dynamique normalisé qui consiste à battre un carottier à l'aide d'un mouton, tombent d'une hauteur de chute de 76.2 cm.

VIII.2.2.4.LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE:

Les essais réalisés en laboratoire sont :

- Les essais d'identification.
- Les essais mécaniques.

a- Les essais d'identification:

- Teneur en eaux et masse volumique.
- Analyse granulométrique.
- Limites d'Atterberg.
- Equivalent de sable.
- Essai au bleu de méthylène (ou à la tache).

b- Les essais mécaniques :

- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Essai Micro Deval.

VIII.2.3.1. LES ESSAIS D'IDENTIFICATION :**a)-Masse volumique et teneur en eau:**

Teneur en eau : exprime, pour un volume de sol donné, le rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit $\omega = W_w/W_s$

Masse volumique : (γ) est la masse d'un volume unité de sol : $\gamma = W/V$.

On calcule aussi la masse volumique sèche : $\gamma_d = W_s/V$

Domaine d'utilisation: cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

b)-Analyses granulométriques :

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

Principe d'essai : l'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoires reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes.

But de l'essai : c'est un essai qui a pour objet de la détermination le poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).

Domaine d'utilisation: la granulométrie est utilisée pour la classification des sols en vue de leur utilisation dans la chaussée.

c)-Limites d'Atterberg :

Limite de plasticité (Wp), caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plasticité.

Elle varie de **0%** à **100%**, mais elle demeure généralement inférieure à **40%**.

Limite de liquidité (WL), caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide, elle peut atteindre **100%** dans le cas d'un certaines argiles, mais dans la plupart des cas elle ne dépasse pas **100%**.

L'indice de plasticité (Ip), $I_p = W_L - W_p$

Il permet d'établir la plasticité d'un sol donné.

L'indice de liquidité (I_l) permet de savoir rapidement si un sol est à l'état liquide, plastique, semi-solide.

$$I_p = \frac{w - w_p}{I_p}$$

Principe de l'essai : la détermination de **W_L** et **W_p** donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permette de le classé grâce à l'abaque de plasticité de **Casa grande**.

But de l'essai : cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement.

Domaine d'application: l'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme)

d)-Equivalent de sable :

Lorsque les sols contiennent très peu particules fines, les limites D'ATTERBERG ne sont pas mesurables, pour décaler la présence en quantité plus ou moins importante de limon et d'argile, on réalise un essai appelé « **équivalent de sable** ».

Principe de l'essai : l'essai équivalent de sable s'effectue sur la fraction des sols passant au tamis de 5mm ; en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments dits sableux et les éléments plus fins (argileux par exemple).

But de l'essai : cet essai permet de mettre en évidence la proportion de poussière fine nuisible dans un matériau. Et surtout utilisé par les matériaux routiers et les sables à béton. Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les limons et argiles.

Domaine d'application: cette détermination trouve son application dans de nombreux domaines notamment les domaines de classification, étude, choix et contrôle des sols et sables.

e)-Essai au bleu de méthylène (ou à la tache) :

Les molécules de bleu de méthylène ont pour propriété de se fixer sur les surfaces externes et internes des feuillets d'argile, la quantité de bleu adsorbée par **100gramme** de sol s'appelle « **Valeur Au Bleu** » du sol et est notée **VBs**, la **VBs** reflète globalement :

- La teneur en argile (associée à la surface externe des particules).
- L'activité de l'argile (associée à la surface interne).

L'essai consiste à mettre en suspension une fraction de sol (**0/d**) avec **d≤10mm** et à ajouter à cette suspension des doses successives **de 5 ml** d'une solution de bleu de méthylène jusqu'à apparition d'une auréole bleue autour de la tache constituée par le sol, l'auréole bleue indique l'excès de cette solution dans les particules d'argile.

La valeur **VBs** est alors calculée à l'aide de la relation :

VBs = VBs (0/d) x C (0/d)/100C (0/d) étant le pourcentage de la fraction **0/d** du sol étudié.

VIII. 2.3.2.LES ESSAIS MECANIQUES:

a)- Essai PROCTOR:

L'essai Proctor est un essai routier qui convient à la plupart des sols, y a deux essais de Proctor normal et modifié.

Principe de l'essai : l'essai consiste à mesurer la masse volumique sèche d'un sol disposé en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque

couches étant compacter avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage.

Les grains passants par le tamis de **5 mm** sont compactés dans le moule Proctor.

But de l'essai: l'essai **Proctor** consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage (la réduction de son volume par réduction des vides d'air) et une teneur en eau c'est-à-dire la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour un compactage bien défini.

Domaine d'utilisation: cet essai est utilisé pour les études de remblai en terre, en particulier pour les sols de fondations (route, piste d'aérodromes).

b)- Essai C.B.R (California Bearing Ratio): On réalise en général trois essais :

« **CBR standard** », « **CBR immédiat** », « **CBR imbibé** ».

Principe de l'essai : on compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum (**Proctor modifié**) avec trois (**3**) énergies de compactage **25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c** et imbibé pendant quatre (**4**) jours. Les passants sur le tamis inférieur à **20 mm** dans le moule **CBR**.

But de l'essai : l'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.

Domaine d'utilisation: cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.

c)- Essai Los Angeles :

L'essai **LA** est un essai très fiable est de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau.

Principe de l'essai : l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1,6 mm** produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine **Los Angles**.

But de l'essai : l'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.

Domaine d'application: l'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement).

d)- Essai Micro Deval :

Il est en général effectué deux essais, pour avoir deux coefficients (**Deval sec**) et (**Deval humide**). On s'intéresse actuellement au **MDE** (DEVAL humide) qui est de plus en plus pratiquée.

Principe de l'essai : l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1.6 mm** (Tamis de **1.6 mm**) produits dans la machine **Deval** par les frottements réciproques.

But de l'essai : l'essai **Micro-Deval** humide permet de mesurer la résistance à l'usure des matériaux dans des conditions bien définies. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.

Domaine d'application: choix des matériaux utilisés dans les structures de chaussée.

VIII.3.CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS:

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

Un remblai de bonne qualité doit être incompressible, pour ce faire il faut que sa densité soit maximum.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension $> 80\text{mm}$.
- Matériaux plastique $I_p > 20\%$ ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront donc :

- réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés surtout si l'épaisseur est très importante.
- Les matériaux des remblais seront choisis selon les conditions locales et de sujétions d'exécution de chantier ; les matériaux idéals (sablo-graveleux) présentant une courbe granulométrique continue, le remblai doit être homogène d'une faible teneur en eau et d'une portance uniforme et suffisante.
- Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente, le remblai est répandu par couche de 25-30 cm d'épaisseur tassé mécaniquement par le passage d'un rouleau automoteur parcourant la surface de sol d'une manière régulière, l'efficacité du compactage se mesure par l'essai de Proctor.

NB: A défaut de ne pas avoir eu le rapport géotechnique nous n'avons pas traité la partie géotechnique à l'application de notre projet, et ceci parce qu'il n'a pas encore été réalisé.

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

IX.1. INTRODUCTION :

On entend par dimensionnement des chaussées l'épaisseur à donner à un corps chaussée, Elle doit être suffisante pour qu'elle ait une durée convenable, et non Surabondante pour éviter les dépenses superflues.

Pour cela la qualité de la construction des chaussées, passe d'abord par une Bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, lui permettant de résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges D'exploitation.

La chaussée doit permettre la circulation des véhicules dans les conditions de confort et de sécurité voulue. Si le corps de chaussée se repose sur un sous-sol présentant une portance insuffisante. On est donc amène à apporter sur le sol naturel une épaisseur quelque fois importante de matériaux choisis dont la qualité va croître au fur et à mesure qu'on se rapproche de la surface de la chaussée car les matériaux seront soumis à pression fort au fur et à mesure qu'il se rapproche de la surface de roulement.

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

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

IX.2. PRINCIPE DE LA COSTITUTION DES CHAUSSEES :

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

- ✚ De la charge des véhicules.
- ✚ Des chocs.
- ✚ Des intempéries.
- ✚ Des efforts cisaillements.

IX.3. LES DIFFERENTS TYPES DES CHAUSSEES :

Il existe trois types de chaussée:

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

+ les chaussées souples :

Dans une chaussée souple, on distingue, en partant du haut vers le bas, les couches suivantes :

- La couche de surface ou couche de roulement ;
- La couche de base ;
- La couche de fondation ;
- La couche de forme.

Couche de surface :

La couche de surface est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillements provoqués par la circulation. Elle est en générale composée d'une couche de roulement qui a pour rôle :

- ❖ D'imperméabiliser la surface de chaussée.
- ❖ D'assurer la sécurité (par l'adhérence) et le confort des usages (diminution de bruit, bon uni).

La couche de liaison a, pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.

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

Couche de base:

La couche de base est formée en générale de grave concassée ou de grave bitume, tuf, sable gypseux,...

Elle a pour rôle essentiel de prendre les efforts verticaux et de répartir les contraintes normales qui en résultent sur la couche de fondation sans se déformer ni se dégrader.

La couche de base est constituée avec beaucoup de soin elle doit porter de meilleurs matériaux car les contraintes sont plus élevées vers la surface qu'au fond. L'épaisseur de la couche de base varie entre **10** et **25** cm.

Couche de fondation:

La couche de fondation constitue avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base, mais elle constituée d'un matériau non traité de moindre qualité et coût.

Couche de forme:

La couche de forme est constituée généralement des matériaux disponibles sur le chantier ou localement, elle sera constituée généralement des matériaux sableux ou graveleux Propres. Elle a pour rôle d'améliorer et d'uniformiser certains sols fins non traitée possédant des caractéristiques géotechniques médiocres Actuellement, on tient compte d'améliorer la portance du sol support à long terme, par la couche de forme. L'épaisseur de la couche de forme est en générale entre 40 et 70 cm.

+ **les chaussées semi-rigides ;**

+ **les chaussées rigides.**

IX.4. METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

Toutes les méthodes existantes de dimensionnement du corps de chaussée s'appuient sur la force portante du sol, le trafic et les caractéristiques mécaniques des matériaux constituant les différentes couches. Notre corps de chaussée sera dimensionné avec les deux méthodes suivantes :

- Méthode CBR.
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTT.

Trafic :

Un comptage est effectué en **2011** par le service concerné de la CTTT, pour estimer le trafic à l'horizon, on fait une projection jusqu'à l'an **2033**, tout en sachant que la durée de vie de notre projet estimer à **20 ans**, et sa mise en service est prévue pour l'année **2013**.

La valeur du trafic est donnée dans le tableau suivant:

TJMA (v/j)	% PL
8 000	25

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

C'est une méthode (Semi-Empirique) qui est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90-100) % de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau de moins de 15 (cm). Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

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

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

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

- I_{CBR} : indice CBR.

En tenant compte de l'influence du trafic, la formule suivant :

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

- N : désigne le nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide.
- P : charge par roue $P = 6.5$ t (essieu 13 t).
- Log : logarithme décimal.
- e : épaisseur équivalent.

Notion de l'épaisseur équivalente:

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

$$E_{\text{eq}} = \sum e_i (\text{réel}) \times a_i$$

e_1 : épaisseur réelle de la couche de roulement.

e_2 : épaisseur réelle de la couche de base.

e_3 : épaisseur réelle de la couche de fondation.

a_1, a_2, a_3 : sont Les coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches e_1, e_2, e_3 .

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

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence 'a'
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier	1.00
Tuf	0.7 à 0.8
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.60 à 1.70

Tableau-01-Les coefficients d'équivalence.

Remarque :

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe e_1 et e_2 et on calcul e_3 , généralement les épaisseurs adoptées sont :

BB : 5-8cm**GB : 10-20cm****GC : 15-30cm****TVO: 30cm et plus****IX.4.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves****(CTTP) :**

Afin de faciliter la tâche à l'ingénieur routier Un manuel pratique de dimensionnement d'une utilisation facile a été conçu ; caractérisé par des hypothèses de base sur les paramètres caractéristiques (la stratégie de dimensionnement, niveau de service, trafic, caractéristiques du sol, climat, matériaux).

- ✚ **Matériaux** : traités au bitume (GB, BB), non traités.
- ✚ **Trafic** : classé selon le nombre de (PI /j/sens) à l'année de la mise en service.
- ✚ **Portance du sol support (Si)** : selon l'indice CBR (voir le tableau).
- ✚ **Climat** : l'Algérie est divisée en trois zones (humide, semi-aride, aride).

IX.4.3. Méthode du catalogue des structures des chaussées neuves (B60-B61):

Le catalogue des structures type neuf est établi par « SETRA » .Il distingue les structures de chaussée suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB).Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 (véh/j).

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation. Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

- Trafic cumulé de poids lourds à la 20^{ème} année T_i .
- Les caractéristiques du sol (Si).

Détermination de la classe du trafic :

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

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumule sur 20 ans
T1	$T < 7.3 \times 10^5$
T2	$3.7 \times 10^5 < T < 2 \times 10^6$
T3	$2 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
T4	$7.3 \times 10^6 < T < 4 \times 10^7$
T5	$T > 4 \times 10^7$

Tableau-02-Classement du trafic suivant le catalogue.

On commence par la détermination du trafic poids lourds cumulé sur 20 ans et définir à partir du tableau ci-dessus la classe de trafic correspondant. Le trafic cumulé est donné par la formule ci-après :

$$T_C = T_{PL} \left[1 + \frac{(1+\tau)^{n+1} - (1+\tau)}{(1+\tau) - 1} \right] \times 365$$

TPL : trafic poids lourds à l'année de mise en service.

n : durée de vie (n = 20 ans).

T : taux de croissance du trafic.

Détermination de la classe du sol :

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

Classe du sol	Indice C.B.R
S1	25 à 40
S2	10 à 25
S3	5 à 10
S4	< 5

Tableau-03-Classe de sols.

IX.5. APPLICATION AU PROJET :

IX.5.1. Méthode C.B.R :

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

- **P** : Charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 (t)).
- **Log** : Logarithme décimal.
- **e** : Epaisseur equivalent.

On a :

$$Z = \% PL = 25\% ; \quad I_{CBR} = 10 ; \quad P = 6.5 (t).$$

$$TJMA_{2013} = 8\ 653 (v / j) \quad \Rightarrow \quad TJMA_{2013/sens} = (8\ 653 / 2) = 4\ 327 (v / j/sens).$$

$$N_{pl\ 2013} = \% PL \times 0,9 \times TJMA_{2013} \quad \Rightarrow \quad N = 0.25 \times 5\ 408 \times 0,9 \quad \Rightarrow \quad N_{pl\ 2013} = 974 (pl/j).$$

Poids lourd à l'année (2033) pour une durée de vie de 20 ans.

$$N_{pl\ 2033} = 974. (1 + 0,04)^{20} = 2\ 135 (v / j/sens).$$

Donc :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) \times [75 + 50. \log(\frac{2135}{10})]}{(10 + 5)} = 39,82 (cm) \quad \Rightarrow \quad e = 40 (cm).$$

Avec : $E_{eq} = a_1 \cdot e_1 + a_2 \cdot e_2 + a_3 \cdot e_3$

- e_1 : épaisseur réelle de la couche de roulement.
- e_2 : épaisseur réelle de la couche de base.
- e_3 : épaisseur réelle de la couche de fondation.

Calcule l'épaisseur e_3 :

$e_1 = 6 \text{ cm}$ en béton bitumineux (BB) $\Rightarrow a_1 = 2.0$.

$e_2 = 10 \text{ cm}$ en grave bitume (GB) $\Rightarrow a_2 = 1,5$.

$e_3 =$ épaisseur en grave non traité (GNT) $\Rightarrow a_3 = 1,0$.

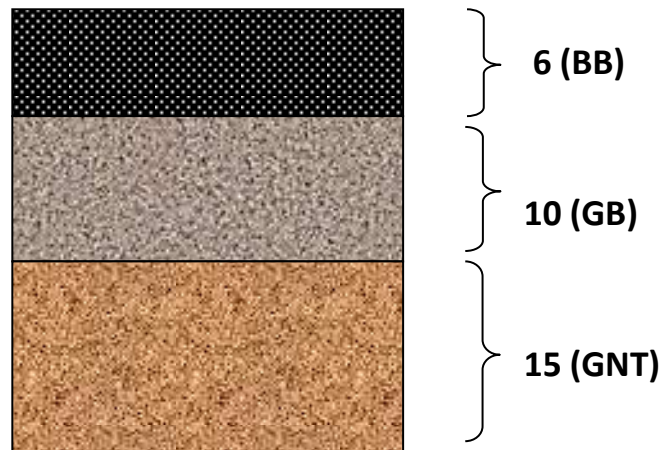
$E_{eq} = 6 \times 2 + 10 \times 1,5 + 1,0 \times e_3 = 40 \text{ (cm)}$.

Donc : $e_3 = 15 \text{ (cm)}$.

Donc la structure proposée :

6 (BB) + 10 (GB) + 15 (GNT) = 31 cm

Comme indique la figure suivante :



Corps de chaussée méthode CBR.

IX.5.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

✚ Détermination du type de réseau:

On a: $TJMA=8\ 000 > 1500 \text{ v/j} \Rightarrow$ Donc le réseau principal est de niveau 1 (RP1).

✚ Choix des structures types par niveau de réseau principal: (RP1)

D'après le catalogue de dimensionnement notre choix se fixe sur une structure de type : **GB/GNT**.

✚ Détermination de la classe de trafic TPL_i pour RP1:

- Le projet à TIZI alors la Zone climatique : **Zone II**
- Durée de vie : 20 ans.
- Taux de d'accroissement: 4 (%).
- $TJMA_{2013} = 8\ 653 \text{ (véh/j)}$.

$$TPL = \left[\frac{TJMA_{2013} \times Z}{2} \right] \times 0.9$$

$$TPL = \left[\frac{8\,653 \times 0.25}{2} \right] \times 0.9 \Rightarrow TPL = 974 (PI / j / sens).$$

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

	TPL0	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/J/sens Pour (RP1)	-	-	-	150 a 300	300 a 600	600 a 1500	1500 a 3000	3000 a 6000

Tableau-04-Classe de trafic.

