

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
Faculté de génie de la construction
Département de génie civil



2023/
2024

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

RÉALISATION D'UN EVITEMENT DE CAP DJINET

En vue d'obtention du diplôme de master



En génie civil

Option : Voies et Ouvrages d'Arts

Réalisé par :

**CHAUCHE AMIR HICHAME
LARBAOUI TAREK**

Encadré :

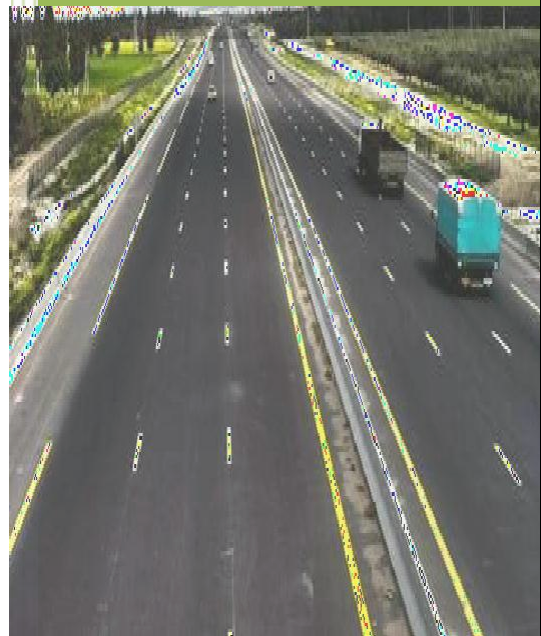
Mme : BOUDJMIA

Devant les jury :

devant les jury :

Mme . GHANEM FADHILA

M. SAHOUI HEMZA



REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force, le courage et la patience d'accomplir ce travail.

En seconde lieu, un spécial remerciement à ma promotrice madame BOUDJEMIA FAZIA de son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail

Aussi, je tiens à exprimer vivement mes gratitudes et mes reconnaissances aux membres de jury qui m'ont fait l'honneur

D'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions :

- Mme. Boudjemia fazia.
- Mme. GHANEME Fadhila.
- M. Sahoui Hamza

Je tiens à exprimer mes sincère remerciements à tous les professeurs

Qui m'ont enseigné et qui par leurs compétences m'ont soutenu dans la poursuite de mes études.

Enfin, Nos plus vifs remerciements s'adressent aussi à tous ceux qui nous ont aidés, encourager et nous ont soutenus jusqu'au bout.

Larbaoui TAREK , Chaouche Hicham Amir

DEDICAS

Au nom d'Allah, le tout miséricordieux, le très miséricordieux

Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant « Allah » de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce modeste travail que je le dédie à :

Mes très chers parents qui m'ont soutenu et encouragé durant toute ma vie

Mon frère

A tous mes amis sans exception surtout les gens de la cité oued aissi

A mes amis pour leur présence constante leur Soutienne moral et leur bonne humeur durent ces années d'études.

A mes enseignants madame Belhoucine Mme Helal Mme Harmime

Je dédie ce mémoire a madame mourri .ma professeure de physique. Pour son enseignement rigoureux et son dévouement tout au long de mon parcours

A moi même

A mon encadreur madame « BOUDJEMIA FAZIA »

»

A toutes la promotion 2023/2024.

LARBAOUI Tarek

Sommaire

Introduction générale	01
------------------------------------	-----------

Chapitre I : Présentation du projet.

I- Présentation du projet.....	02
II- Localisation du projet.....	03
III-Objectif et utilité du projet.....	03

Chapitre II : Etude du trafic.

I-Introduction.....	04
II- Différents types du trafic.....	04
III- Analyse du trafic.....	04
IV- Calcul de la capacité.....	05
V-Application au projet.....	07

Chapitre III : Etude géotechnique.

I-Introduction.....	11
II- Le rôle de l'étude géotechnique.....	11
III- Les moyens de la reconnaissance.....	11
IV- Les différents essais de laboratoire.....	11
V- Condition d'utilisation des sols en remblais.....	15
VI- Conclusion.....	20

Chapitre IV : Dimensionnement du corps de chaussée.

I-Introduction.....	21
II- Différentes catégories de chaussée.....	21
III- Les paramètres prisent en compte pour le dimensionnement des chaussées.....	23
IV- Les méthodes de dimensionnement	23
V- Application au projet	25
VI-Conclusion.....	36

Chapitre V : Caractéristiques géométriques.

❖ PARTIE I : Présentation brève du logiciel PISTE.

I-Introduction.	39
II- Présentation du logiciel Piste 5.	39
III-Organigramme de l'application.....	39

❖ PARTIE II : Caractéristiques géométriques.

I-Introduction...	40
II- Tracé en plan...	40
III- Profil en long...	50
IV- Profil en travers...	55
V-Conclusion	58

Chapitre VI : Cubature et terrassement.

I- Introduction...	74
II- Définitions...	74
III- Le compactage...	74
IV- Cubature de terrassement...	75
V- Méthodes de calculs...	75
VI. Application au projet...	77

Chapitre VII : Assainissement.

I-Introduction...	78
II- Objectif de l'assainissement routier	78
III- Types de dispositif d'assainissement...	78
IV- Type de dégradation	78
V- Quelques définitions...	79
VI- Dimensionnement du Réseau d'assainissement à projeter...	80
VII- Application au projet	82

Chapitre VIII: Signalisation

I- Introduction...	86
II- Catégories de signalisation...	86
III- Efficacité de la signalisation	86
IV- Types de signalisation	86
V- Application au projet	87

Chapitre IX : L'impact sur l'environnement

I-Introduction...	90
II- Cadre juridique...	90
III- Etude d'impact sur l'environnement...	90
VI- Conclusion...	96
X-Conclusion général...	97

Liste des tableaux

Chapitre II : Etude du trafic.

Tableau II-1 : Coefficients d'équivalence (P).....	05
Tableau II-2 : Valeurs de K1.....	06
Tableau II-3 : Valeurs de K2.....	06
Tableau II-4 : Valeurs de la capacité théorique.....	07
Tableau II-5 : Résultats de calcul.....	09

Chapitre III : Etude géotechnique.

Tableau III-1 : Résultat d'essais granulométrique.....	15
Tableau III-2 : Résultat d'essais d'indentification.....	16
Tableau III-3: Résultat d'essais mécanique.....	16

Chapitre IV : Dimensionnement du corps de chaussée.

Tableau IV-1 : Les coefficients d'équivalence.....	24
Tableau IV-2 : Dimensionnement du corps de chaussée..	27
Tableau IV-3 : Classification des réseaux principaux.....	28
Tableau IV-4 : Classes de portance des sols (C.T.T.P) selon l'indice de CBR	29
Tableau IV-5: é paisseurs de la couche de forme (C.T.T.P).....	29
Tableau IV-6 : Résultats de dimensionnement.....	30
Tableau IV-7: Performances mécaniques des matériaux bitumineux.....	33
Tableau IV- 8 : Déformations.....	35
Tableau IV-9: Comparaison des deux méthodes.....	36

Chapitre V : Caractéristiques géométriques.

Tableau V-1 : Valeurs extrêmes du tracé en plan REF ICTAAL2000.....	42
Tableau V-2 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan Selon ICTAAL2000.....	43
Tableau V-3 : La déclivité du projet maximum.....	52

Chapitre V I: Assainissement

TableauVI-1 : calcul de précipitation.....	81
--	----

Chapitre I : Présentation du projet.

Figure I-1: Situation géographique et infrastructures routières de la wilaya.....02

Figure I-2: Localisation du projet.....03

Chapitre III: Etude géotechnique.

Figure III-1 : Méthode d'exécution d'essai analyse granulométrie.....12

Figure III-2 : Matériel pour l'essai Proctor.....13

Figure III-3 : Les appareils pour l'essai CBR.....14

Figure III-4 : RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR(PR02).....17

Figure III-5: RAPPORT D'ESSAI ANALYSE GRANULOMETRIQUE(PR03).....18

Figure III-6 : RAPPORT D'ESSAI ANALYSE GRANULOMETRIQUE (PR01).....19

Figure III-7: RAPPORT D'ESSAI ANALYSE GRANULOMETRIQUE (PR01).....20

Chapitre IV : Dimensionnement du corps de chaussée.

Figure IV-1 : Schéma récapitulatif.....21

Figure IV-2 : Schéma des différentes couches.....27

Figure IV-3: Classes de TPLI pour RP1.(Source: C.T.T.P).....28

Figure IV-4: Structure de chausse de notre projet d'aprs le CTPP-fascicule3.....30

Figure IV-6 : Résultats écran-Alize III.....35

Chapitre V: Etude géométrique.

Figure V-1 : L'interaction entre les fichiers principaux du logiciel piste.....40

Figure V- 2: Schéma des éléments du tracé en plan.....41

Figure V-3 : Nuage de points.....46

Figure V-4: Triangulation du terrain.....47

Figure V-5: Calcul des courbes de niveau.....47

Figure V-6: Construction de l'axe en plan.....49

Figure V-7: Axe en plan.....49

Figure V-8 : Interpolation de l'axe.....50

Figure V-9: Terrain naturel.....54

Figure V-10: Eléments du profil en long.....55

Figure V-11: Eléments constitutifs du profil en travers en section courante.....	55
Figure V.12 : Profil en travers.....	58
Figure V-13 : Profil en long.....	58
Figure V-14 : Profil en travers.....	59
Figure V-15: perspective de la Pénétrante.....	59

Chapitre VI: Cubature et terrassement.

Figure VI-1 : Calcul des volumes remblais et déblais.....76

Figure VI-2 : Description de la méthode Gulden.....77

Chapitre VIII: Signalisation

Figure VIII-1 : Types de modulation.....85

Figure VIII-2 : Signalisation horizontale.....88

Figure VIII-3 : Signalisation d'interdiction.....89

Chapitre IX : Impact sur l'environnement.

Figure IX-1: Impact du trafic sur l'aire.....93

Figure IX-2: passage pour faunes.....93

Introduction

Les routes en Algérie ne sont pas seulement des moyens de déplacement, mais aussi des témoins de son histoire, de sa diversité culturelle et de son développement socio-économique. Les anciennes routes caravanières, datant de l'époque précoloniale, continuent d'inspirer le commerce et les échanges le long des axes historiques reliant le Sahara au littoral méditerranéen

De nos jours, l'Algérie s'efforce de moderniser son réseau routier pour répondre aux défis de la croissance urbaine, de l'industrialisation et de l'intégration régionale. Les autoroutes reliant Alger à Oran et à d'autres grandes villes du pays sont des exemples de projets d'infrastructure majeurs visant à améliorer la connectivité et à stimuler le développement économique dans toutes les régions.