▪ **Détermination de la portance de sol support de chaussée:**

Le sol doit être classé selon la valeur de CBR de densité Proctor modifier maximal les différentes catégories sont données par le tableau indique les classes de sols: CBR = 10 .D'après le catalogue, l'ordre de portance de sol est de: **S2**.

Classe de sol	indices
S1	25-40
S2	10-25
S3	5-10
S4	<5

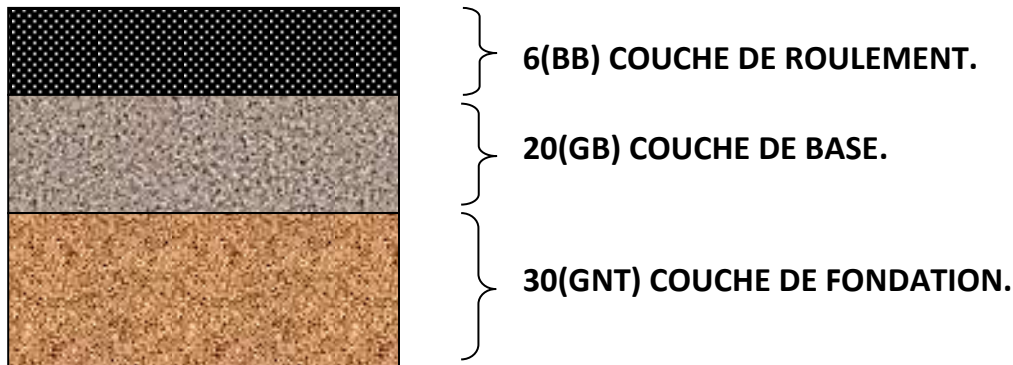
Tableau-05-Classe du sol.

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

Fiche 2 : (GB/GNT) donc on a sol S2 et T5.

- 6cm : couche de roulement en (B.B) : béton bitumineux.
- 20 cm : couche de base en (G.B) : grave bitume.
- 30 cm : couche de fondation en (GNT) : grave non traité.

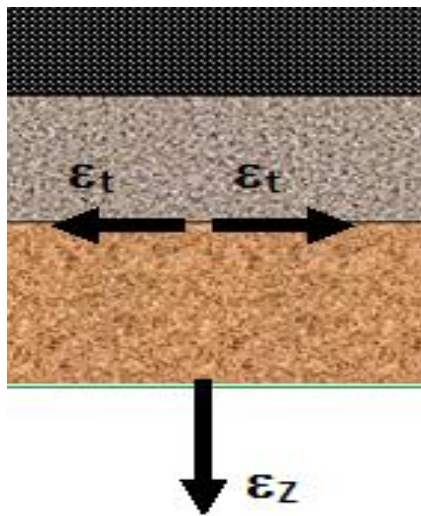
Structure proposée : **6 BB + 20 GB + 30 GNT=56 (cm).**



Corps de chaussée méthode catalogue.

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

Il faudra vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide d'alizé III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculée c'est-à-dire respectivement a $\epsilon_{t, adm}$ et $\epsilon_{z, adm}$.



$\epsilon_z < \epsilon_{z.adm}$ et $\epsilon_t < \epsilon_{t.adm}$

Calcul de trafic cumule des poids lourds (TCi) :

$TCi = TPLi \times 365 \times ((1 + \tau)^n - 1) / \tau.$

$TC_{2033} = 974 \times 365 \times ((1+0,04)^{20}-1) / (0,04) = 10,58 \times 10^6 (pl/j/sens).$

Niveau de réseau principal (RP _i)	Type de matériaux et structures	Valeurs de A
RP ₁	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GC, GB/TUF, GB/GC	0.6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GB/GC, GB/TUF, GB/GC	1

Tableau-06-Valeurs du coefficient d'agressivité A.

Calcul de trafic cumule équivalent :

$TCEi = TCi \times A$

$TCE_{2033} = 10,58 \times 10^6 \times 0,6 = 6,34 \times 10^6 (pl/j/sens).$

Calcul de sollicitations admissibles :

$$\epsilon_{t.adm} = \epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times (\text{TCE}_i / 10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times K_c.$$

$$\epsilon_{z.adm} = 22 \times 10^{-3} \times (\text{TCE}_i)^{-0.235}$$

	Zone climatique		
Température équivalentes	I et II	III	IV
	20	25	30

Choix des températures équivalentes.

Matériaux	E (30°C, 10Hz)	E (25°C, 10Hz)	E (20°C, 10Hz)	E (10°C, 10Hz)	$\epsilon_6(10^\circ\text{C}, 10\text{Hz})$	$\frac{-1}{b}$	S_N	S_h	ν	K_c
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3

Performances mécaniques des matériaux bitumineux.

Alors d'après catalogue de dimensionnement des chaussées neuves et les tableaux ci-dessus on résume les paramètres suivants :

- θ_{eq} : températures équivalentes ($\theta_{eq} = 20^\circ\text{C}$) $\Rightarrow E(20^\circ, 10\text{Hz}) = 7000\text{Mpa}$.
- Classe de trafic (TPL5).
- Risque adoptés pour réseau RP1 ($R\% = 10$).
- C : coefficient égal à 0.02.
- t : fractile de loi normal, en fonction de risques adoptés ($t = -1.282$).

$$\delta = \sqrt{\left[S_N^2 + \left(\frac{C}{b} \times S_h \right)^2 \right]}$$

$$\delta = \sqrt{\left[0.45^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3 \right)^2 \right]} \Rightarrow \delta = 0.609$$

Application:**Déformations admissibles verticales :**

$$\epsilon_{z.adm} = 22 \times 10^{-3} \times (6.34 \times 10^6)^{-0.235} \Rightarrow \epsilon_{z.adm} = 5,54 \times 10^{-4}$$

Déformations admissibles de traction :

$$\epsilon_{t.adm} = 10^{-4} \times \left(\frac{6,34 \times 10^6}{10^6} \right)^{-0.146} \times \sqrt{\frac{12500}{7000}} \times 10^{-(-1.282 \times 0,609 \times -0,146)} \times 1.3$$

$$\Rightarrow \epsilon_{t.adm} = 1,03 \times 10^{-4}$$

▪ **Vérifications avec ALIZE III :**

	Epaisseurs(cm)	Modules (mpa)	Coeff de poisson
Couche de roulement	6 BB	4000	0.35
Couche de base	20 GB	7000	0.35
Couche de fondation	30 GNT	125	0.25
Sol support	sol	50	0.35

Caractéristiques des couches.

```

evitement de la ville de TIZI
POSITION DE LA VALEUR MAXIMALE POUR UN JUMELAGE
A SOUS UNE ROUE SIMPLE
B SOUS UNE DES ROUES DU JUMELAGE
C AU CENTRE DU JUMELAGE
A= 12.500 D= 37.500 Q= 6.620
NOMBRE DE COUCHES 4
*****
* * * * *
* Z * * * * * EPSILON * SIGMA * EPSILONZ * SIGMAZ *
* * * * *
* .00 * * .112E-03C * .984E+01B * -.926E-04C * .662E+01A *
* * * * *
* * E= 40000. * * * * *
* * NU= .35 * * * * *
* * H1= 6.00 * * * * *
* 6.00 * * .512E-04C * .572E+01B * -.560E-04C * .601E+01B *
* * * * *
* --- COLLE --- * * * * *
* 6.00 * * .512E-04C * .759E+01B * -.588E-04C * .601E+01B *
* * * * *
* * E= 70000. * * * * *
* * NU= .35 * * * * *
* * H2= 20.00 * * * * *
* 26.00 * * -.102E-03C * -.972E+01C * .943E-04B * .320E+00B *
* * * * *
* --- COLLE --- * * * * *
* 26.00 * * -.102E-03C * -.506E-01C * .270E-03B * .320E+00B *
* * * * *
* * E= 1250. * * * * *
* * NU= .25 * * * * *
* * H3= 30.00 * * * * *
* 56.00 * * -.115E-03C * -.133E+00C * .180E-03C * .161E+00C *
* * * * *
* --- COLLE --- * * * * *
* 56.00 * * -.115E-03C * .133E-02B * .318E-03C * .161E+00C *
* * * * *
* * E= 500. * * * * *
* * NU= .35 * * * * *
* * H4=INFINI * * * * *
* * * * *
*****
* D * 53.07MM/100 * * R*D *
* R * 778.64M * * 41321.16M*MM/100 *
*****
MODULES ET CONTRAINTES EN BARS
    
```

Résultats de calcul par ALIZE III

Résultats de la simulation :

	Déformations calculées	Déformations admissibles
ε_z sol support	318×10^{-6}	554×10^{-6}
ε_t à la base de GB	102×10^{-6}	103×10^{-6}

La structure **6 BB + 20 GB + 30 GNT** est donc vérifiée, car :

$$\varepsilon_t = 102 \times 10^{-6} < \varepsilon_{t.adm} \quad \text{et} \quad \varepsilon_z = 318 \times 10^{-6} < \varepsilon_{z.adm}$$

Résumé :

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

Indice CBR	méthode	
	CBR	C.T.T.P
10	6 (BB) + 10 (GB) +15(GNT)	6 (BB) + 20 (GB) +30 (GNT)

Récapitulatifs des résultats.**IX.6. CONCLUSION :**

D'après le calcul, on remarque bien que la méthode CBR nous donne le corps de chaussée le plus économique et tout en sachant que cette méthode est la plus utilisée en Algérie, donc on choisit les résultats de la méthode CBR pour la construction du corps de la chaussée.

ASSAINISSEMENT

X.1. INTRODUCTION :

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire :

- + l'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, curettes, rigoles, gondoles, etc....
- + les drainages : Ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes).
- + les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...).

X.2. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

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

X.2.1. Drainage des eaux souterraines :

a)- Nécessité du drainage des eaux souterraines :

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempe la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol. Il faut donc veiller à éviter :

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

b)- Protection contre la nappe phréatique :

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation. Si la portance du sol est faible, on pourra :

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

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

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

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

X.3. DEFINITIONS DES TERMES HYDRAULIQUE :

- **Bassin versant :**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, ou la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

- **Collecteur principal (canalisation) :**

Conduite principale récoltant les eaux d'autres conduites, dites collecteurs secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

- **Chambre de visite (cheminée) :**

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

- **Sacs :**

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

- **Fossés de crêtes :**

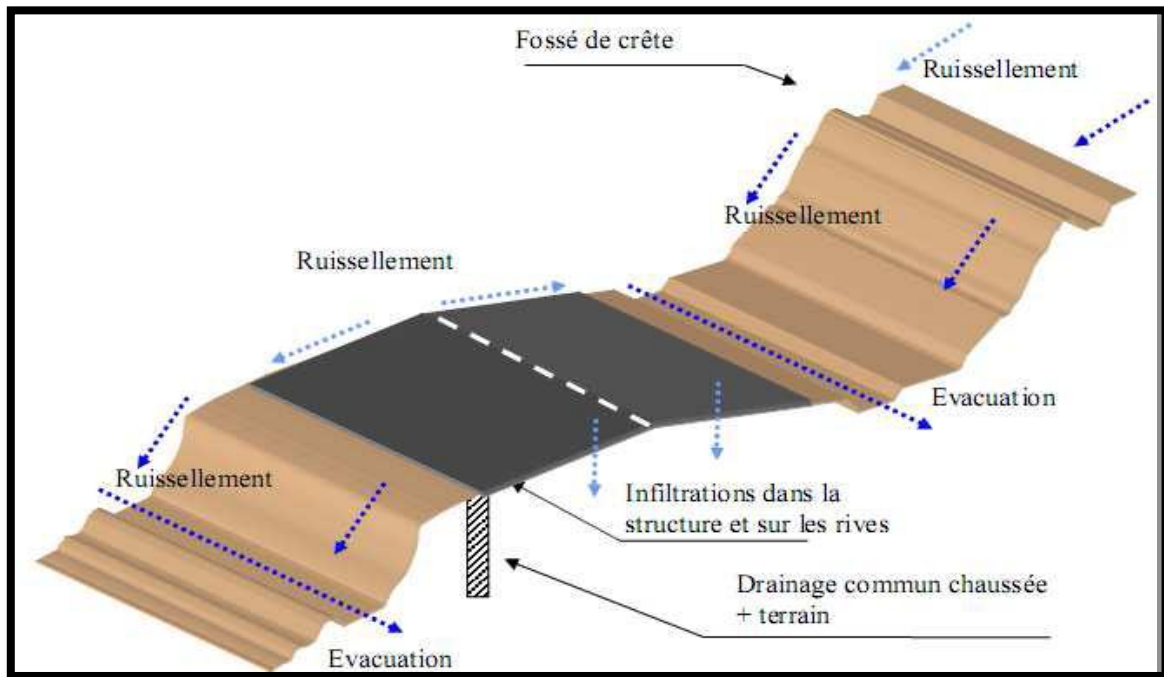
C'est un outil construit à fin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

- **Décente d'eau :**

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

- **Les regards :**

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



Distinction entre les fonctions de drainage et l'assainissement routier.

X. 4. DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'ASSAINISSEMENT A PROJETER :

X.4.1. DONNEES HYDRAULIQUES :

Les données hydrauliques sont tirées de l'étude effectuée par l'A.N.R.H dans la région de mascara (TIZI).

Les données nécessaires aux calculs concernent :

- Les précipitations moyennes de 24h : $P_{24} = P_j = 60,35$
- Le coefficient de variation de la région considérée $C_v = 0,42$.
- L'exposant climatique de la région $b = 0,21$
- Les précipitations maximales journalières de fréquence donnée P (%)

Le calcul de la précipitation P_j (%) est obtenu par la formule suivante :

$$P_j (\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

La pluie de référence pour le calcul de dimensionnement des ouvrages correspond à une durée de pluie t minute et une période de retour de 10 ans, 50 ans, 100 ans. Soit le tableau suivant qui donne les valeurs de variable du gaussien en fonction de la fréquence

Fréquence	Période de retour (ans)	Variable de gaussien
50	02	0.00
20	05	0.84
10	10	1.28
02	50	2.05
01	100	2.327

Remarque :

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

a)-Calcul de précipitation :

$$P_j(\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

- Pendant 10 ans

$$u = 1.28 \quad C_v = 0.42 \quad P_j = 60.35$$

$$P_j(10\%) = 93.21 \text{ mm .}$$

- Pendant 50 ans

$$u = 2.05 \quad C_v = 0.42 \quad P_j = 60.35$$

$$P_j(02\%) = 127.13 \text{ mm}$$

- Pendant 100 ans

$$u = 2.327 \quad C_v = 0.42 \quad P_j = 60.35$$

$$P_j(01\%) = 142.14$$

b) -Calcul de l'intensité de l'averse :

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

$$I_t = I. \left(\frac{t_c}{24} \right)$$

Avec :

- **Exposant climatique b** : $b = B + 1$
- **Temps de concentration tc** :

$$1/ \text{ lorsque } A < 5 \text{ km}^2: \quad t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}}$$

$$2/ \text{ lorsque } 5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2 : \quad t_c = 0,108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

$$3/ \text{ lorsque } 25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2: \quad t_c = \frac{4\sqrt{A}}{0,8} + \frac{1,5L}{\sqrt{H}}$$

Où : T_c : Temps de concentration (heure).

A : Superficie du bassin versant (km^2).

L : Longueur de bassin versant (km).

P : Pente moyenne du bassin versant

H : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

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

$$I = \frac{P_j}{24}$$

Pour $P_j(10\%) = 93.21 \text{ mm}$

$$I = \frac{93.21}{24} = 3.883 \text{ mm/h}$$

Pour $P_j(02\%) = 127.13 \text{ mm}$

$$I = \frac{127.13}{24} = 5.297 \text{ mm/h}$$

Pour $P_j(01\%) = 142.14 \text{ mm}$

$$I = \frac{142.14}{24} = 5.922 \text{ mm/h}$$

X.4.2. SURFACE DES BASSINS VERSANTS (A) :

Les bassins des différents écoulements présentent des surfaces peu importantes

Les principales caractéristiques des bassins peuvent être déterminées :

- Les surfaces A sont mesurées au planimètre en Km^2 .
- Les longueurs de talweg principal L sont mesurées au curvimètre en Km
- La pente P est calculée en faisant le rapport de la dénivelée du talweg par longueur L en (m/m).

a)- Coefficient de ruissellement (C) :

Le coefficient de ruissellement a été estimé à partir :

- De la pente du bassin versant.
- De l'intensité de pluie.
- De la couverture du bassin versant.
- De la perméabilité du terrain.

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtement en enrobés	0.80 à 0.95	0.95
Accotement : sol légèrement perméable	0.15 à 0.40	0.35
Talus	0.10 à 0.30	0.25
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

b)-Calculs des débits :

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

$$Q_a = K.C.I_t.A \quad \text{Avec :}$$

- K : coefficient de concentration $K = 0.278$.
- C : coefficient de ruissellement.
- I_t : l'intensité de l'averse exprimée mm /h
- A : superficie du bassin versant.

Le débit de saturation de l'ouvrage d'assainissement est calculé par la formule de MANNING STICKLER.

$$Q_s = k_{st}. S. R_h^{2/3} . i^{1/2}$$

Avec

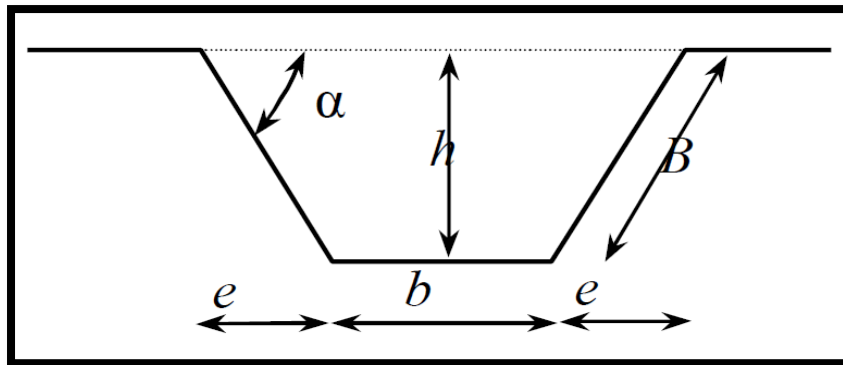
- R_h : rayon hydraulique.
 - i : pente de l'ouvrage d'évacuation.
 - K_{st} : coefficient de rugosité $k_{sr}=60$ (fossé en béton).
- $R_h = \text{section du profil mouille} / \text{périmètre du profil mouille}$

X.4.3.DIMENSIONNEMENT DES FOSSES :

Le profil en travers hypothétique de fosse est donné dans la figure ci-dessous avec :

- S_m : surface mouillée.
- U : périmètre mouillé.

- R: rayon hydraulique $R = S/U$.
- P : pente du talus $P = 1/n$.



On fixe la base de la fosse à ($b = 50$ cm) et la pente du talus à ($1/n = 1/1$) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h

Calcul de la surface mouillée :

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

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

$$S_m = bh + n.h^2 = h. (b + n.h)$$

$$S_m = h. (b + n. h)$$

▪ Calcul du périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2B$$

$$\text{avec } B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2.h^2} = h. \sqrt{1+n^2}$$

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

Les dimensions du fossé obtenues, en écrivant l'égalité, débit apport Q et dédit de saturation Q .

Calcul le rayon hydraulique :

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

Calcul des dimensions des fosses :

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation.

$$Q_a = Q_s = K \cdot I_t \cdot C \cdot A = K_{st} \cdot i^{1/2} S_m \cdot R_h^{2/3}$$

D'où $Q = F(h)$.

La hauteur (h) d'eau dans le fossé correspond au débit d'écoulement au point de saturation. Cette hauteur sera obtenue, en égalisant le débit d'apport au débit de saturation.

$Q_a = Q_s = F(h)$ et calcul se fera par itération.

$$Q_a = Q_s = (K_{st} \cdot i^{1/2}) \cdot S_m \cdot R^{2/3} \quad Q_a = Q_s = (K_{st} \cdot i^{1/2}) \cdot h \cdot (b + n \cdot h) \cdot \left[\frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2h\sqrt{1+n^2}} \right]^{2/3}$$

X.5.APPLICATION AU PROJET :

Le débit rapporté par la chaussée, de l'accotement et du talus est pris pour un cas défavorable

L'intensité de l'averse I_t :

Pour une durée de 24 heures : $I_t = I \cdot (t/24)^\beta$ Avec :

- $\beta = b-1 = 21-1 = -0.79$
- $t = 0.25$.

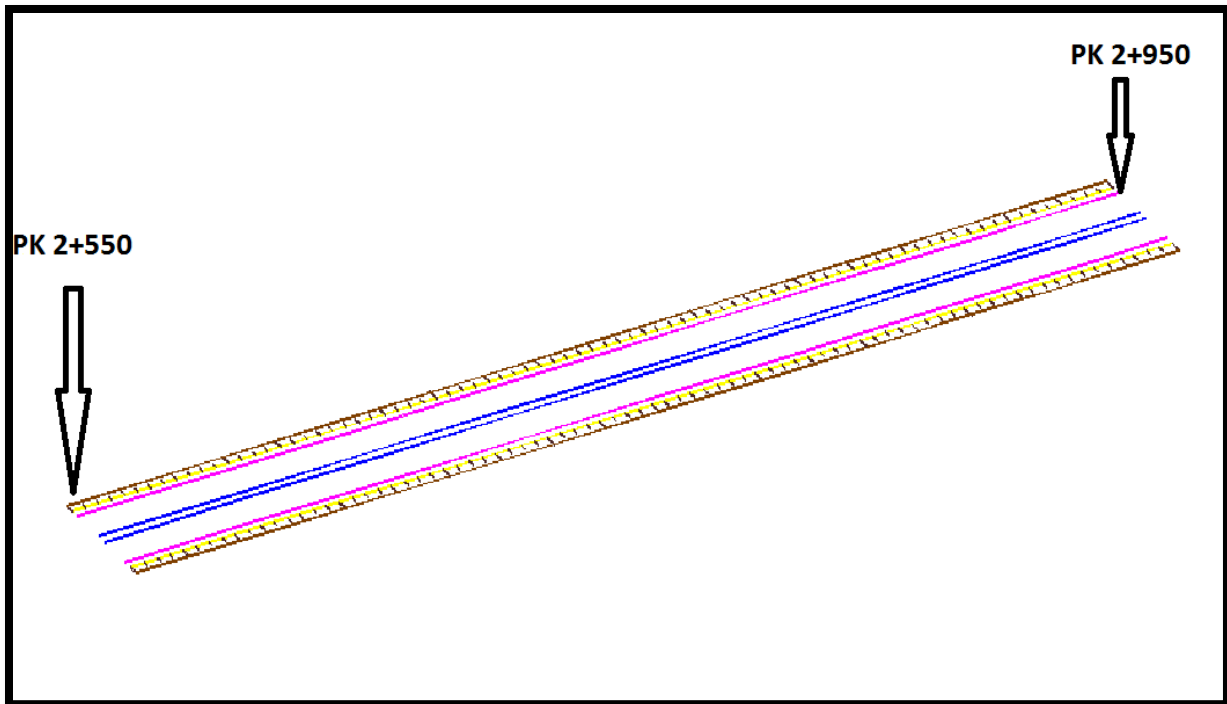
$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 3,883 \times \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,21-1} \Rightarrow I_t = 142,942 \text{ mm/h}$$

Assainissement des chaussées déversées :

En section déversée « PK 2+900 » nous avons un rayon de 600 m qui a un dévers unique vers le TPC, donc il sera prévu des collecteurs à fente sur la BDG de la chaussée extérieure pour recueillir les eaux et les évacuer hors plate-forme par des regards et des buses de traversée.

Dimensionnement des fossés :

La surface de bassin versant : on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 400m entre pk 2+550 et pk 2+950 en calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total. Une largeur de talus calculé égale (6m).



Donc :

$$Q_a = Q_c + Q_A + Q_t$$

$$Q_c = K \cdot I_t \cdot C_c \cdot A_c$$

$$Q_A = K \cdot I_t \cdot C_A \cdot A_A$$

$$Q_t = K \cdot I_t \cdot C_t \cdot A_t$$

Avec :

- Q_c : débit rapporté par la chaussée.
- Q_A : débit rapporté par l'accotement.
- Q_t : débit rapporté par le talus.
- C_c : coefficient de ruissellement de la chaussée.
- C_A : coefficient de ruissellement de l'accotement.
- C_t : coefficient de ruissellement du talus.
- A_c : surface de la chaussée.
- A_A : surface de l'accotement.
- A_t : surface du talus.

✚ Calcul de la surface du bassin versant :

Surface de la chaussée : $A_c = 7 \times 400 = 0.28$ ha.

Surface de l'accotement : $A_a = (1.8 + 0.8) \times 200 = 0.104$ ha.

Surface du talus : $A_t = 6 \times 400 = 0.24$ ha.

✚ Calcul du débit d'apport (Qa):

$$-(Q_a)_{chaussée} = 2,778 \times 0,95 \times 142,942 \times 0,28$$

$$(Q_a)_{chaussée} = 105,62 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$-(Q_a)_{accotement} = 2,778 \times 0,35 \times 142,942 \times 0,104$$

$$(Q_a)_{accotement} = 14,46 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$-(Q_a)_{talus} = 2,778 \times 0,25 \times 142,942 \times 0,24$$

$$(Q_a)_{talus} = 23,82 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_a = (Q_a)_{chaussée} + (Q_a)_{accotement} + (Q_a)_{talus} = 144,08 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{On a } Q_a = Q_s = (K_{st} \cdot i^{1/2}) \cdot h \cdot (b + n \cdot h) \cdot \left[\frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2h\sqrt{1+n^2}} \right]^{2/3}$$

$$\text{Pour } n=1 \Rightarrow h_i = \left(\frac{Q_a}{K_{st} \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{5}} \frac{(b+2\sqrt{2}h)^{\frac{2}{5}}}{(b+h)}$$

N ⁰ itération	h	H(m)
1	0.4	0.31
2	0.31	0.32
3	0.32	0.32

Après le calcul itératif on prend $h = 0.5 \text{ m}$

✚ -.DIMENSIONNEMENT DES BUSES :

Pour dimensionner les buses on prend $Q_a = Q_s$

$$Q_s = K_{st} \cdot i^{1/2} \cdot S_m \cdot R_h^{2/3}$$

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

Nous avons :

$$\left\{ \begin{array}{l} A = 12,7 \text{ ha} \\ P = 3 \% \\ I (10\%) = 3,883 \text{ mm/h} \end{array} \right.$$

$$B = (b-1) = -0,79$$

A.N

$$I_t = I. \left(\frac{t_c}{24} \right)^{b-1}$$

$$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} \quad (\text{Le temps de concentration pour les bassins versant inférieur à } 5\text{Km}^2)$$

$$\left. \begin{array}{l} A = 0.127 \text{ Km}^2 \\ P = 3\% \end{array} \right\} \Rightarrow t_c = 0,26 \text{ h}$$

$$I_t = 138.035 \text{ mm/h}$$

$$Q_a = K.C.I.A$$

$$K = 0.2778 \text{ et } C = 0.2 \text{ et } A = 12.7 \text{ ha}$$

$$\Rightarrow Q_a = 0.973 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = K_{st}.i^{1/2}.S_m.R_h^{2/3}$$

$$S_m: \text{ surface mouillée} = \frac{1}{2} \times \pi \times R^2 \quad (\text{pour une hauteur de remplissage égale à } 0.5\Phi)$$

$$R_h: \text{ rayon hydraulique} = R/2 \quad R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{\pi R^2 / 2}{2\pi(R/2)} = R/2$$

$$K_{st} = 80 \text{ (pour les buses)}$$

I : la pente de pose qui vérifié la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à 4m/s. pour notre cas ; On a I= 3 %

A.N

$$Q_s = 80.(R/2)^{2/3} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot R^2 \cdot (0.03)^{1/2} = 0.973 \text{ m}^3 \Rightarrow R = 0.393 \text{ m}$$

$$Q_s = Q_a \Rightarrow R = 400 \text{ mm} \quad \text{Le débit est assuré pour un diamètre } \phi = 2R = 800 \text{ mm.}$$

$$\Rightarrow \Phi = 800 \text{ mm}$$

PK	DISIGNATION	DIMENSIONS
2+025.4	Buse	Ø=800mm
2+125	Buse	Ø=800 mm
2+300	Buse	Ø=800 mm
2+400	Buse	Ø=800mm

Tableau récapitulatif.

ETUDE DE CARREFOUR

XI.1.GENERALITES :

L'existence des carrefours ou d'embranchement routiers à pour conséquence qu'une aire de chaussée peut être utilisée par des courants de circulation dont les directions sont différentes, l'aménagement des carrefours tend à permettre que ces courants puissent se succéder :

- sans risque de collision en réduisant au maximum le gêne (freinage, accélération, perte de temps, etc....) causée aux véhicules fréquentent le carrefour.
- en laissant subsister des possibilités de débit suffisant dans les diverses directions.

XI.2. TYPES DE CARREFOUR:

XI.2.1.CARREFOUR A 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.

XI.2.2.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°)

XI.2.3.CARREFOUR A QUATRES BRANCHES (en croix) :

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

XI.2.4.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.

XI.3.PRINCIPES GENERAUX DE L'AMENAGEMENTDES CARRFOURS :

Un carrefour est une zone de communication entre deux ou plusieurs routes permettant aux véhicules le passage de l'une à l'autre, deux ou plusieurs courants de circulation se rencontre à niveau, l'aménagement d'un carrefour a pour objet d'accroître la sécurité, la commodité ou le débit de la circulation par des disposition convenable de la chaussée et des ces abords, l'aménagement des carrefours doit s'inspirer aux principes suivants :

- ✚ limitation de la vitesse sur les différents vois
- ✚ l'évitement de la possibilité qu'un véhicule puisse entrer en conflit
- ✚ cisaillements sous un angle voisin de 90°
- ✚ création de zone d'abris ou de stockage.
- ✚ Le dessin correct des couloirs et des îlots.
- ✚ prévision des voies d'accélération et de décélération.

XI.3.1.La Visibilité :

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possibles, à cet effet on se rapproche aux vitesses d'approche à vide.

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

- Une signalisation appropriée dont le but est soit d'imposer une réduction de vitesse soit de changer les régimes de priorité.
- Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlot séparateur ou débouché des voies non prioritaires.

XI.3.2.Triangle De Visibilité :

Un triangle de visibilité peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommets :

- Le point de conflit
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse

XI.3.3. Données De Base :

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.
- La vitesse d'approche à vide (V_0) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de base.
- Les conditions topographiques.

D'après le **B40** :

En catégorie **1** et environnement **1**, $V_0 = 80\text{km/h}$ et $V_B = 80\text{km/h}$. (4 voies).

$a = 2.5\text{m}$ (distance entre l'œil de conducteur du véhicule non prioritaire et la ligne d'arrêt)

$$(d'p \text{ (VP)} = 175\text{m. } d'p \text{ (PL)} = 220\text{m.} - d'p \text{ (t.à.g)} = 185\text{m.} - d'p \text{ (t.à.d)} = 165\text{m.})$$

XI.4. DIMENSIONNEMENT DE CARRFOUR DE NOTRE PROJET :**+ Caractéristiques Géométriques Des Carrefours Giratoires :****L'îlot central :**

Il est recommandé de donner à l'îlot central une forme circulaire (la sécurité étant meilleur sur les girations circulaires)

En milieu interurbain, une valeur de 15 à 30 m en général suffisante

Le tableau ci-dessous récapitule les différents paramètres de construction données aux paragraphes précédents, avec la valeur du rayon de giratoire (**RG**).

Rg	Rayon du giratoire	paramétrage
La	Largeur de l'anneau	$6\text{m} \leq La \leq 9\text{m}$
Ri	Rayon intérieur	$Rg - La$
Re	Rayon d'entrée	$10\text{m} \leq Re \leq 15\text{m}, \text{ et } \leq Rg$
Le	Largeur de la voie entrante	$Le = 4\text{m}$
Rs	Rayon de sortie	$15 \leq Rs \leq 30\text{m}, \text{ et } > Ri$
Ls	Largeur de la voie sortante	$4\text{m} \leq Ls \leq 8\text{m}$
Rr	Rayon de raccordement	$Rr = 4Rg$

Les ilots séparateurs :

L'îlot séparateur a généralement la forme d'un triangle (son dessin est réalisé à partir d'un triangle dit de «**construction**»). Les ilots séparateurs remplissent diverses fonctions principales comme :

- ✚ En situation d'approche, ils favorisent la perception du carrefour.
- ✚ Ils offrent une surface séparant les mouvements entrants et sortants, ils permettent d'éviter des collisions entre les deux sens de circulation.
- ✚ Ils permettent l'implantation de la signalisation de direction.
- ✚ Enfin, ils évitent les « prises à contre sens » de l'anneau...etc.

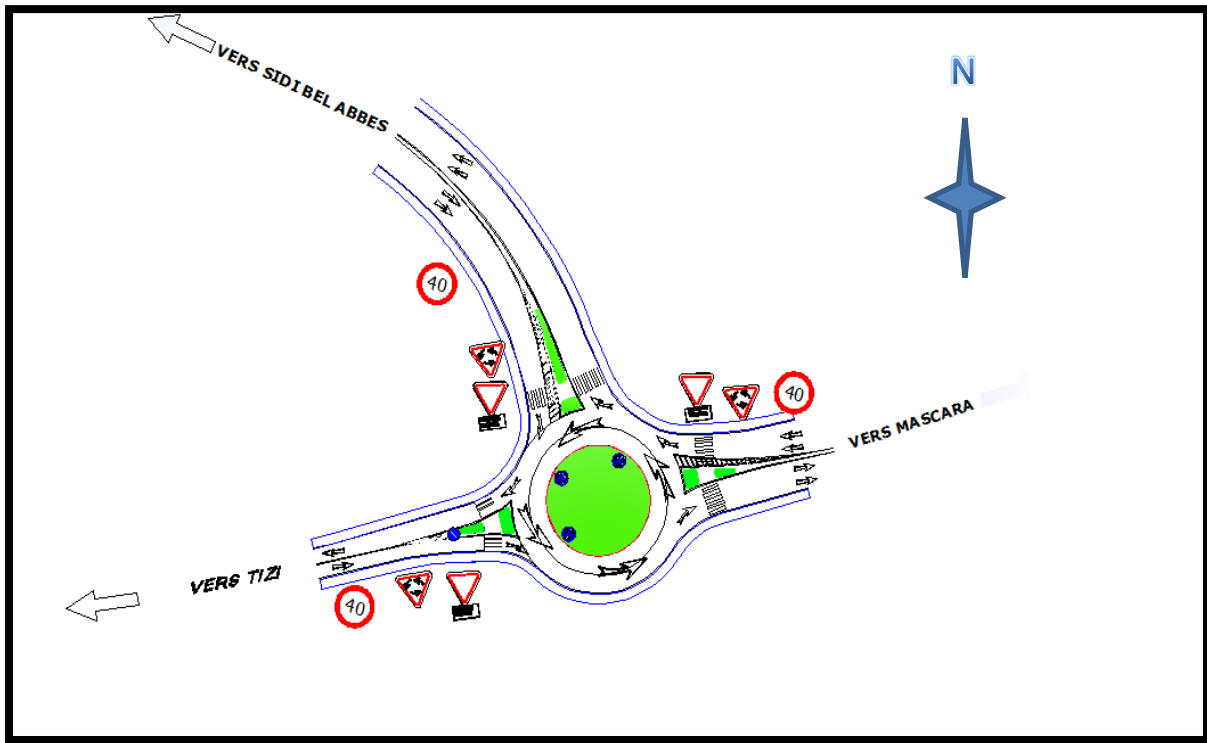
Le tableau ci-après récapitule les différents paramètres de construction des ilots séparateurs pour un rayon **Rg** :

Rg : rayon du giratoire	Paramétrage
L : Longueur du triangle de constriction	$L=Rg$
H : hauteur du triangle de construction	$H=Rg/4$
d : déport de l'îlot sur l'axe	$d=(0.5+Rg/50)/2$
r : rayon des raccordements de bordures	$r=Rg/50$

XI.5.CHOIX DE L'AMENAGEMENT DE CARRFOUR :**XI.5.1.Objectif :**

L'objectif principal de notre aménagement est d'augmenter la capacité en assurant une meilleure fluidité du trafic avec un gain maximum de sécurité pour la circulation automobiliste et les traversées piétonnes.