Dans le cadre de notre projet de d'étude, nous avons procédé à l'étude d'une partie de 2k m de cette pénétrante, du ce tronçon se situe à BOUMAREDas

L'essentielle de notre étude s'est portée sur les étapes suivantes:

- Etude du trafic
- La conception d'un tracé en plan, profil en long de la route avec les logiciels PISTE+5 et AUTOCAD.

Le dimensionnement du corps de chaussée ➤

I. PRESENTATION DU PROJET

● Présentation de la wilaya :

Boumerdès est située à environ 50 km à l'est d'Alger, la capitale de l'Algérie. Elle s'étend sur une superficie de 1 456 km² et est bordée par la mer Méditerranée au nord, offrant un littoral de plages magnifiques. La wilaya est caractérisée par un relief varié, comprenant des montagnes, des plaines fertiles et des vallées.

Sa population est évaluée au dernier recensement de la population de 2008 à 801 068 habitants. La répartition de cette population sur son territoire est homogène avec une nette concentration au niveau des agglomérations chefs-lieux de communes.

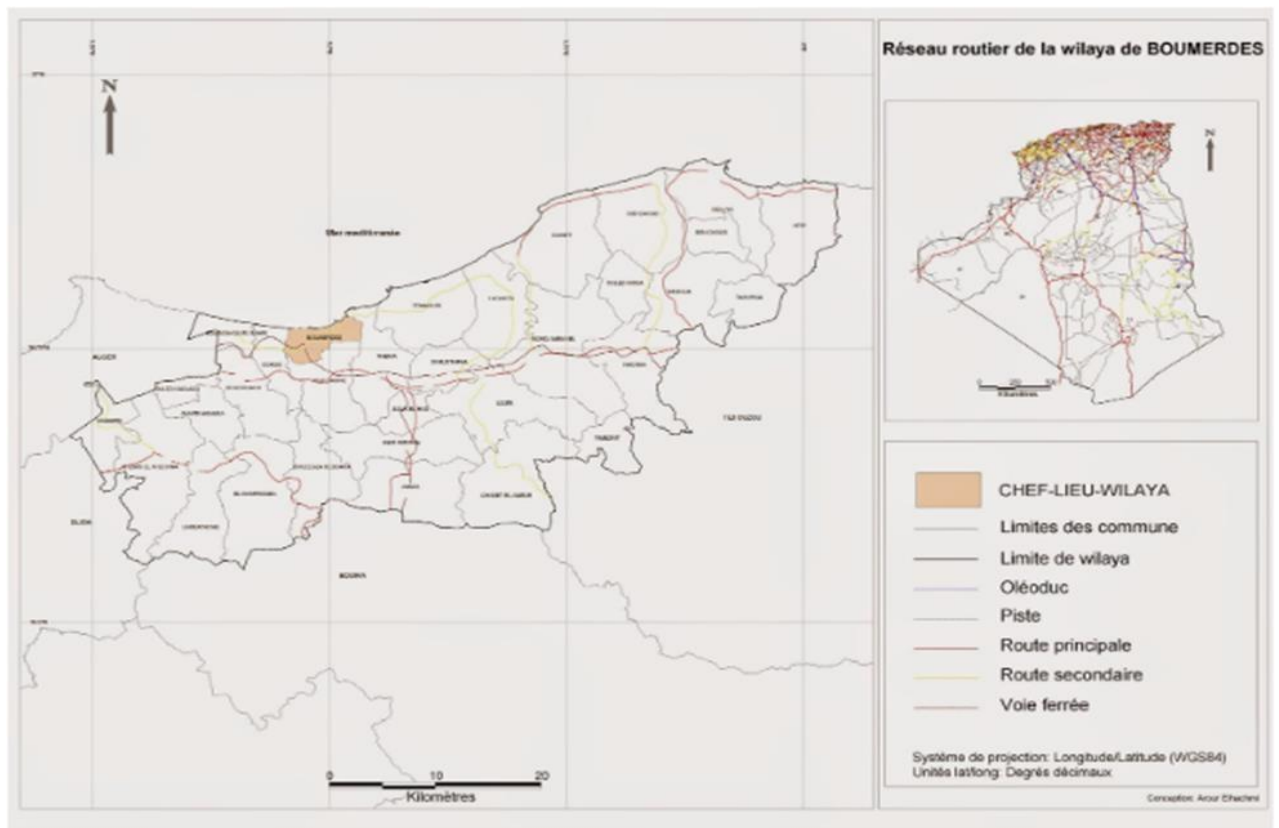


Figure I-1 : Situation géographique et infrastructures routières de la wilaya.