✚ **A1). giratoire au PK 0+732 l'accès a l'évitement :**



GIRATOIRE 01 au PK 0+732.

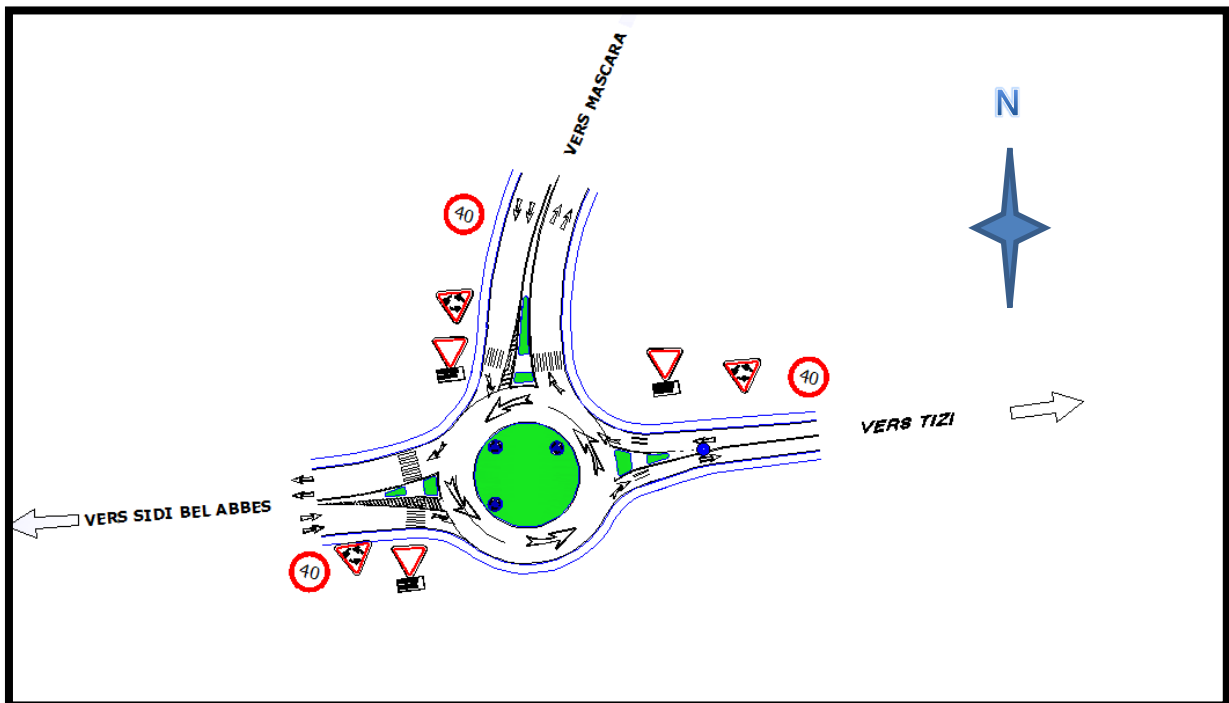
Géométrie de l'anneau		
Coordonnées du centre	X=	106325.484m
	Y=	198797.080m
Rayon extérieur		20.000 m
Rayon intérieur		12.000 m
Largeur d'anneau		8.000 m
Surlargeur franchissable		0.000 m
Distance marquage extérieur		0.250 m
Distance marquage intérieur		0.250 m

Géométrie de la branche 'Branche' (1)				
Point de référence	X=	106325.484m	Angle	87 gr
	Y=	198797.080m		
Triangle de construction			Ilot central	
Hauteur		20.000 m	Rayon de raccord	0.500 m
Base		6.000 m	Distance de l'anneau	1.000 m
Déport		0.500 m	Distance de marquage	0.250 m
Caractéristiques des voies			Entrée	Sortie
Rayon de raccord sur anneau			15.000 m	20.000 m
Largeur voie sur anneau			8.000 m	9.000 m
Largeur voie courante			7.000 m	7.000 m
Rayon de raccord sur voie courante			80.000 m	80.000 m
Terre-plein			0.5.000 m	0.5.000 m
Distance départ passage piéton			4.000 m	4.000 m
Largeur passage piéton			4.000 m	4.000 m

Géométrie de la branche 'Branche2'				
Point de référence	X=	106325.484m	Angle	287 gr
	Y=	198797.080m		
Triangle de construction			Ilot central	
Hauteur		20.000 m	Rayon de raccord	0.500 m
Base		8.570 m	Distance de l'anneau	1.000 m
Déport		0.500 m	Distance de marquage	0.250 m
Caractéristiques des voies			Entrée	Sortie
Rayon de raccord sur anneau			15.000 m	20.000 m
Largeur voie sur anneau			6.000 m	7.000 m
Largeur voie courante			3.500 m	3.500 m
Rayon de raccord sur voie courante			80.000 m	80.000 m
Terre-plein			0.500 m	0.500 m
Distance départ passage piéton			4.000 m	4.000 m
Largeur passage piéton			4.000 m	4.000 m

Géométrie de la branche 'Branche' (3)				
Point de référence	X=	106325.484m	Angle	382.667 gr
	Y=	198797.080m		
Triangle de construction			Ilot central	
Hauteur		20.000 m	Rayon de raccord	0.500 m
Base		5.950 m	Distance de l'anneau	1.000 m
Déport		0.500 m	Distance de marquage	0.250 m
Caractéristiques des voies			Entrée	Sortie
Rayon de raccord sur anneau			15.000 m	20.000 m
Largeur voie sur anneau			8.000 m	9.000 m
Largeur voie courante			7.000 m	7.000 m
Rayon de raccord sur voie courante			80.000 m	80.000 m
Terre-plein			0.500 m	0.500 m
Distance départ passage piéton			4.000 m	4.000 m
Largeur passage piéton			4.000 m	4.000 m

A2). giratoire au PK 4+275 sortie de l'évitement :



-GIRATOIRE 02 au PK 4+250

Géométrie de l'anneau		
Coordonnées du centre	X=	109057.895m
	Y=	198253.495m
Rayon extérieur		20.000 m
Rayon intérieur		12.000 m
Largeur d'anneau		8.000 m
Surlargeur franchissable		0.000 m
Distance marquage extérieur		0.250 m
Distance marquage intérieur		0.250 m

Géométrie de la branche 1				
Point de référence	X=	109057.895m	Angle	91.11 gr
	Y=	198253.495m		
Triangle de construction		Ilot central		
Hauteur	20.000 m	Rayon de raccord	0.500 m	
Base	6.875 m	Distance de l'anneau	1.000 m	
Déport	0.525 m	Distance de marquage	0.250 m	
Caractéristiques des voies		Entrée	Sortie	
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m	20.000 m	
Largeur voie sur anneau		5.000 m	6.000 m	
Largeur voie courante		3.500 m	3.500 m	
Rayon de raccord sur voie courante		80.000 m	80.000 m	
Terre-plein		0.000 m	0.000 m	
Distance départ passage piéton		4.000 m	4.000 m	
Largeur passage piéton		4.000 m	4.000 m	

Géométrie de la branche 'Branche' (2)				
Point de référence	X=	109057.895m	Angle	290 gr
	Y=	198253.495m		
Triangle de construction		Ilot central		
Hauteur	20.000 m	Rayon de raccord	0.50 m	
Base	6.875 m	Distance de l'anneau	1.000 m	
Déport	0.525 m	Distance de marquage	0.250 m	
Caractéristiques des voies		Entrée	Sortie	
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m	20.000 m	
Largeur voie sur anneau		8.000 m	9.000 m	
Largeur voie courante		7.000 m	7.000 m	
Rayon de raccord sur voie courante		80.000 m	80.000 m	
Terre-plein		0.5000 m	0.5000 m	
Distance départ passage piéton		4.000 m	4.000 m	
Largeur passage piéton		4.000 m	4.000 m	

Géométrie de la branche 'Branche' (3)			
Point de référence	X=	109057.895m	Angle
	Y=	198253.495m	395.55 gr
Triangle de construction		Ilot central	
Hauteur	20.000 m	Rayon de raccord	0.500 m
Base	6.875 m	Distance de l'anneau	1.000 m
Déport	0.525 m	Distance de marquage	0.250 m
Caractéristiques des voies		Entrée	Sortie
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m	20.000 m
Largeur voie sur anneau		7.000 m	9.000 m
Largeur voie courante		7.000 m	7.000 m
Rayon de raccord sur voie courante		80.000 m	80.000 m
Terre-plein		0.500 m	0.500 m
Distance départ passage piéton		4.000 m	4.000 m
Largeur passage piéton		4.000 m	4.000 m

SIGNALISATION

XII.1.1. INTRODUCTION :

La signalisation fait une partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentielle pour l'utilisateur de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'utilisateur de la route le long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent, et ce, en évitant l'hésitation et la fausse manœuvre.

XII.1.2. L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûr 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.

XII.1.3. TYPES DE SIGNALISATION :

On distingue deux types de signalisation :

- ✚ Signalisation verticale ;
- ✚ Signalisation horizontale.

XII.1.3.1. Signalisation verticale :

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

✚ **Signalisation avancée :**

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

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

✚ **Signalisation de position :**

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

✚ **Signalisation de direction :**

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

XII.1.3.2. Signalisation horizontale :

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

Type de signalisation :

La signalisation horizontale se divise en trois types :

Marquages longitudinale :

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

Marquages transversales :

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

Marquages complémentaire :

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

Dimensions des marquages :

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

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

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

Modulation des lignes discontinues :

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

Type de modulation	Longueur de trait (en m)	Intervalles entre 2 traits successifs (en m)	Rapport plein vide
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	

Modulation des lignes.

XII.1.4. LES CRITERES DE CONCEPTION DE LA SIGNALISATION :

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

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec les règles de circulation ;
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale ;
- Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur.


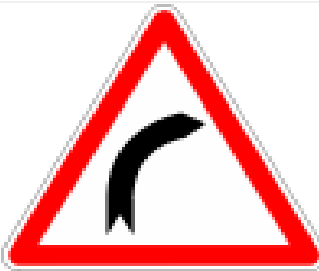


XII.1.5. APPLICATION AU PROJET :

Dans le cadre de notre étude, tout en respectant les critères énoncés précédemment ainsi que la réglementation Signalisation et marquages routière Algérienne.

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

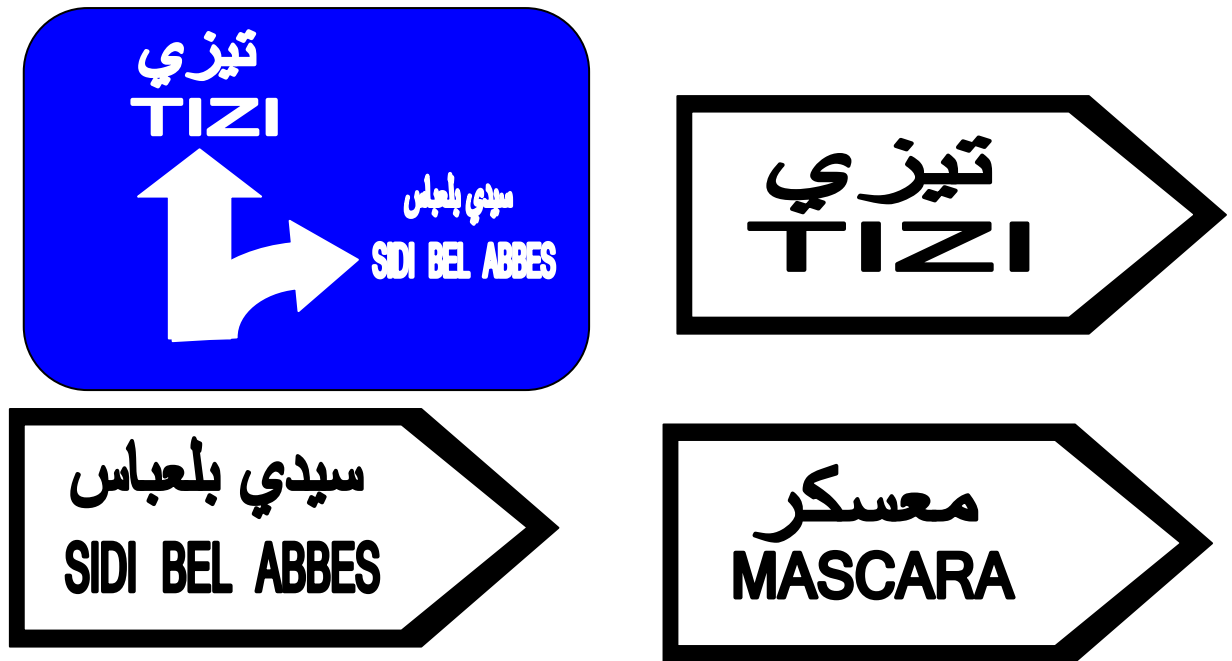
Signalisation verticale

✚ Les signaux routiers qui sont utilisés pour l'évitement sont :

	
A1b Virage à gauche	A1a Virage à droite
	
AB3a Cédez le passage à l'intersection. Signal de position	A15a2 Passage d'animaux domestiques

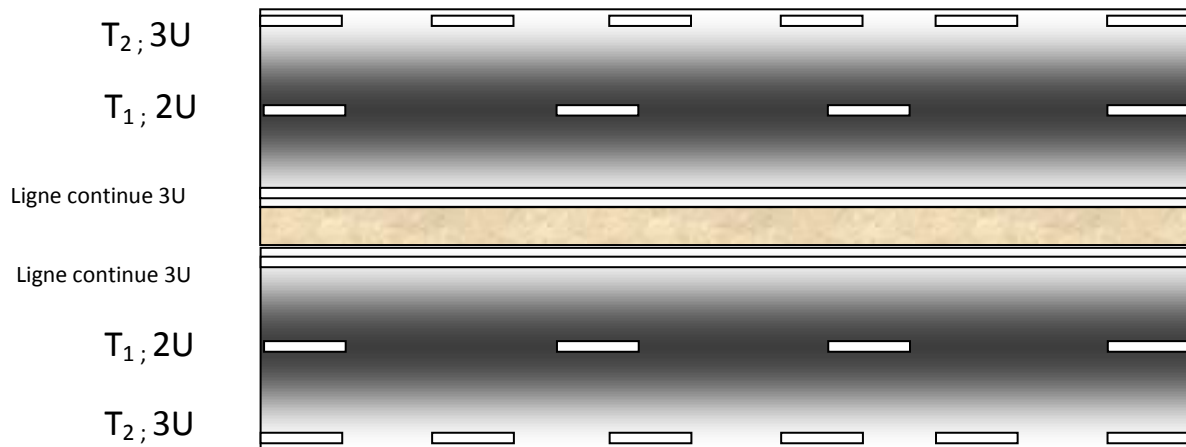
		
Limitation de vitesse		

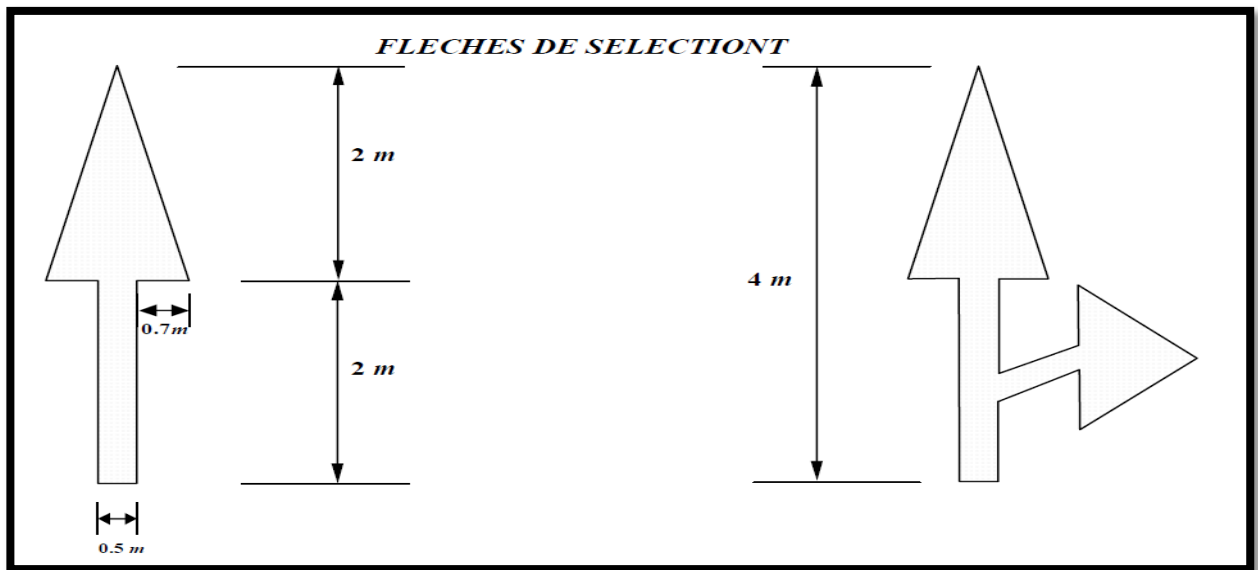
		
AB6 Indication du caractère prioritaire d'une route	B2b Interdiction de tourner à droite à la prochaine intersection	J4 Balisage de virages
		
B1 Sens interdit à tout véhicule	B21-1 Obligation de tourner à droite avant le panneau.	J5 Signalisation des têtes d'ilot Contournement par la droite
		
AB25 Carrefour à sens giratoire	Giratoire	Passage piéton



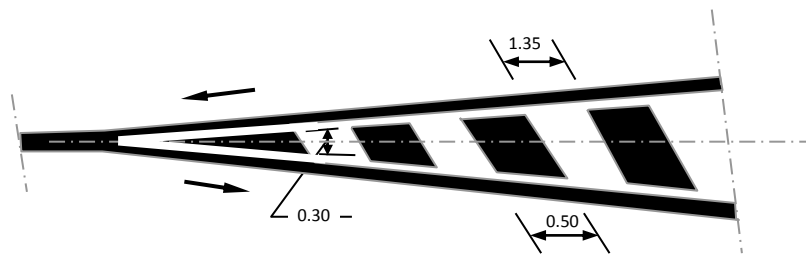
Signalisation horizontale

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un $U= 6$ cm. et les lignes de délimitation des voies sont de type T_1 et de largeur $2U$.





SCHMAS DE MARQUAGE PAR HACHURES (sur le nez d'îlot):



- Cas de trafic inverse.

ECLAIRAGE

XII.2.1. INTRODUCTION :

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement.

Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

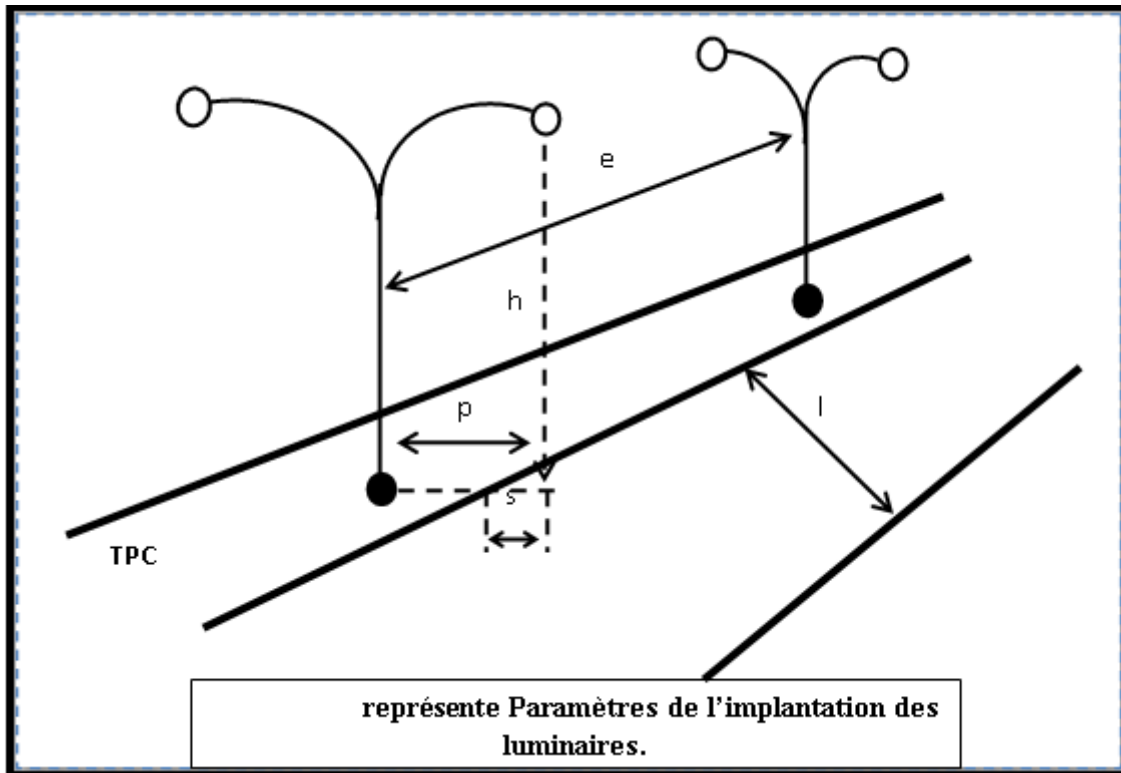
On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

XII.2.2. PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES :

L'espacement (**e**) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.

- ✚ La hauteur (**h**) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de **8 à 10 m** et par fois **12 m** pour les grandes largeurs de chaussées.
- ✚ La largeur (**l**) de la chaussée.
- ✚ La porte à faux (**p**) du foyer par rapport au support.
- ✚ L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (**s**) par rapport au bord de la chaussée.



XII.2.3.APPLICATION AU PROJET :

Eclairage de notre projet

Les lampadaires sont implantés dans le centre de plein central avec deux foyers portés par le même support de **12m** de hauteur, éclairant chacun une demi chaussée, espacés de **20m**.

Eclairage carrefour

Pour les carrefours dont les îlots centraux sont importants, on place en retrait de leurs courbures des foyers A, dans l'alignement de foyers B sur la bordure extérieure.

OUVRAGE D'ART

XIII.1. INTRODUCTION :

On appelle un pont tout ouvrage permettant à une voie de circulation de franchir les routes et les pistes existantes et les voies ferrées ou pour éviter un obstacle naturel, Selon le cas, on distingue : pont-route, pont-rail, pont canal.

Ce chapitre présentera les ouvrages d'art à réaliser, ainsi le type de l'ouvrage à concevoir pour franchir les obstacles d'une façon générale

XIII.2. PRESENTATION DE L'OUVRAGE :

Notre ouvrage d'art est constitué par un pont biais (passage supérieur) au niveau de l'intersection de notre projet (évitement de Tizi) avec chemin de wilaya et voie ferrée de PK 2+190 au PK 2+260

Profil en long :







Le pont est constitué par une deux travée de longueur de 35 m, Ce dernière reposant sur deux culées.

Description de l'ouvrage :

Pont à poutres en béton précontraint:

Le tablier est formé de deux travées indépendantes, constituées chacune par un nombre de poutres préfabriquées à talon, âme et semelle supérieure.

Le principe consiste à reprendre le poids propre de la poutre par une armature active qui est la précontrainte par prétention (PRAD) ou bien post tension (VIPP).

-  Hauteur de gabarit 6.35m.
-  Largeur roulable : $L_r = 7m$.
-  Nombre de voies : 2x2 voies.
-  Trottoirs : 0,75m
-  Largeur total de pont entre garde-corps est : 17,5 m.
-  Longueur total : 70m.

• Les avantages

- ✓ Le mode de réalisation des poutres tel que le béton coulé en atelier ou sur chantier a poste fixé est en général de meilleure qualité.
- ✓ La facilité du contrôle de réalisation ainsi que la rapidité d'exécution des travaux.
- ✓ La préfabrication permet de diminuer le délai d'exécution de l'ouvrage,
- ✓ La fabrication des poutres est indépendante du reste du chantier.

Le coffrage des poutres est standard, l'utilisation se fait généralement plusieurs de fois.

- **Les inconvénients**

- ✓ La nécessité de fabriquer un béton plus résistant principalement avant 28 jours.
- ✓ La main d'œuvre doit être qualifiée.
- ✓ L'obligation d'attendre que la mise en tension soit faite pour pouvoir couler ou décoffrer.

XIII.3.CONCLUSION :

En conclusion, on peut dire que le choix le plus adapté à notre cas et qui répond à toutes les exigences se résume en la réalisation d'un ***pont à poutre multiple en béton précontraint par post-tension de travées identiques isostatiques de portée 70m au PK 2+190 car:***

- ✓ Il permet de franchir le chemin de fer et la chemin de wilaya successivement
- ✓ La mise en œuvre est plus facile,
- ✓ Il existe des entreprises qui maîtrisent bien ce type au niveau de territoire national.

IMPACT SUR L'ENVIRENNEMENT

XIV.1 INTRODUCTION :

Le terme "**environnement**" est à prendre ici au sens large. Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces animales et végétales.

Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore), mais aussi sur l'environnement de l'être humain. Le code de l'environnement a été récemment introduit l'obligation d'y ajouter l'évaluation de l'impact du projet sur la santé de l'homme.

Il sera alors nécessaire pour chaque thème étudié, de définir le périmètre pertinent. Les effets spatiaux sont différents en fonction du paramètre affecté. Et des effets indirects en raison des relations fonctionnelles entre les divers compartiments du milieu.

XVI.2 ASPECT DE L'ENVIRENNEMENT A PRESERVE LORS DE LA CONCEPTION D'UNE INFRASTRUCTURE :

La construction d'une route intervient directement dans la perturbation de l'eau, l'aire, la faune, la flore et l'altération des nuisances dus au bruit.

Les impacts peuvent concerner :

A. Les ressources en eau :

Les routes peuvent contribuer à la modification des écoulements et à la qualité des eaux de surface et souterraines, entraînant parfois un risque accru d'inondation, d'érosion, de dépôts, ou une modification brutale de la dynamique de la nappe phréatique.

Pour prévenir la pollution accidentelle ou chronique des eaux superficielles et souterraines la conception de bassins antipollution ou de merlons anti déversement est un moyen assez efficace de réduire ou de supprimer ce type de nuisances. Aussi le drainage des routes doit être conçu de façon à retenir l'eau dans des micros – bassins pour qu'elle soit utilisable par l'homme et la nature ou pour affaiblir les inondations et évacuer les eaux stagnantes.

B. Pollution de l'aire :

La pollution de l'air due au trafic routier est essentiellement causée par les gaz d'échappement et la poussière. La réduction de ces effets exige une modification de la politique nationale dont les principaux objectifs devront veiller à :

- ✚ Limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO₂ (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation et des moteurs.
- ✚ Utiliser d'autres moyens de transport
- ✚ Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique.

C. Niveau de bruit (niveau sonore) :**Les impacts :**

La construction d'une route au voisinage d'habitation a des conséquences sur la santé humaine suite à la gêne due au bruit pouvant se manifester de plusieurs façons :

- ✚ Perte de sommeil.
- ✚ La fatigue
- ✚ Baisse de l'acuité auditive.
- ✚ pollution

Les remèdes :

- ✚ Eviter les zones de grandes densités d'habitation en agissant en amont sur la configuration du tracé.
- ✚ Mettre des protections entre cette source de bruit et les récepteurs.
- ✚ Agir sur les façades des bâtiments concernés.
- ✚ La protection entre la source et le récepteur consiste à interposer un obstacle entre les voies de circulation et les habitations situées à proximité.
- ✚ Dans le cas d'immeubles de grande hauteur, ces dispositifs sont incapables de protéger les étages supérieurs.

D. La destruction



Les projets d'aménagement routier nécessitent parfois, la destruction de certaines habitations et le déplacement des populations du lieu de leur vie ou de travail, et leur réinstallation par la suite ailleurs, ce qui peut provoquer un bouleversement sur le plan économique et culturel de la vie des individus affectés.

E. La faune et la flore



Le choix du tracé doit tenir compte des problèmes liés à l'environnement biologique. Des précautions peuvent être prises à un stade précoce de la planification du projet pour protéger le milieu naturel et faciliter le déplacement de la faune par l'implantation de passages pour faunes ou encore la conception de franchissements revêtus ou non. Ces passages doivent être conçus de façon que leur entretien soit le plus simple possible et que leur gestion soit à la fois naturelle et écologique.

E. La sécurité

Pour assurer la sécurité des piétons on doit :




-  Implanter des passerelles au niveau des centres qui génèrent les populations de la ville.
-  Implanter des trottoirs.

Pour assurer la sécurité des automobilistes on doit:

-  Réduire la vitesse au niveau des intersections et les zones urbains.
-  Faire Des panneaux de signalisation.

XVI.3.CONCLUSION :

Il faut à améliorer les connaissances dans de nombreux domaines pour aboutir à des évaluations et des prévisions plus rigoureuses pour assurer une meilleure économie des aménagements destinés à la protection de l'environnement. Le défi est de limiter le plus possible l'impact sur l'environnement humain tout en préservant les ressources naturelles. Cet engagement permanent doit s'imposer tout le long des trois étapes successives qui marquent la vie de la route :

-  Sa conception,
-  Sa construction,
-  Son exploitation.

.15.**DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

Désignation des travaux	unité	quantité	Prix unitaire	Prix total
1) Travaux préparatoires				
Acquisition de terrain	M2	118232.4	500	59116200
TOTAL 1				59116200
* Décapage de la terre végétale	M2	22700	350	7945 000
* Déblais en terrain meuble mis en dépôt	M3	1573	450	707850
* Remblais d'emprunt	M3	140772	1300	183003600
TOTAL 2				191 656 450
* Couche de fondation en GNT	M3	34614	2200	76150800
* Couche de base en grave bitume	T	19495	6000	116973600
* Couche d'imprégnation 1,4 kg/m ²	T	110	30000	3279276
* Couche d'accrochage dosée 200 g/m ²	T	23.5	20000	468468
* Couche de roulement en BB	T	12019	6400	76922880
* Matériaux pour accotements GNT	M3	6060	1600	9696000
TOTAL 3				283491024
* Impact sur l'environnement	F	0.01	1% du total 2+3	4654514,74
TOTAL 4				4 654 514
Eclairage: signalisation et équipements routiers	F		2%	23272573,70
TOTAL 5				23 272 573
Contrôle (bureau et labo)	F	0,02	2% total (2+3)	9 309 029,48
TOTAL6				9 309 029,48
Glissières de sécurité métalliques	M	11154	3600	40154400
TOTAL 5				40 154 400
Installation de chantier et repliement	F		3% total (2+3)	13 963 544,22
TOTAL6				13 963 544,22
Ouvrage d'art	M ²	1120	250 000	280000000
TOTAL7				280 000 000
Assainissement	F			50 277 800
TOTAL				955 895 536
T . V . A			17%	162 502 242
TOTAL GENERAL				1 118 397 778

Un milliard cent dix-huit millions trois cent quatre-vingt-dix-sept mille sept cent soixante-dix-huit Dinars Algérien

CONCLUSION GENERALE

Les informations telles que les données géotechniques, la carte état-major sont insuffisantes pour l'élaboration du tracé en plan et du profil en long de la section.

Le tracé de notre tronçon traverse plusieurs zones de faibles pentes ; d'où le risque de stagnation des eaux pluviales. Pour éviter ce phénomène, notre projet passera sur des remblais.

La réalisation de la déviation qui évite la ville de TIZI permettra de Décongestionner les zones urbaines. Cette route est considérée comme une importante valeur contribuant au développement de l'économie de la région.

Ce projet de route, nous a permis non seulement d'exprimer et d'appliquer nos connaissances acquises durant les cinq années de notre formation, mais aussi de mieux appréhender notre avenir dans le monde professionnel.

Ce projet de fin d'étude, nous a été favorable dans la maîtrise des logiciels indispensables pour les études géométriques en l'occurrence les logiciels Piste 5.05, Auto CAD et COVADIS (AUTOPISTE) .