II. Localisation du projet :

Le projet consiste une réalisation d'un Evitement de (Cap Djinet –takdempt)

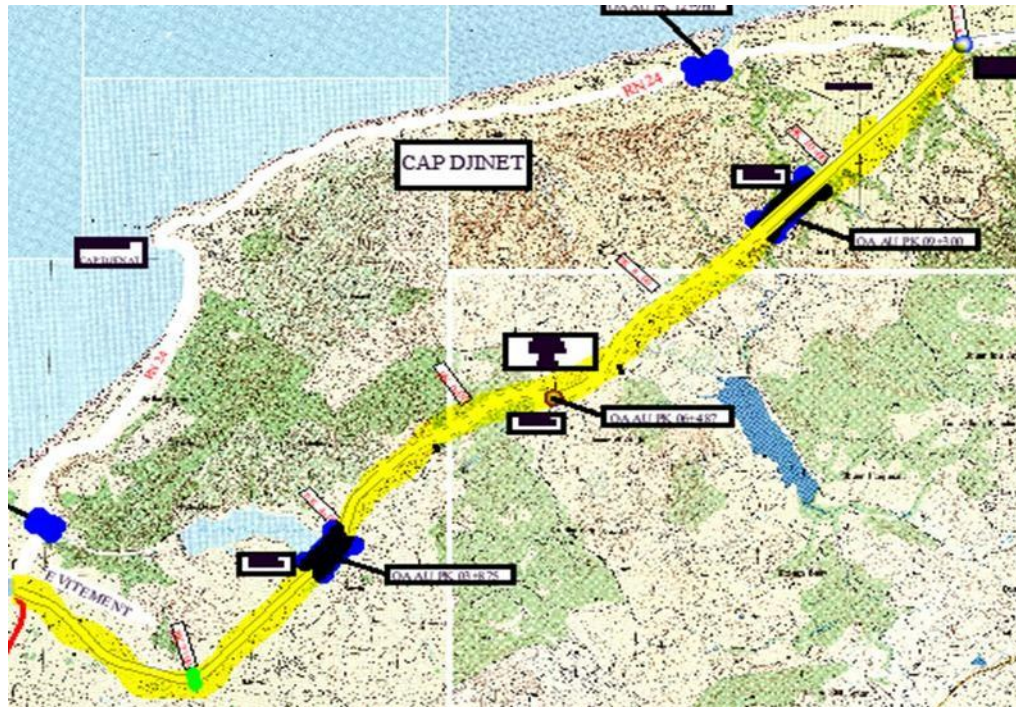


Figure 2 : Localisation du projet

III. Objectif du projet :

Le projet de l'Evitement de (Cap Djinet – takdempt) à Boumerdès vise à améliorer les infrastructures routières de la région pour répondre à plusieurs objectifs stratégiques.

L'un des principaux objectifs est de réduire les embouteillages et d'améliorer la fluidité du trafic

Gérer l'augmentation de la population et les besoins en mobilité qui en découlent.

Diminuer les temps de trajet entre les villes et vers Alger, bénéfique pour les résidents et les entreprises.

Chapitre II : Etude du trafic.

I-Introduction:

Pour une planification et une gestion efficaces des infrastructures routières, il ne suffit pas de mesurer le trafic à un point précis d'une route existante. Il est souvent nécessaire de comprendre les différents flux de circulation, leur origine et leur destination, afin de prévoir les mouvements des véhicules de manière globale.

L'analyse du trafic est une composante cruciale dans la conception des réseaux routiers. Elle doit précéder toute initiative de construction ou d'amélioration d'infrastructures de transport, car elle permet de définir les aménagements adéquats. Cette analyse informe sur les spécificités requises, allant du nombre de voies nécessaires à la détermination de l'épaisseur des couches de matériaux pour la chaussée.

II-Différents types du trafic :

On distingue quatre types de trafics :

II-1-Trafic normal : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte d'un nouveau projet.

II-2- Trafic dévié : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens pour atteindre la même destination.

II-3- Trafic induit : C'est le trafic nouveau dû à l'aménagement, qui ne s'effectuait pas antérieurement à cause de la mauvaise qualité de la route par exemple, c'est un trafic prenant d'autre destination auparavant.

II-4- Trafic total : Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

III- Analyse du trafic :

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ce dernier nécessite une logistique et une organisation appropriée.

Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, Les éléments de ces analyses sont multiples :

- ✓ Statistiques générales.
- ✓ Comptage sur routes (manuels, automatiques).
- ✓ Enquêtes de circulation.

Chapitre II : Etude du trafic.

IV- Calcul de la capacité:

IV-1-Définition:

La capacité d'une route est le flux horaire maximum de véhicule qui peut passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme pendant un temps donné (en général 1/4heure).

IV-2- Projection futur du trafic:

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

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

Avec :

TJMA_h : le trafic à l'année horizon.

TJMA₀: le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

τ: taux d'accroissement du trafic (%).

IV-3-Calcul du trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicule particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les poids lourd en (uvp). le trafic effectif est donné par la relation suivante :

Avec:

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

T_{eff}: Trafic effectif à l'année horizon en (uvp/h).

Z: Pourcentage de poids lourd.

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

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

Tableau II-1 : coefficients d'équivalence (p)

Routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

Chapitre II : Etude du trafic.

IV-4-Débit de pointe horaire normal :

Le débit de pointe horaire normal est une fonction du trafic effectif à l'horizon, i les t 'exprimé en unité de véhicule particulier (uvp), et il est donné par la formule suivante

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

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

IV-5-Débit horaire admissible :

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

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

Avec: **K₁**: coefficient lié à l'environnement.
K₂: coefficient de réduction de capacité.
C_{th}: capacité effective par voie,

Tableau II-2: Valeurs de K1.