BIBLIOGRAPHIE

- ✓ **B40** Normes techniques d'aménagement des routes
- ✓ catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (**CTTP**)
- ✓ Les cours de routes (université d'Orléans)
- ✓ Cours de routes ENSTP 4^{eme} année.
- ✓ Cours de routes ENSTP 5^{eme} année.
- ✓ Signalisation routière. (**CERTU**).
- ✓ documentation SETRA (aménagement des carrefours).
- ✓ Anciennes mémoires (PFE)

AXE EN PLAN

1.1 EVITEMENT :

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	105596.805	198911.255
D1	ANG = 351.058°	732.972			
			732.972	106320.868	198797.325
C1	XC= 106320.097				
	YC= 198792.421				
	R = -4.964	7.221			
			740.193	106325.056	198792.222
D2	ANG = 267.701°	21.660			
			761.853	106324.187	198770.580
C2	XC= 106424.107				
	YC= 198766.568				
	R = 100.000	67.444			
			829.297	106343.559	198707.306
D4	ANG = 306.343°	825.298			
			1654.595	106832.650	198042.545
L1	A = 300.000				
	Rf= 600.000				
	L = 150.000				
			1804.595	106926.434	197925.612
	XC= 107361.619				
	YC= 198338.665				
	R = 600.000				
	L = 294.388				
			2098.984	107172.403	197769.282
	Rd= 600.000				
	A = 300.000				
	L = 150.000	594.388			
			2248.984	107318.091	197734.016
D5	ANG = 348.779°	655.346			
			2904.330	107960.910	197606.494
L2	A = 400.000				
	Rf= 600.000				
	L = 266.667				

			3170.996	108225.021	197574.167
	XC= 108209.192				
	YC= 198173.958				
	R = 600.000				
	L = 361.414				
			3532.410	108562.068	197688.697
	Rd= 600.000				
	A = 400.000				
	L = 266.667	894.747			
			3799.077	108751.805	197875.244
D6	ANG = 48.757°	423.341			
			4222.418	109030.896	198193.561
C3	XC= 108955.706				
	YC= 198259.486				
	R = 99.998	44.906			
			4267.324	109052.061	198232.739
D7	ANG = 74.486°	16.720			
			4284.045	109056.533	198248.851
C4	XC= 109061.351				
	YC= 198247.513				
	R = -5.000	7.507			
			4291.551	109062.351	198252.412
D8	ANG = 348.468°	1285.308			
			5576.859	10321.710	197995.450
LONGUEUR DE L'AXE			5576.859		

1.2. GIRATOIRE 01 :

AXE 01					
LEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	106366.543	198787.239
DA1	ANG = 175.976°	12.076			
			12.076	106354.497	198788.086
CA1	XC= 106353.093				
	YC= 198768.136				
	R = 20.000	16.640			
			28.716	106339.289	198782.608
CA2	XC= 106325.422				

	YC= 198797.147				
	R = -20.092	0.623			
			29.339	106338.832	198782.185
CA3	XC= 106348.842				
	YC= 198771.016				
	R = 14.999	8.846			
			38.185	106334.311	198774.731
CA4	XC= 106338.395				
	YC= 198773.687				
	R = 4.215	0.330			
			38.515	106334.241	198774.408
CA5	XC= 106413.214				
	YC= 198760.687				
	R = 80.156	11.801			
			50.316	106333.083	198762.675
LONGUEUR DE L'AXE 50.316					

AXE 02					
LEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	106316.544	198763.084
DB1	ANG = 95.773°	9.482			
			9.482	106315.590	198772.518
CB1	XC= 106296.095				
	YC= 198770.547				
	R = 19.595	12.416			
			21.899	106310.639	198783.679
CB2	XC= 106325.446				
	YC= 198797.047				
	R = -19.949	1.630			
			23.529	106309.597	198784.932
CB3	XC= 106297.679				
	YC= 198775.822				
	R = 15.001	9.041			
			32.570	106302.333	198790.083
DB2	ANG = 161.929°	4.405			
			36.975	106298.145	198791.449
CB4	XC= 106273.326				

	YC= 198715.388				
	R = 80.008	15.330			
			52.305	106283.206	198794.784
DB3	ANG = 172.907°	6.152			
			58.457	106277.102	198795.543
LONGUEUR DE L'AXE			58.457		

AXE 03					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	106283.220	198810.013
DC1	ANG = 355.976°	16.537			
			16.537	106299.717	198808.853
CC1	XC= 106301.120				
	YC= 198828.804				
	R = 20.000	14.503			
			31.041	106313.303	198812.942
CC2	XC= 106325.485				
	YC= 198797.080				
	R = -20.000	34.636			
			65.677	106343.094	198806.562
CC3	XC= 106356.301				
	YC= 198813.673				
	R = 15.000	11.423			
			77.100	106351.649	198799.413
DC2	ANG = 341.933°	8.368			
			85.469	106359.605	198796.817
CC4	XC= 106378.217				
	YC= 198853.871				
	R = 60.013	11.875			
			97.343	106371.184	198794.272
LONGUEUR DE L'AXE			97.343		

AXE DE L'ILOT CENTRALE					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	106316.032	198804.473

C1	XC= 106325.485				
	YC= 198797.080				
	R = 12.000	75.398			
		75.398	106316.032	198804.473	
LONGUEUR DE L'AXE		75.398			

1.3. GIRATOIRE 02 :

AXE 01					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	109103.253	198236.586
DA1	ANG = 168.467°	6.152			
			6.152	109097.225	198237.816
CA1	XC= 109081.230				
	YC= 198159.428				
	R = 80.003	15.325			
			21.477	109082.008	198239.428
DA2	ANG = 179.443°	1.565			
			23.042	109080.443	198239.443
CA2	XC= 109080.210				
	YC= 198215.444				
	R = 24.000	27.424			
			50.467	109058.474	198225.620
DA3	ANG = 244.913°	7.820			
			58.287	109055.158	198218.537
LONGUEUR DE L'AXE		58.287			

AXE 02					
ELEM	CARACTERISTIQUE	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	109039.512	198223.661
DB1	ANG = 75.140°	7.319			
			7.319	109041.389	198230.736
CB1	XC= 109022.296				
	YC= 198235.802				
	R = 19.753	13.779			

			21.098	109040.183	198244.183
CB2	XC= 109032.272				
	YC= 198240.476				
	R = 8.736	0.722			
			21.820	109039.850	198244.823
CB3	XC= 109022.473				
	YC= 198234.855				
	R = 20.033	15.930			
			37.749	109027.523	198254.241
DB2	ANG = 165.399°	11.342			
			49.091	109016.548	198257.100
LONGUEUR DE L'AXE			49.091		

AXE 03					
ELEM	CARACTERISTIQUE	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	109102.077	198252.253
DC1	ANG = 165.397°	16.538			
			16.538	109086.073	198256.422
CC1	XC= 109091.115				
	YC= 198275.776				
	R = -20.000	14.503			
			31.041	109074.505	198264.636
CC2	XC= 109057.895				
	YC= 198253.496				
	R = 20.000	34.636			
			65.677	109044.236	198268.105
CC3	XC= 109033.992				
	YC= 198279.062				
	R = -15.000	11.423			
			77.100	109033.845	198264.063
DC2	ANG = 179.441°	8.371			
			85.471	109025.475	198264.145
CC4	XC= 109026.060				
	YC= 198324.123				
	R = -59.981	7.871			
			93.342	109017.632	198264.737

LONGUEUR DE L'AXE 93.342

AXE DE L'ILOT CENTRALE					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	109050.385	198262.856
C1	XC= 109057.895				
	YC= 198253.496				
	R = 12.000	75.398			
			75.398	109050.385	198262.856
LONGUEUR DE L'AXE 75.398					

PROFIL EN LONG

2.1 EVITEMENT :

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	COTE
			0.000	963.809
DO1	PENTE= 0.519 %	35.791		
			35.791	963.994
PRO1	S= 253.7110 Z= 964.5597			
	R = -42000.00	569.118		
			604.909	963.091
DO2	PENTE= -0.836 %	10.479		
			615.388	963.004
PRO2	S= 740.8158 Z= 962.4793			
	R = 15000.00	210.978		
			826.366	962.723
DO3	PENTE= 0.570 %	27.978		
			854.344	962.883
PRO3	S= 1036.8501 Z= 963.4033			
	R = -32000.00	459.842		
			1314.186	962.201
DO4	PENTE= -0.867 %	26.960		
			1341.146	961.968
PRO4	S= 1514.4811 Z= 961.2167			
	R = 20000.00	328.000		
			1669.146	961.815
DO5	PENTE= 0.773 %	11.586		
			1680.731	961.904
PRO5	S= 1724.0375 Z= 962.0718			
	R = -5600.00	86.354		
			1767.085	961.906
DO6	PENTE= -0.769 %	76.450		
			1843.535	961.319
PRO6	S= 1871.2084 Z= 961.2123			
	R = 3600.00	179.309		
			2022.844	964.406
DO7	PENTE= 4.212 %	35.935		
			2058.779	965.919

PRO7	S= 2185.1415 Z= 968.5807			
	R = -3000.00	241.238		
			2300.017	966.381
DO8	PENTE= -3.829 %	43.539		
			2343.556	964.714
PRO8	S= 2573.3062 Z= 960.3153			
	R = 6000.00	262.888		
			2606.444	960.407
DO9	PENTE= 0.552 %	107.154		
			2713.598	960.999
PRO9	S= 2890.3339 Z= 961.4867			
	R = -32000.00	344.540		
			3058.138	961.047
DO10	PENTE= -0.524 %	97.365		
			3155.504	960.536
PRO10	S= 3606.4776 Z= 959.3537			
	R = 86000.00	867.130		
			4022.633	960.361
DO11	PENTE= 0.484 %	200.900		
			4223.534	961.333
PRO11	S= 4721.9529 Z= 962.5387			
	R = -103000.00	1179.106		
			5402.640	960.290
DO12	PENTE= -0.661 %	174.219		
			5576.859	959.138
LONGUEUR DE L'AXE 5576.859				

2.2 GIRATOIRE 01 :

PROFIL EN LONG 01				
ELEM	CARACTERISTIQUES ELEMS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	962.040
D1	PENTE= 2.982 %	11.950		
			11.950	962.396
PR1	S= 20.8957 Z= 962.5297			
	R = -300.00	4.660		
			16.610	962.499

D2	PENTE= 1.429 %	8.025		
			24.635	962.614
PR2	S= 28.9208 Z= 962.6444			
	R = -300.00	5.756		
			30.391	962.641
D3	PENTE= -0.490 %	10.274		
			40.665	962.590
PR3	S= 42.1353 Z= 962.5868			
	R = 300.00	2.393		
			43.058	962.588
D4	PENTE= 0.308 %	7.258		
			50.316	962.611
LONGUEUR DE L'AXE		50.316		

PROFIL EN LONG 02				
ELEM	CARACTERISTIQUES DS ELEMS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	962.610
D1	PENTE= -1.273 %	12.271		
			12.271	962.454
PR1	S= 16.0897 Z= 962.4295			
	R = 300.00	2.407		
			14.678	962.433
D2	PENTE= -0.471 %	9.664		
			24.342	962.387
PR2	S= 25.7539 Z= 962.3840			
	R = 300.00	5.861		
			30.203	962.417
D3	PENTE= 1.483 %	28.254		
			58.457	962.836
LONGUEUR DE L'AXE		58.457		

PROFIL EN LONG 03				
ELEM	CARACTERISTIQUES DS ELEMS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	962.830
D1	PENTE= -1.691 %	29.240		
			29.240	962.335

PR1	S= 34.3143 Z= 962.2925			
	R = 300.00	3.602		
			32.842	962.296
D2	PENTE= -0.491 %	11.792		
			44.634	962.238
PR2	S= 46.1061 Z= 962.2346			
	R = 300.00	5.789		
			50.423	962.266
D3	PENTE= 1.439 %	10.836		
			61.258	962.422
PR3	S= 65.5750 Z= 962.4526			
	R = -300.00	8.837		
			70.096	962.419
D4	PENTE= -1.507 %	27.248		
			97.343	962.008
LONGUEUR DE L'AXE		97.343		

PROFIL EN LONG DE L'ILOT CENTRALE				
ELEM	CARACTERISTIQUES DS ELEMS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	962.480
D1	PENTE= 0.486 %	33.985		
			33.985	962.645
PR1	S= 35.4437 Z= 962.6488			
	R = -300.00	5.649		
			39.633	962.620
D2	PENTE= -1.397 %	13.827		
			53.461	962.426
PR2	S= 57.6503 Z= 962.3972			
	R = 300.00	5.649		
			59.109	962.401
D3	PENTE= 0.486 %	16.289		
			75.398	962.480
LONGUEUR DE L'AXE		75.398		

2.3 GIRATOIRE 02 :

PROFIL EN LONG 01				
ELEM	CARACTERISTIQUES DS ELEMS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z

			0.000	961.360
D1	PENTE= -1.101 %	4.033		
			4.033	961.316
PR1	S= 7.3362 Z= 961.2974			
	R = 300.00	7.906		
			11.939	961.333
D2	PENTE= 1.534 %	20.706		
			32.645	961.650
PR2	S= 37.2486 Z= 961.6858			
	R = -300.00	7.442		
			40.087	961.672
D3	PENTE= -0.946 %	18.200		
			58.287	961.500
LONGUEUR DE L'AXE			58.287	

PROFIL EN LONG 02				
ELEM	CARACTERISTIQUES DS ELEMS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	961.500
D1	PENTE= 1.175 %	16.564		
			16.564	961.695
PR	S= 20.0881 Z= 961.7153			
	R = -300.00	5.813		
			22.377	961.707
D2	PENTE= -0.763 %	26.714		
			49.091	961.503
LONGUEUR DE L'AXE			49.091	

PROFIL EN LONG 03				
ELEM	CARACTERISTIQUES DS LEMS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	961.350
D1	PENTE= 1.636 %	27.444		
			27.444	961.799
PR1	S= 32.3510 Z= 961.8390			
	R = -300.00	7.193		
			34.637	961.830

D2	PENTE= -0.762 %	28.679		
			63.316	961.612
PR2	S= 65.6029 Z= 961.6030			
	R = 300.00	3.786		
			67.103	961.607
D3	PENTE= 0.500 %	16.393		
			83.496	961.689
PR3	S= 83.9955 Z= 961.6900			
	R = -100.00	9.847		
			93.342	961.253
LONGUEUR DE L'AXE 93.342				

PROFIL EN LONG DE L'ILOT CENTRALE				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMES	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	961.750
D1	PENTE= 0.779 %	24.942		
			24.942	961.944
PR1	S= 27.2798 Z= 961.9534			
	R = -300.00	6.834		
			31.776	961.920
D2	PENTE= -1.499 %	18.955		
			50.731	961.636
PR2	S= 55.2278 Z= 961.6019			
	R = 300.00	6.834		
			57.565	961.611
D3	PENTE= 0.779 %	17.833		
			75.398	961.750
LONGUEUR DE L'AXE 75.398				

TABULATION

3.1 EVITEMENT :

N° PRO	ABSCISSE	COTE TN	COTE PR	X	Y	ANGLE	DEV D	DEV G
1	0.000	963.810	963.809	105596.805	198911.255	261.058°	2.50	-2.50
2	25.000	963.535	963.938	105621.501	198907.369	261.058°	2.50	-2.42
3	50.000	963.915	964.066	105646.197	198903.483	261.058°	2.50	-2.35
4	75.000	963.635	964.179	105670.893	198899.597	261.058°	2.50	-2.27
5	100.000	963.386	964.278	105695.590	198895.711	261.058°	2.50	-2.20
6	125.000	963.394	964.362	105720.286	198891.825	261.058°	2.50	-2.12
7	150.000	963.518	964.432	105744.982	198887.940	261.058°	2.50	-2.04
8	175.000	963.480	964.486	105769.678	198884.054	261.058°	2.50	-1.97
9	200.000	963.443	964.525	105794.374	198880.168	261.058°	2.50	-1.89
10	225.000	963.556	964.550	105819.070	198876.282	261.058°	2.50	-1.81
11	250.000	963.067	964.560	105843.766	198872.396	261.058°	2.50	-1.74
12	275.000	963.250	964.554	105868.463	198868.510	261.058°	2.50	-1.66
13	300.000	963.145	964.534	105893.159	198864.624	261.058°	2.50	-1.59
14	325.000	962.971	964.499	105917.855	198860.738	261.058°	2.50	-1.51
15	350.000	962.821	964.449	105942.551	198856.852	261.058°	2.50	-1.43
16	375.000	963.015	964.385	105967.247	198852.966	261.058°	2.50	-1.36
17	400.000	963.019	964.305	105991.943	198849.081	261.058°	2.50	-1.28
18	425.000	963.023	964.210	106016.640	198845.195	261.058°	2.50	-1.21
19	450.000	963.028	964.101	106041.336	198841.309	261.058°	2.50	-1.13
20	475.000	963.032	963.977	106066.032	198837.423	261.058°	2.50	-1.05
21	500.000	963.036	963.838	106090.728	198833.537	261.058°	2.50	-0.98
22	525.000	963.041	963.684	106115.424	198829.651	261.058°	2.50	-0.90
23	550.000	963.045	963.515	106140.120	198825.765	261.058°	2.50	-0.82
24	575.000	963.047	963.331	106164.816	198821.879	261.058°	2.50	-0.75
25	600.000	963.052	963.132	106189.513	198817.993	261.058°	2.50	-0.67
26	625.000	963.057	962.926	106214.209	198814.107	261.058°	2.50	-0.60
27	650.000	963.052	962.754	106238.905	198810.222	261.058°	2.50	-0.52
28	675.000	962.931	962.624	106263.601	198806.336	261.058°	2.50	-0.44
29	700.000	962.718	962.535	106288.297	198802.450	261.058°	2.50	-0.37
30	725.000	962.506	962.488	106312.993	198798.56	261.058°	2.50	-0.29
31	732.972	962.438	962.481	106320.868	198797.325	261.058°	2.50	-0.27
32	740.193	962.399	962.479	106325.056	198792.222	177.701°	2.50	-0.25
33	750.000	962.749	962.482	106324.663	198782.423	177.701°	2.50	-0.22
34	761.853	962.851	962.494	106324.187	198770.580	177.701°	2.50	-0.18
35	775.000	962.277	962.518	106324.524	198757.440	185.233°	2.50	-0.14

36	800.000	961.982	962.596	106329.876	198733.090	199.557°	2.50	-0.06
37	825.000	961.977	962.716	106341.088	198710.821	213.881°	2.50	0.01
38	829.297	961.975	962.740	106343.559	198707.306	216.343°	2.50	0.03
39	850.000	961.942	962.858	106355.828	198690.630	216.343°	2.50	0.09
40	875.000	961.852	962.994	106370.644	198670.490	216.343°	2.50	0.17
41	900.000	961.825	963.111	106385.459	198650.356	216.343°	2.50	0.24
42	925.000	961.820	963.208	106400.275	198630.219	216.343°	2.50	0.32
43	950.000	961.814	963.285	106415.090	198610.082	216.343°	2.50	0.39
44	975.000	961.747	963.344	106429.906	198589.945	216.343°	2.50	0.47
45	1000.000	961.656	963.382	106444.722	198569.808	216.343°	2.50	0.55
46	1025.000	961.590	963.401	106459.537	1 98549.67	216.343°	2.50	0.62
47	1050.000	961.564	963.401	106474.353	198529.534	216.343°	2.50	0.70
48	1075.000	961.616	963.381	106489.168	198509.397	216.343°	2.50	0.77
49	1100.000	961.638	963.341	106503.984	198489.260	216.343°	2.50	0.85
50	1125.000	961.666	963.282	106518.800	198469.123	216.343°	2.50	0.93
51	1150.000	961.626	963.203	106533.615	198448.986	216.343°	2.50	1.00
52	1175.000	961.542	963.105	106548.431	198428.849	216.343°	2.50	1.08
53	1200.000	961.558	962.987	106563.246	198408.712	216.343°	2.50	1.15
54	1225.000	961.439	962.850	106578.062	198388.575	216.343°	2.50	1.23
55	1250.000	961.539	962.693	106592.877	198368.438	216.343°	2.50	1.31
56	1275.000	961.577	962.517	106607.693	198348.301	216.343°	2.50	1.38
57	1300.000	961.585	962.321	106622.509	198328.164	216.343°	2.50	1.46
58	1325.000	961.589	962.108	106637.324	198308.027	216.343°	2.50	1.54
59	1350.000	960.917	961.893	106652.140	198287.890	216.343°	2.50	1.61
60	1375.000	961.002	961.703	106666.955	198267.753	216.343°	2.50	1.69
61	1400.000	961.312	961.544	106681.771	198247.616	216.343°	2.50	1.76
62	1425.000	961.426	961.417	106696.587	198227.479	216.343°	2.50	1.84
63	1450.000	961.517	961.321	106711.402	198207.342	216.343°	2.50	1.92
64	1475.000	961.479	961.256	106726.218	198187.205	216.343°	2.50	1.99
65	1500.000	961.440	961.222	106741.033	198167.068	216.343°	2.50	2.07
66	1525.000	961.301	961.219	106755.849	198146.931	216.343°	2.50	2.14
67	1550.000	961.380	961.248	106770.665	198126.794	216.343°	2.50	2.22
68	1575.000	961.404	961.308	106785.480	198106.657	216.343°	2.50	2.30
69	1600.000	961.370	961.400	106800.296	198086.520	216.343°	2.50	2.37
70	1625.000	961.321	961.522	106815.111	198066.383	216.343°	2.50	2.45
71	1650.000	961.275	961.676	106829.927	198046.246	216.343°	2.57	2.57
72	1654.595	961.250	961.708	106832.650	198042.545	216.343°	2.62	2.62
73	1675.000	961.111	961.860	106844.755	198026.119	216.476°	2.80	2.80
74	1700.000	960.965	962.020	106859.697	198006.076	217.000°	3.02	3.02