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau II.3: Valeurs de K2.

Environnement	Categories de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1	1	1	1	1
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Chapitre II : Etude du trafic.

Tableau II.4 : valeurs de la capacité théorique

Capacité théorique des routes en uvp/h									
Dégagement latérale ou largeur des accotements	Largeur de chaussée unique								2 chaussées Autoroute Ou route express (2)
	4m	2 voies			3 voies		4 voies (1)		
		5m	6m	7m	9m	10.5m	12m	14m	
1.80 et plus	1100	1300	1600	2000	2600	3200	3000 4500*	3400 5100*	1800 5400*
1.20	1000	1200	1500	1900	2400	3000	2950 4400*	3300 5000*	1750 5300
0.60	(x)	1100	1350	1700	2200	2700	2900 4300*	3200 4800*	1700 5100*
0.00	(x)	(x)	1200	1500	2000	2400	2650 4000*	3000 4500*	1500 4500*

IV-6-Détermination de nombre de voies :

Cas d'une chaussée bidirectionnelle : on compare Q à Q_{adm} et on la valeur de Q_{adm} la plus proche à Q .

Cas d'une chaussée unidirectionnelle: le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport

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

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

V- Application au projet:

V-1-Les données du trafic:

On a une route bidirectionnelle avec les caractéristiques suivantes :

- Le trafic 2024 : TJMA = **15000 uvp/j**
- P : charge max par roue (**6.5t**).
- Le taux d'accroissement annuel du trafic : $\tau = 4\%$.
- Le pourcentage de poids lourds : $Z = \%PL = 10\%$
- L'année de mise en service: **2024**.
- La durée de vie du projet : **20 ans**.
- Environnement E2.

Chapitre II : Etude du trafic.

V-2 Projection futur du trafic :

L'année de mise en service (2024):

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

- $TJMA_{2024} = 15000(1+0.04)^0 = 15000 \text{ V/J.}$

$$TJMA_{2024} = 15000 \text{ UVP/J.}$$

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

- $TJMA_{2044} = 15000(1+0.04)^{20} = 32866.5 \text{ V/J.}$

$$TJMA_{2044} = 32866.5 \text{ UVP/J.}$$

V-3-Calcul du

trafic effectif

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + p \times Z]$$

$TJMA_h$.

Pour une route à deux voies avec l'environnement E2 le coefficient d'équivalence $p=6$

- $T_{\text{eff}} = [(1 - 0.1) + (6 \times 0.1)] 32866.5 = 49299.75 \text{ UVP/j.}$

$$T_{\text{eff}} = 49299.75 \text{ UVP/j}$$

V-4-Débit de pointe horaire normal :

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

Avec:

(1/n): Coefficient de pointe horaire pris égale à 0,12.

$$Q = 0.12 \times 49299.75 = 4108.31 \text{ uvp/h.}$$

$$Q = 4108.31 \text{ uvp/h.}$$

Chapitre II : Etude du trafic.

V-5-Débit

admissible :

$$Q_{adm}=K1.$$

K2. C_{th}

Avec:

$$K1 = 0.85$$

$$K2 = 0.99$$

$$C_{th} = 1800 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 1800 = 1514.7 \text{ UVP/h.}$$

$Q_{adm} = 1514.7 \text{ uvp/h}$

V-6-Le nombre de voies:

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

$$\square n = (2/3) \times (4108.31/1514.7) \approx 1.8 = 2$$

$n = 2 \text{ voies}$

Tableau III-5: Résultats de calcul.

	TJM A202 4 UVP /J	TJM 2044 UVP V/J	T _{eff} 2044 UVP/J	Q _{adm} UVP/h	Q UVP/h	N
Valeur	15000	32866.5	49299.75	1514.7	4108.31	2

V-7-Calcul de l'année de saturation :

$$Q=Q_{adm} \times (1 + \tau)^n$$
$$4108.31=1514(1+0.04)^n$$
$$n=25.5$$

n=25.5 ans.

L'année de saturation :

2024+25=2049

I. Introduction :

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée. Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs. Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol. L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés ; Ce qui exige des reconnaissances géotechniques.

II- Le rôle de l'étude géotechnique :

La géotechnique permet d'étudier les propriétés des sols et des roches en fonction des projets et des constructions telles que les routes et les ouvrages d'arts.

La géotechnique joue un rôle essentiel dans tous les travaux de génie civil et d'aménagements. On peut citer :

- Les fondations des ouvrages : bâtiments, ponts, usines, silos....
- Les ouvrages de soutènement.
- La stabilité des pentes naturelles et des talus.
- Les terrassements : routes, autoroutes, voies ferrées....
- Les tunnels et travaux souterrains.
- Les barrages et notamment digues et barrages en terre.
- Les ouvrages fluviaux, portuaires et maritimes.
- L'hydrogéologie et la protection de l'environnement.

III- Les moyens de la reconnaissance :

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.

IV- Les différents essais de laboratoire :

Les essais réalisés en laboratoire sont :

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

➤ Les essais d'identification :

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

a) Analyse granulométrique :

Est un essai qui a pour objet de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur. Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite sur un graphique, cette analyse se fait en générale par un tamisage.



Figure III-1: Méthode d'exécution d'essai analyse granulométrie

b) Equivalent du sable :

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

c) Limites d'Atterberg :

Limite de plasticité (WP) et limite de liquidité (WL), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol : WP sépare l'état solide de l'état plastique et WL sépare l'état plastique de l'état liquide ; les sols qui représentent des limites d'Atterberg voisines, c'est-à-dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité. $IP = WL - WP$, est donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

➤ Les essais mécaniques :

- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.

a) Essai Proctor :

L'essai Proctor, mis au point par l'ingénieur Ralph R. Proctor (1933), est un essai géotechnique qui permet de déterminer la teneur en eau nécessaire pour obtenir la densité sèche maximale d'un sol granulaire (ou non) par compactage à une énergie fixée. Les caractéristiques de compactage Proctor sont des paramètres très utilisés pour identifier les matériaux et pour définir les spécifications de compactage qui leur sont applicables lorsqu'ils sont utilisés dans la construction des remblais, des couches de Forme et des assises de chaussées.



FigureIII-2 : Matériel pour l'essai Proctor

❖ But de l'essai :

Son but c'est la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour un compactage bien défini.

❖ Principe de l'essai :

L'essai consiste à compacter dans un moule normalisé, à l'aide d'une dame normalisée, selon un processus bien défini, l'échantillon de sol à étudier et à mesurer sa teneur en eau et son poids spécifique sec après compactage.

L'essai est répété plusieurs fois de suite sur des échantillons portés à différents teneurs en eau. Et aussi on définit plusieurs points d'une courbe (γ_d, ω) ; on trace cette courbe qui

représente un maximum dont l'abscisse est la teneur en eau optimale et l'ordonnée la densité sèche optimale.

b) Essai C.B.R :

L'essai CBR (Californian-Bearing-Ratio) est un essai de portance (aptitude des matériaux à supporter les charges) des remblais et des couches de formes compactées des ouvrages routiers.

Il s'agit de déterminer l'Indice Portant Immédiat, Indice CBR (Californian-Bearing-Ratio) après immersion d'un sol ou d'un matériau granulaire utilisé dans la construction des ouvrages en terre ou des assises de chaussées.

C'est un essai de poinçonnement à l'aide d'une presse standard (presse CBR) à vitesse constante (1,27 tr/mn) et le diamètre du piston 19,6 cm.



Figure III-3 : Les appareils pour l'essai CBR

❖ But de l'essai :

L'objectif principal de cet essai c'est de connaître les caractérisations mécaniques des sols naturels et de sols compactés dans des remblais et des couches de forme, de fondations et de sous-fondations de routes et aéroports. Donc c'est un essai qui a pour but :

- D'établir une classification des sols (GTR) « Guide des Terrassements Routières »
- D'évaluer la traficabilité des engins de terrassement (IPI) « Indice de Portance Immédiat).
- Déterminer l'épaisseur des chaussées CBR (Californian-Bearing-Ratio) augmente ⇒ épaisseur diminue)

❖ **Principe de l'essai :**

Il mesure la résistance à l'effort tranchant d'un sol et le gonflement du sol lorsqu'il est immergé dans l'eau pendant 4 jours. Il nous permet de calculer la portance du sol, en estimant sa résistance au poinçonnement. Il est applicable aux sols fins, ainsi qu'aux sols grenus dont la teneur en éléments de plus de 20mm de dimension maximale ne dépasse pas 25%.

V- Condition d'utilisation des sols en remblais :

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

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

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

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

Tableau III-1: Résultat d'essais granulométrique

N° Puits	Profondeur (m)	Classification GTR	Granulométrie		ICBR à 95% OPM	Limite IP (%)	Proctor Modifié	
			Dmax (mm)	< 80 µm			γd max (t/m3)	W OPM (%)
PR-01	0.64 - 1.30	A1h	5.0 mm	8.28	27,16	-	2.17	7.20
PR-02	1.60 - 1.90	A2h	5.0 mm	82.07	2,5	27	2.02	9.60
PR-03	0.40 - 0.90	A2	5.0 mm	42.96	/	13	/	/

Tableau III-2 : Résultat d'essais d'indentification

Essais	N° Puits		PR-01	PR-02	PR-03
	Profondeur (m)		0.64/1.30	1.60/1.90	0.40/0.90
Essais d' identification	Granulométrie (%)	Dmax	5.0 mm	5.0 mm	5.0 mm
		< 5mm	71.54	97.94	87.03
		< 2mm	52.16	96.02	78.68
		< 80 µm	8.28	82.07	42.96
	Sédimentométrie (%)	25 µ m	-	52.10	15.46
		2 µm	-	30.29	6.92

Tableau III-3: Résultat d'essais mécanique

Essais	N° Puits		PR-01	PR-02
	Profondeur (m)		0.64/1.30	1.60/1.90
Mécaniques	Proctor	$\gamma_{d \max}$ (t/m ³)	2.17	2.02
		W _{OPM} (%)	7.20	9.60
	Essai CBR	CBR à 10 CC	22.40	1.62
		CBR à 25 CC	30.64	2.39
		CBR à 55 CC	31.73	2.56
	I _{CBR} à 95% OPM		27.16	2.52