75	1725.000	960.758	962.072	106874.891	197986.223	217.921°	3.24	3.24
76	1750.000	960.781	962.012	106890.470	197966.671	219.241°	3.46	3.46
77	1775.000	960.785	961.845	106906.561	197947.539	220.958°	3.68	3.68
78	1800.000	960.787	961.653	106923.283	197928.956	223.073°	3.83	3.83
79	1804.595	960.787	961.618	106926.434	197925.612	223.505°	3.83	3.83
80	1825.000	960.772	961.461	106940.730	197911.053	225.454°	3.83	3.83
81	1850.000	960.729	961.275	106958.907	197893.893	227.841°	3.83	3.83
82	1875.000	960.686	961.214	106977.783	197877.504	230.229°	3.83	3.83
83	1900.000	960.644	961.327	106997.326	197861.916	232.616°	3.83	3.83
84	1925.000	960.607	961.614	107017.501	197847.155	235.003°	3.83	3.83
85	1950.000	960.617	962.075	107038.273	197833.247	237.391°	3.83	3.83
86	1975.000	960.657	962.708	107059.607	197820.217	239.778°	3.83	3.83
87	2000.000	960.617	963.516	107081.465	197808.087	242.165°	3.83	3.83
88	2025.000	960.552	964.497	107103.809	197796.878	244.552°	3.83	3.83
89	2050.000	960.611	965.550	107126.601	197786.609	246.940°	3.83	3.83
90	2075.000	960.627	966.559	107149.800	197777.298	249.327°	3.83	3.83
91	2098.984	960.652	967.344	107172.403	197769.282	251.617°	3.79	3.79
92	2100.000	960.655	967.372	107173.368	197768.962	251.714°	3.75	3.75
93	2125.000	960.583	967.978	107197.253	197761.584	253.886°	2.69	2.69
94	2150.000	960.561	968.375	107221.378	197755.032	255.661°	2.50	1.64
95	2175.000	960.637	968.564	107245.674	197749.146	257.037°	2.50	0.58
96	2200.000	960.694	968.544	107270.087	197743.761	258.016°	2.50	-0.47
97	2225.000	960.486	968.316	107294.571	197738.708	258.596°	2.50	-1.53
98	2248.984	960.764	967.901	107318.091	197734.016	258.779°	2.50	-2.50
99	2250.000	960.776	967.880	107319.088	197733.818	258.779°	2.50	-2.50
100	2275.000	960.720	967.235	107343.610	197728.953	258.779°	2.50	-2.50
101	2300.000	960.224	966.382	107368.132	197724.089	258.779°	2.50	-2.50
102	2325.000	960.574	965.425	107392.654	197719.224	258.779°	2.50	-2.50
103	2350.000	960.455	964.471	107417.177	197714.359	258.779°	2.50	-2.50
104	2375.000	960.510	963.592	107441.699	197709.495	258.779°	2.50	-2.50
105	2400.000	960.535	962.818	107466.221	197704.630	258.779°	2.50	-2.50
106	2425.000	960.415	962.148	107490.743	197699.765	258.779°	2.50	-2.50
107	2450.000	960.422	961.582	107515.265	197694.901	258.779°	2.50	-2.50
108	2475.000	960.393	961.121	107539.787	197690.036	258.779°	2.50	-2.50
109	2500.000	960.283	960.763	107564.309	197685.171	258.779°	2.50	-2.50
110	2525.000	960.230	960.510	107588.831	197680.306	258.779°	2.50	-2.50
111	2550.000	960.169	960.361	107613.354	197675.442	258.779°	2.50	-2.50
112	2575.000	960.112	960.316	107637.876	197670.577	258.779°	2.50	-2.50
113	2600.000	960.073	960.375	107662.398	197665.712	258.779°	2.50	-2.50

114	2625.000	960.065	960.509	107686.920	197660.848	258.779°	2.50	-2.50
115	2650.000	960.116	960.647	107711.442	197655.983	258.779°	2.50	-2.50
116	2675.000	960.132	960.785	107735.964	197651.118	258.779°	2.50	-2.50
117	2700.000	960.006	960.924	107760.486	197646.254	258.779°	2.50	-2.50
118	2725.000	960.007	961.060	107785.009	197641.389	258.779°	2.50	-2.50
119	2750.000	960.026	961.179	107809.531	197636.524	258.779°	2.50	-2.50
120	2775.000	959.983	961.279	107834.053	197631.660	258.779°	2.50	-2.50
121	2800.000	959.970	961.359	107858.575	197626.795	258.779°	2.50	-2.50
122	2825.000	959.963	961.420	107883.097	197621.930	258.779°	2.50	-2.50
123	2850.000	959.969	961.461	107907.619	197617.066	258.779°	2.50	-2.50
124	2875.000	959.918	961.483	107932.141	197612.201	258.779°	2.50	-2.50
125	2900.000	959.911	961.485	107956.663	197607.336	258.779°	2.50	-2.50
126	2904.330	959.897	961.484	107960.910	197606.494	258.779°	2.50	-2.40
127	2925.000	959.873	961.468	107981.187	197602.481	258.856°	2.50	-1.91
128	2950.000	959.898	961.431	108005.727	197597.704	259.153°	2.50	-1.31
129	2975.000	959.935	961.375	108030.300	197593.103	259.674°	2.50	-0.72
130	3000.000	960.064	961.299	108054.922	197588.774	260.418°	2.50	-0.13
131	3025.000	960.105	961.203	108079.606	197580.813	261.387°	2.50	0.47
132	3050.000	960.022	961.088	108104.360	197581.318	262.579°	2.50	1.06
133	3075.000	959.929	960.958	108129.187	197578.387	263.995°	2.50	1.65
134	3100.000	959.888	960.827	108154.083	197576.120	265.635°	2.50	2.25
135	3125.000	959.876	960.696	108179.036	197574.615	267.498°	2.84	2.84
136	3150.000	959.841	960.565	108204.027	197573.970	269.586°	3.43	3.43
137	3170.996	959.860	960.456	108225.021	197574.167	271.512°	3.83	3.83
138	3175.000	959.883	960.436	108229.023	197574.286	271.894°	3.83	3.83
139	3200.000	959.984	960.314	108253.985	197575.632	274.281°	3.83	3.83
140	3225.000	960.048	960.200	108278.869	197578.017	276.669°	3.83	3.83
141	3250.000	960.917	960.093	108303.632	197581.437	279.056°	3.83	3.83
142	3275.000	959.784	959.993	108328.232	197585.885	281.443°	3.83	3.83
143	3300.000	959.682	959.900	108352.624	197591.354	283.831°	3.83	3.83
144	3325.000	959.614	959.814	108376.768	197597.834	286.218°	3.83	3.83
145	3350.000	959.516	959.736	108400.621	197605.315	288.605°	3.83	3.83
146	3375.000	959.658	959.665	108424.141	197613.782	290.993°	3.83	3.83
147	3400.000	959.685	959.602	108447.288	197623.222	293.380°	3.83	3.83
148	3425.000	959.719	959.545	108470.022	197633.618	295.767°	3.83	3.83
149	3450.000	959.688	959.496	108492.304	197644.952	298.155°	3.83	3.83
150	3475.000	959.488	959.454	108514.093	197657.204	300.542°	3.83	3.83
151	3500.000	959.464	959.420	108535.354	197670.353	302.929°	3.83	3.83
152	3525.000	959.614	959.392	108556.048	197684.376	305.317°	3.83	3.83
153	3532.410	959.619	959.386	108562.068	197688.697	306.024°	3.83	3.83

154	3550.000	959.608	959.372	108576.144	197699.245	307.649°	3.66	3.66
155	3575.000	959.564	959.359	108595.647	197714.884	309.767°	3.06	3.06
156	3600.000	959.766	959.354	108614.590	197731.196	311.661°	2.50	2.47
157	3625.000	959.820	959.356	108633.017	197748.090	313.331°	2.50	1.88
158	3650.000	959.693	959.365	108650.978	197765.479	314.777°	2.50	1.28
159	3675.000	959.640	959.381	108668.529	197783.281	316.000°	2.50	0.69
160	3700.000	959.724	959.405	108685.732	197801.421	316.999°	2.50	0.10
161	3725.000	959.805	959.435	108702.652	197819.825	317.774°	2.50	-0.50
162	3750.000	959.847	959.474	108719.358	197838.423	318.325°	2.50	-1.09
163	3775.000	959.763	959.519	108735.921	197857.149	318.653°	2.50	-1.68
164	3799.077	959.846	959.569	108751.805	197875.244	318.757°	2.50	-2.26
165	3800.000	959.848	959.571	108752.413	197875.938	318.757°	2.50	-2.28
166	3825.000	960.181	959.631	108768.895	197894.736	318.757°	2.50	-2.50
167	3850.000	960.658	959.699	108785.376	197913.534	318.757°	2.50	-2.50
168	3875.000	960.714	959.773	108801.858	197932.331	318.757°	2.50	-2.50
169	3900.000	960.635	959.855	108818.339	197951.129	318.757°	2.50	-2.50
170	3925.000	960.591	959.944	108834.821	197969.927	318.757°	2.50	-2.50
171	3950.000	960.512	960.040	108851.302	197988.725	318.757°	2.50	-2.50
172	3975.000	960.585	960.143	108867.784	198007.523	318.757°	2.50	-2.50
173	4000.000	960.585	960.254	108884.265	198026.321	318.757°	2.50	-2.50
174	4025.000	960.658	960.372	108900.746	198045.119	318.757°	2.50	-2.50
175	4050.000	960.447	960.493	108917.228	198063.917	318.757°	2.50	-2.50
176	4075.000	960.416	960.614	108933.709	198082.715	318.757°	2.50	-2.50
177	4100.000	960.597	960.735	108950.191	198101.513	318.757°	2.50	-2.50
178	4125.000	960.628	960.856	108966.672	198120.311	318.757°	2.50	-2.50
179	4150.000	960.191	960.977	108983.154	198139.109	318.757°	2.50	-2.50
180	4175.000	960.456	961.098	108999.635	198157.906	318.757°	2.50	-2.50
181	4200.000	960.527	961.219	109016.117	198176.704	318.757°	2.50	-2.50
182	4222.418	960.602	961.327	109030.896	198193.561	318.757°	2.50	-2.50
183	4225.000	960.640	961.340	109032.573	198195.524	320.236°	2.50	-2.50
184	4250.000	961.005	961.457	109046.008	198216.530	334.560°	2.50	-2.50
185	4267.324	961.085	961.535	109052.061	198232.739	344.486°	2.50	-2.50
186	4275.000	961.567	961.569	109054.114	198240.135	344.486°	2.50	-2.50
187	4284.045	961.757	961.608	109056.533	198248.851	344.486°	2.50	-2.50
188	4291.551	961.903	961.639	109062.351	198252.412	258.468°	2.50	-2.50
189	4300.000	961.841	961.674	109070.629	198250.723	258.468°	2.50	-2.50
190	4325.000	961.303	961.774	109095.124	198245.725	258.468°	2.50	-2.50
191	4350.000	960.936	961.867	109119.619	198240.727	258.468°	2.50	-2.50
192	4375.000	960.892	961.954	109144.115	198235.729	258.468°	2.50	-2.50
193	4400.000	960.848	962.036	109168.610	198230.731	258.468°	2.50	-2.50

194	4425.000	960.803	962.111	109193.105	198225.733	258.468°	2.50	-2.50
195	4450.000	960.759	962.180	109217.600	18220.735	258.468°	2.50	-2.50
196	4475.000	960.763	962.243	109242.096	198215.737	258.468°	2.50	-2.50
197	4500.000	960.781	962.300	109266.591	198210.739	258.468°	2.50	-2.50
198	4525.000	960.799	962.350	109291.086	198205.741	258.468°	2.50	-2.50
199	4550.000	960.816	962.395	109315.582	198200.743	258.468°	2.50	-2.50
200	4575.000	960.834	962.434	109340.077	198195.744	258.468°	2.50	-2.50
201	4600.000	960.859	962.467	109364.572	198190.746	258.468°	2.50	-2.50
202	4625.000	960.900	962.493	109389.067	198185.748	258.468°	2.50	-2.50
203	4650.000	960.867	962.514	109413.563	198180.750	258.468°	2.50	-2.50
204	4675.000	960.805	962.528	109438.058	198175.752	258.468°	2.50	-2.50
205	4700.000	960.842	962.536	109462.553	198170.754	258.468°	2.50	-2.50
206	4725.000	960.757	962.539	109487.049	198165.756	258.468°	2.50	-2.50
207	4750.000	960.668	962.535	109511.544	198160.758	258.468°	2.50	-2.50
208	4775.000	960.540	962.525	109536.039	198155.760	258.468°	2.50	-2.50
209	4800.000	960.455	962.509	109560.534	198150.762	258.468°	2.50	-2.50
210	4825.000	960.383	962.487	109585.030	198145.764	258.468°	2.50	-2.50
211	4850.000	960.311	962.459	109609.525	198140.766	258.468°	2.50	-2.50
212	4875.000	960.239	962.425	109634.020	198135.768	258.468°	2.50	-2.50
213	4900.000	960.167	962.385	109658.516	198130.770	258.468°	2.50	-2.50
214	4925.000	960.095	962.339	109683.011	198125.771	258.468°	2.50	-2.50
215	4950.000	960.010	962.286	109707.506	198120.773	258.468°	2.50	-2.50
216	4975.000	959.923	962.228	109732.002	198115.775	258.468°	2.50	-2.50
217	5000.000	960.680	962.163	109756.497	198110.777	258.468°	2.50	-2.50
218	5025.000	959.814	962.093	109780.992	198105.779	258.468°	2.50	-2.50
219	5050.000	959.084	962.016	109805.487	198100.781	258.468°	2.50	-2.50
220	5075.000	959.184	961.934	109829.983	198095.783	258.468°	2.50	-2.50
221	5100.000	959.187	961.845	109854.478	198090.785	258.468°	2.50	-2.50
222	5125.000	959.492	961.750	109878.973	198085.787	258.468°	2.50	-2.50
223	5150.000	960.042	961.649	109903.469	198080.789	258.468°	2.50	-2.50
224	5175.000	960.467	961.542	109927.964	198075.791	258.468°	2.50	-2.50
225	5200.000	960.831	961.429	109952.459	198070.793	258.468°	2.50	-2.50
226	5225.000	961.162	961.310	109976.954	198065.795	258.468°	2.50	-2.50
227	5250.000	961.519	961.185	110001.450	198060.797	258.468°	2.50	-2.50
228	5275.000	961.657	961.054	110025.945	198055.798	258.468°	2.50	-2.50
229	5300.000	961.191	960.917	110050.440	198050.800	258.468°	2.50	-2.50
230	5325.000	960.863	960.773	110074.936	198045.802	258.468°	2.50	-2.50
231	5350.000	960.827	960.624	110099.431	198040.804	258.468°	2.50	-2.50
232	5375.000	960.275	960.469	110123.926	198035.806	258.468°	2.50	-2.50
233	5400.000	960.007	960.307	110148.421	198030.808	258.468°	2.50	-2.50

234	5425.000	959.418	960.142	110172.917	198025.810	258.468°	2.50	-2.50
235	5450.000	959.517	959.977	110197.412	198020.812	258.468°	2.50	-2.50
236	5475.000	959.696	959.811	110221.907	198015.814	258.468°	2.50	-2.50
237	5500.000	959.624	959.646	110246.403	198010.816	258.468°	2.50	-2.50
238	5525.000	959.387	959.481	110270.898	198005.818	258.468°	2.50	-2.50
239	5550.000	959.227	959.316	110295.393	198000.820	258.468°	2.50	-2.50
240	5575.000	959.079	959.150	110319.889	197995.822	258.468°	2.50	-2.50
241	5576.859	959.138	959.138	110321.710	197995.450	258.468°	2.50	-2.50