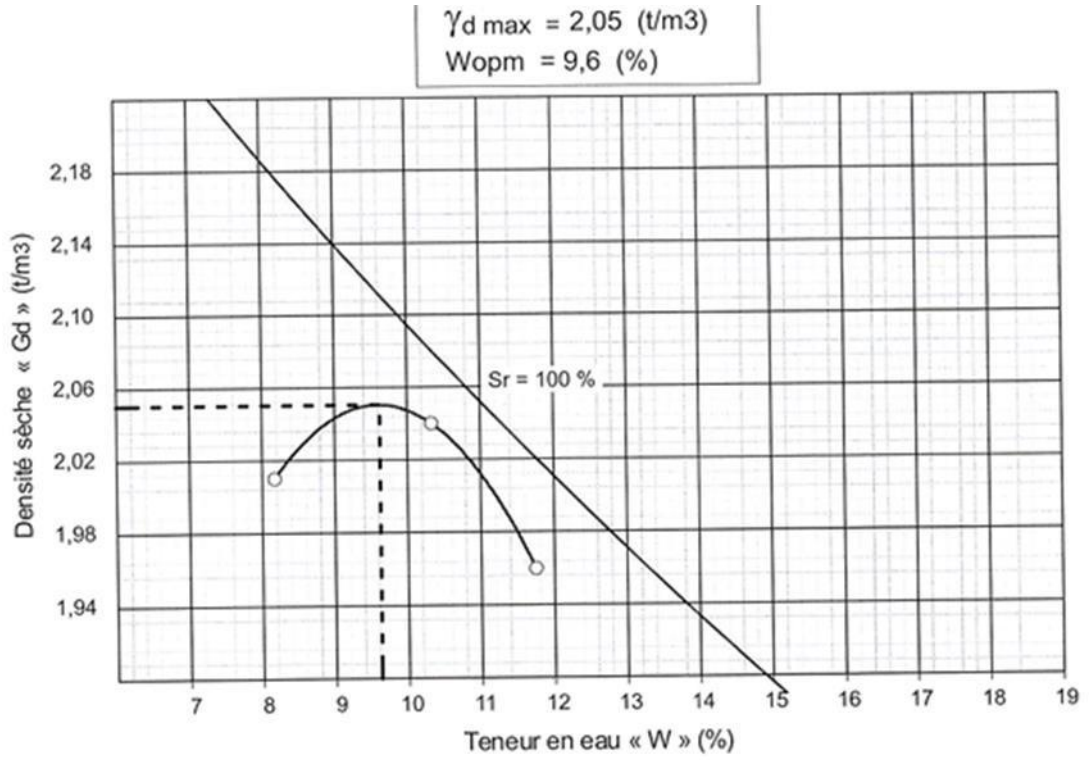
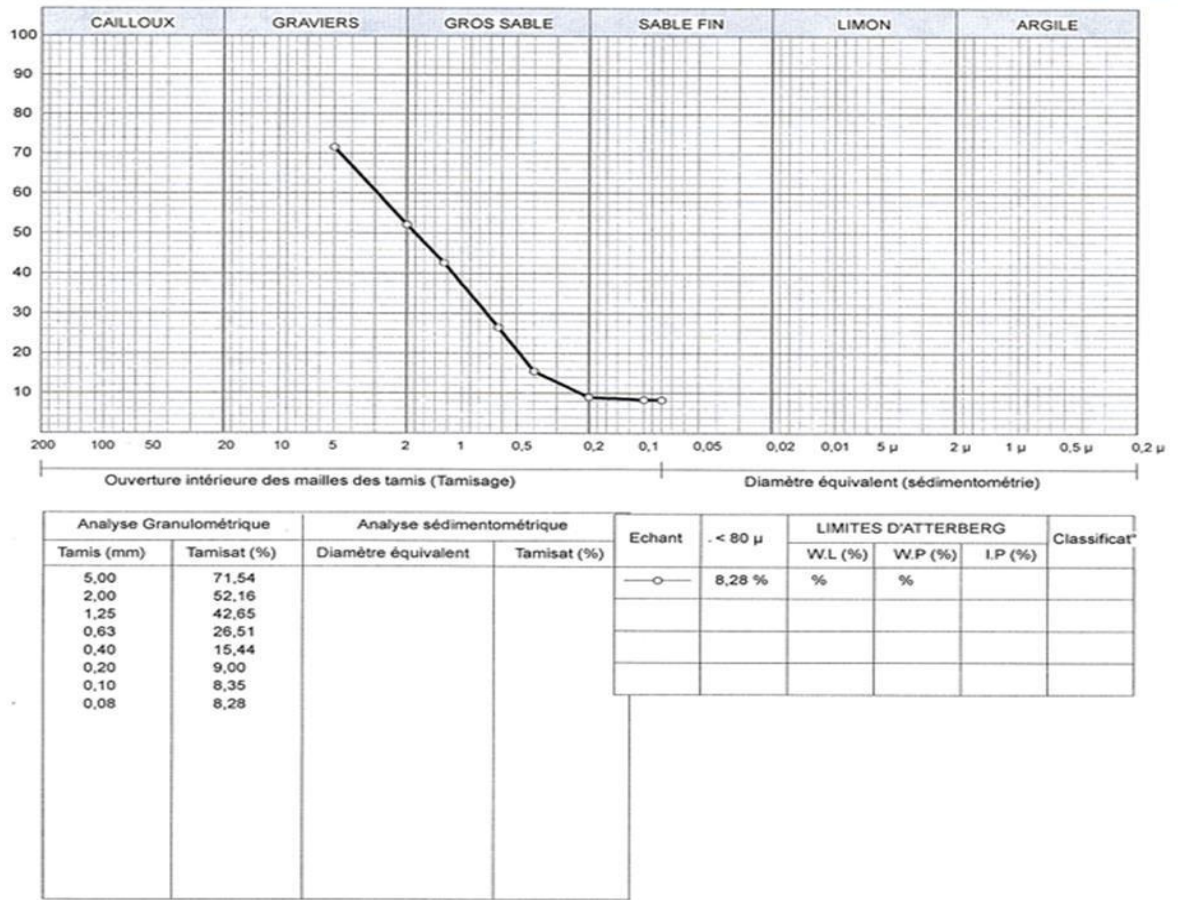