3.2 GIRATOIRE 01 :

TABULATION AXE 01								
N°	ABSCISSE	COTE TN	COTE P	X	Y	ANGLE	DEV G	DEV D
1	0.000	962.043	962.040	106366.543	198787.239	85.976°	2.50	-2.50
2	5.000	962.086	962.189	106361.556	198787.590	85.976°	2.50	-2.50
3	10.000	962.128	962.338	106356.568	198787.941	85.976°	2.50	-2.50
4	12.076	962.146	962.400	106354.497	198788.086	85.976°	2.50	-2.50
5	15.000	962.171	962.472	106351.576	198788.078	94.351°	2.50	2.50
6	20.000	962.212	962.548	106346.689	198787.083	108.675°	2.50	2.50
7	25.000	962.348	962.619	106342.200	198784.909	123.000°	2.50	2.50
8	28.716	962.497	962.644	106339.289	198782.608	133.646°	2.50	2.50
9	29.339	962.493	962.644	106338.832	198782.185	131.868°	-2.50	-2.50
10	30.000	962.528	962.642	106338.350	198781.734	134.392°	2.50	2.50
11	35.000	962.376	962.618	106335.420	198777.710	153.492°	2.50	2.50
12	38.185	962.338	962.603	106334.311	198774.731	165.660°	2.50	2.50
13	38.515	962.332	962.601	106334.241	198774.408	170.143°	2.50	2.50
14	40.000	962.472	962.594	106334.001	198772.943	171.205°	2.50	2.50
15	45.000	962.861	962.594	106333.391	198767.981	174.779°	2.50	2.50
16	50.000	962.624	962.610	106333.091	198762.991	178.353°	2.50	2.50
17	50.316	962.611	962.611	106333.083	198762.675	178.579°	2.50	2.50

TABULATION AXE 02								
N°	ABSCISSE	COTE TN	COTE PR	X	Y	ANGLE	DEV G	DEV D
1	0.000	962.262	962.610	106316.544	198763.084	5.773°	2.50	-2.50
2	5.000	962.856	962.546	106316.041	198768.059	5.773°	2.50	-2.50
3	9.482	962.855	962.489	106315.590	198772.518	5.773°	2.50	-2.50
4	10.000	962.853	962.483	106315.532	198773.032	7.287°	2.50	2.50
5	15.000	962.822	962.431	106314.275	198777.858	21.907°	2.50	2.50
6	20.000	962.572	962.408	106311.841	198782.210	36.527°	2.50	2.50

7	21.899	962.503	962.399	106310.639	198783.679	42.078°	2.50	2.50
8	23.529	962.793	962.391	106309.597	198784.932	37.395°	-2.50	-2.50
9	25.000	962.637	962.385	106308.648	198786.055	43.014°	2.50	2.50
10	30.000	962.580	962.414	106304.696	198789.080	62.112°	2.50	2.50
11	32.570	962.695	962.452	106302.333	198790.083	71.929°	2.50	2.50
12	35.000	962.763	962.488	106300.023	198790.836	71.929°	2.50	-2.50
13	36.975	962.819	962.517	106298.145	198791.449	71.929°	2.50	-2.50
14	40.000	962.821	962.562	106295.252	198792.333	74.095°	2.50	2.50
15	45.000	962.811	962.636	106290.404	198793.552	77.675°	2.50	2.50
16	50.000	962.843	962.711	106285.489	198794.466	81.256°	2.50	2.50
17	52.305	962.871	962.745	106283.206	198794.784	82.907°	2.50	2.50
18	55.000	962.910	962.785	106280.532	198795.116	82.907°	2.50	-2.50
19	58.457	962.900	962.836	106277.102	198795.543	82.907°	2.50	-2.50

TABULATION AXE 03

N°	ABSCISSE	COTE TN	COTE PR	X	Y	ANGLE	DEV G	DEV D
1	0.000	962.766	962.830	106283.220	198810.013	265.976°	2.50	-2.50
2	5.000	962.723	962.745	106288.208	198809.662	265.976°	2.50	-2.50
3	10.000	962.681	962.661	106293.195	198809.312	265.976°	2.50	-2.50
4	15.000	962.638	962.576	106298.183	198808.961	265.976°	2.50	-2.50
5	16.537	962.625	962.550	106299.717	198808.853	265.976°	2.50	-2.50
6	20.000	962.596	962.492	106303.175	198808.909	275.896°	2.50	2.50
7	25.000	962.555	962.407	106308.033	198810.036	290.219°	2.50	2.50
8	30.000	962.519	962.324	106312.461	198812.330	304.543°	2.50	2.50
9	31.041	962.512	962.310	106313.303	198812.942	307.525°	2.50	2.50
10	35.000	962.485	962.286	106316.660	198815.028	296.183°	2.50	2.50
11	40.000	962.446	962.261	106321.375	198816.653	281.859°	2.50	2.50
12	45.000	962.404	962.237	106326.345	198817.062	267.535°	2.50	2.50
13	50.000	962.361	962.260	106331.262	198816.228	253.211°	2.50	2.50
14	55.000	962.321	962.332	106335.819	198814.203	238.887°	2.50	2.50
15	60.000	962.286	962.404	106339.734	198811.114	224.563°	2.50	2.50
16	65.000	962.258	962.452	106342.763	198807.152	210.239°	2.50	2.50
17	65.677	962.255	962.453	106343.094	198806.562	208.299°	2.50	2.50
18	70.000	962.231	962.420	106345.660	198803.101	224.812°	2.50	2.50
19	75.000	962.194	962.345	106349.705	198800.201	243.911°	2.50	2.50
20	77.100	962.177	962.313	106351.649	198799.413	251.933°	2.50	2.50
21	80.000	962.153	962.269	106354.406	198798.513	251.933°	2.50	-2.50
22	85.000	962.112	962.194	106359.160	198796.963	251.933°	2.50	-2.50
23	85.469	962.108	962.187	106359.605	198796.817	251.933°	2.50	-2.50

24	90.000	962.070	962.119	106363.962	198795.576	256.259°	2.50	2.50
25	95.000	962.028	962.043	106368.863	198794.592	261.033°	2.50	2.50

TABULATION DE L'ÎLOT CENTRALE								
N°	ABSCISSE	COTE TN	COTE PR	X	Y	ANGLE	DEV G	DEV D
1	0.000	962.483	962.480	106316.032	198804.473	141.971°	-2.50	-2.50
2	5.000	962.499	962.504	106313.849	198800.015	165.844°	-2.50	-2.50
3	10.000	962.498	962.529	106313.657	198795.055	189.717°	-2.50	-2.50
4	15.000	962.479	962.553	106315.489	198790.441	213.590°	-2.50	-2.50
5	20.000	962.656	962.577	106319.031	198786.963	237.464°	-2.50	-2.50
6	25.000	962.496	962.602	106323.677	198785.217	261.337°	-2.50	-2.50
7	30.000	962.686	962.626	106328.633	198785.500	285.210°	-2.50	-2.50
8	35.000	962.328	962.648	106333.050	198787.765	309.083°	-2.50	-2.50
9	40.000	962.304	962.614	106336.173	198791.624	332.957°	-2.50	-2.50
10	45.000	962.296	962.545	106337.466	198796.416	356.830°	-2.50	-2.50
11	50.000	962.306	962.475	106336.710	198801.322	20.703°	-2.50	-2.50
12	55.000	962.331	962.409	106334.032	198805.502	44.576°	-2.50	-2.50
13	60.000	962.368	962.405	106329.893	198808.241	68.450°	-2.50	-2.50
14	65.000	962.410	962.429	106324.998	198809.070	92.323°	-2.50	-2.50
15	70.000	962.450	962.454	106320.187	198807.847	116.196°	-2.50	-2.50
16	75.000	962.481	962.478	106316.283	198804.782	140.069°	-2.50	-2.50
17	75.398	962.483	962.480	106316.032	198804.473	141.971°	-2.50	-2.50

3.3 GIRATOIRE 02 :

TABULATION AXE 01								
N°	ABSCISSE	COTE TN	COTE PR	X	Y	ANGLE	DEV G	DEV D
1	0.000	961.362	961.360	109103.253	198236.586	78.467°	2.50	-2.50
2	5.000	961.364	961.307	109098.354	198237.586	78.467°	2.50	-2.50
3	6.152	961.344	961.300	109097.225	198237.816	78.467°	2.50	-2.50
4	10.000	961.273	961.309	109093.438	198238.495	81.223°	2.50	2.50
5	15.000	961.163	961.380	109088.476	198239.103	84.804°	2.50	2.50
6	20.000	961.445	961.456	109083.485	198239.400	88.385°	2.50	2.50
7	21.477	961.487	961.479	109082.008	198239.428	89.443°	2.50	2.50
8	23.042	961.532	961.503	109080.443	198239.443	89.443°	2.50	-2.50
9	25.000	961.581	961.533	109078.487	198239.382	94.116°	2.50	2.50
10	30.000	961.525	961.610	109073.573	198238.508	106.053°	2.50	2.50

11	35.000	961.387	961.677	109068.947	198236.637	117.990°	2.50	2.50
12	40.000	961.305	961.673	109064.807	198233.849	129.926°	2.50	2.50
13	45.000	961.019	961.626	109061.333	198230.265	141.863°	2.50	2.50
14	50.000	960.831	961.579	109058.676	198226.040	153.799°	2.50	2.50
15	50.467	960.880	961.574	109058.474	198225.620	154.913°	2.50	2.50
16	55.000	960.333	961.531	109056.552	198221.514	154.913°	2.50	-2.50

TABULATION 02

N°	ABSCISSE	COTE TN	COTE PR	X	Y	ANGLE	DEV G	DEV D
1	0.00	960.942	961.500	109039.512	198223.661	345.140°	-2.50	2.50
2	5.00	960.972	961.559	109040.794	198228.494	345.140°	-2.50	2.50
3	7.30	960.789	961.586	109041.389	198230.736	345.140°	-2.50	2.50
4	10.0	960.998	961.617	109041.899	198233.365	352.915°	2.50	2.50
5	15.0	961.380	961.676	109041.884	198238.352	7.418°	2.50	2.50
6	20.0	961.777	961.715	109040.621	198243.176	21.921°	2.50	2.50
7	21.0	961.865	961.714	109040.183	198244.183	25.107°	2.50	2.50
8	21.8	961.920	961.710	109039.850	198244.823	29.839°	2.50	2.50
9	25.0	962.140	961.687	109038.056	198247.445	38.935°	2.50	2.50
10	30.0	962.253	961.648	109034.464	198250.904	53.235°	2.50	2.50
11	35.0	961.977	961.610	109030.128	198253.368	67.535°	2.50	2.50
12	37.7	961.861	961.589	109027.523	198254.241	75.399°	2.50	2.50
13	40.0	961.778	961.572	109025.345	198254.809	75.399°	-2.50	2.50
14	45.0	961.594	961.534	109020.507	198256.069	75.399°	-2.50	2.50
15	49.0	961.443	961.503	109016.548	198257.100	75.399°	-2.50	2.50

TABULATION 03

N°	ABSCISSE	COTE TN	COTE PR	X	Y	ANGLE	DEV G	DEV D
1	0.000	961.205	961.350	109102.077	198252.253	75.397°	2.50	-2.50
2	5.000	961.259	961.432	109097.238	198253.513	75.397°	2.50	-2.50
3	10.000	961.313	961.514	109092.400	198254.774	75.397°	2.50	-2.50
4	15.000	961.346	961.595	109087.561	198256.034	75.397°	2.50	-2.50
5	16.538	961.374	961.620	109086.073	198256.422	75.397°	2.50	-2.50
6	20.000	961.432	961.677	109082.815	198257.580	65.478°	-2.50	-2.50
7	25.000	961.498	961.759	109078.571	198260.199	51.155°	-2.50	-2.50
8	30.000	961.539	961.830	109075.107	198263.787	36.831°	-2.50	-2.50
9	31.041	961.544	961.836	109074.505	198264.636	33.849°	-2.50	-2.50
10	35.000	961.570	961.828	109071.990	198267.685	45.191°	0.30	0.30
11	40.000	961.626	961.789	109068.041	198270.731	59.515°	-2.50	-2.50
12	45.000	961.705	961.751	109063.462	198272.706	73.839°	-2.50	-2.50
13	50.000	961.759	961.713	109058.536	198273.486	88.163°	-2.50	-2.50
14	55.000	961.740	961.675	109053.571	198273.023	102.487°	-2.50	-2.50
15	60.000	961.667	961.637	109048.874	198271.346	116.811°	-0.16	-0.16
16	65.000	961.661	961.604	109044.738	198268.559	131.135°	2.18	2.18

17	65.677	961.668	961.603	109044.236	198268.105	133.074°	2.50	2.50
18	70.000	961.649	961.621	109040.699	198265.646	116.562°	-2.50	-2.50
19	75.000	961.591	961.646	109035.940	198264.189	97.463°	-2.50	-2.50
20	77.100	961.565	961.657	109033.845	198264.063	89.441°	-2.50	-2.50
21	80.000	961.529	961.671	109030.946	198264.091	89.441°	2.50	-2.50
24	90.000	960.985	961.510	109020.952	198264.360	85.115°	-2.50	-2.50
25	93.342	960.742	961.253	109017.632	198264.737	81.922°	-2.50	-2.50

TABULATION DE L'ILOT CENTRALE

N°	ABSCISSE	COTE TN	COTE PR	X	Y	ANGLE	DEV G	DEV D
1	0.000	961.754	961.750	109050.385	198262.856	128.741°	-2.50	-2.50
2	5.000	960.982	961.789	109047.240	198259.016	152.615°	-2.50	-2.50
3	10.000	961.714	961.828	109045.918	198254.231	176.488°	-2.50	-2.50
4	15.000	961.695	961.867	109046.645	198249.321	200.361°	-2.50	-2.50
5	20.000	961.664	961.906	109049.297	198245.125	224.234°	-2.50	-2.50
6	25.000	961.620	961.945	109053.421	198242.361	248.108°	-2.50	-2.50
7	30.000	961.572	961.941	109058.310	198241.503	271.981°	-2.50	-2.50
8	35.000	961.643	961.871	109063.128	198242.697	295.854°	-2.50	-2.50
9	40.000	961.780	961.797	109067.051	198245.739	319.727°	-2.50	-2.50
10	45.000	961.917	961.722	109069.407	198250.108	343.600°	-2.50	-2.50
11	50.000	961.375	961.647	109069.793	198255.057	7.474°	-2.50	-2.50
12	55.000	961.622	961.602	109068.143	198259.739	31.347°	-2.50	-2.50
13	60.000	961.707	961.630	109064.740	198263.352	55.220°	-2.50	-2.50
14	65.000	961.775	961.669	109060.165	198265.279	79.093°	-2.50	-2.50
15	70.000	961.811	961.708	109055.202	198265.190	102.967°	-2.50	-2.50
16	75.000	961.758	961.747	109050.700	198263.100	126.840°	-2.50	-2.50
17	75.398	961.754	961.750	109050.385	198262.856	128.741°	-2.50	-2.50

VOLUMES TERRASSEMENT**4.1 EVITEMENT :**

	V REBLAI	V DEBLAI	V ECAPAGE
TOTAL (m³)	140504	17929	22217

4.1. GIRATOIRE 01 :

VOLUMES TERRASSEMENT AXE 01			
	V REBLAI	V DEBLAI	V DECAPAGE
TOTAL (m³)	36	30	39

VOLUMES TERRASSEMENT AXE 02			
	V REBLAI	V DEBLAI	V DECAPAGE
TOTAL (m³)	8	25	74

VOLUMES TERRASSEMENT AXE 03			
	V REBLAI	V DEBLAI	V DECAPAGE
TOTAL (m³)	22	42	102

VOLUMES TERRASSEMENT DE L'ILOT CENTRALE			
	V REBLAI	V DEBLAI	V DECAPAGE
TOTAL (m³)	20	55	128

4.3 GIRATOIRE 02 :

VOLUMES TERRASSEMENT 01			
	V REBLAI	V DEBLAI	V DECAPAGE
TOTAL (m³)	85	90	12

VOLUMES TERRASSEMENT AXE 02			
	V REBLAI	V DEBLAI	V DECAPAGE
TOTAL (m³)	56	96	10

VOLUMES TERRASSEMENT AXE 03			
	V REMLAI	V DEBLAI	V DECAPAGE
TOTAL (m³)	12	21	0

VOLUMES TERRASSEMENT DE L'ILOT CENTRALE			
	V REMLAI	V DEBLAI	V DECAPAGE
TOTAL (m³)	35	90	78

TOTAL VOLUMES TERRASSEMENT :

	V REMLAI	V DEBLAI	V DECAPAGE
TOTAL (m³)	140772	18378	22700

VOLUMES CHAUSSEE

5.1. EVITEMENT :

	FORME V	BASE V	CHAUSSEE V	ACC V	T.P.C. V
TOTAL (m³)	12340	8008	4835	6060	3105

5.2. GIRATOIRE 01 :

VOLUMES CHAUSSEE AXE 01			
	FORME V	BASE V	CHAUSSEE V
TOTAL (m³)	36	24	14

VOLUMES CHAUSSEE AXE 02			
	FORME V	BASE V	CHAUSSEE V
TOTAL (m³)	54	36	22

VOLUMES CHAUSSEE AXE 03			
	FORME V	BASE V	CHAUSSEE V
TOTAL (m³)	47	31	19

VOLUMES CHAUSSEE DE L'ILOT CENTRALE			
	FORME V	BASE V	CHAUSSEE V
TOTAL (m³)	90	60	36

5.3. GIRATOIRE 02 :

VOLUMES CHAUSSEE AXE 01			
	FORME V	BASE V	CHAUSSEE V
TOTAL (m³)	56	37	22

VOLUMES CHAUSSEE AXE 02			
	FORME V	BASE V	CHAUSSEE V
TOTAL (m³)	36	24	14

VOLUMES CHAUSSEE AXE 03			
	FORME V	BASE V	CHAUSSEE V
TOTAL (m ³)	47	16	10

VOLUMES CHAUSSEE DE L'ILOT CENTRALE			
	FORME V	BASE V	CHAUSSEE V
TOTAL (m ³)	90	60	36

TOTAL VOLUMES CHAUSSEE :

	FORME V	BASE V	CHAUSSEE V	ACC V	T.P.C. V
TOTAL(m ³)	12820	8296	5008	6060	3105