Figure III-4 : RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR(PR02)

Figure III- 5: RAPPORT D'ESSAI ANALYSE GRANULOMETRIQUE (PR01)



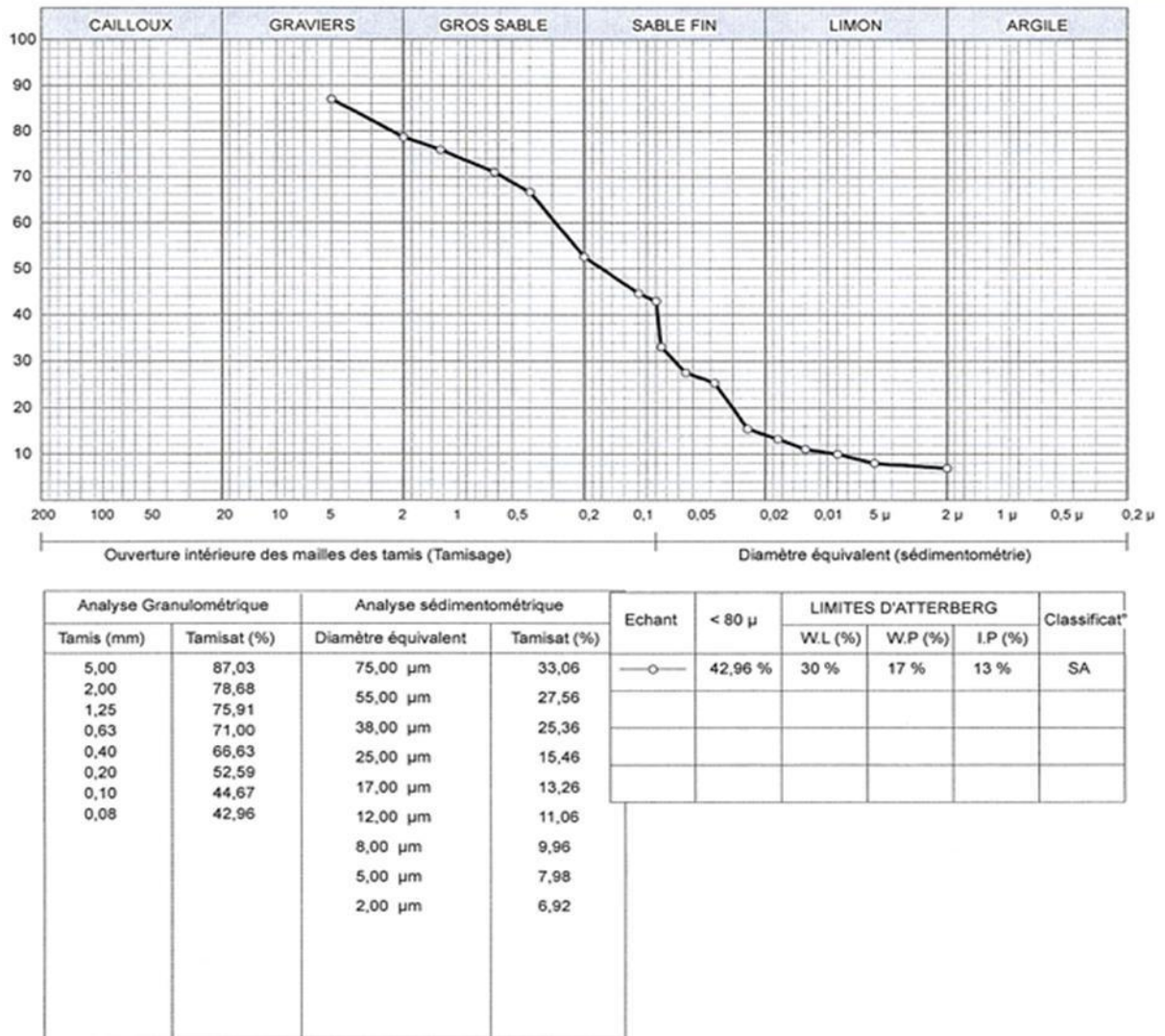


Figure III -6 : RAPPORT D'ESSAI ANALYSE GRANULOMETRIQUE(PR02)

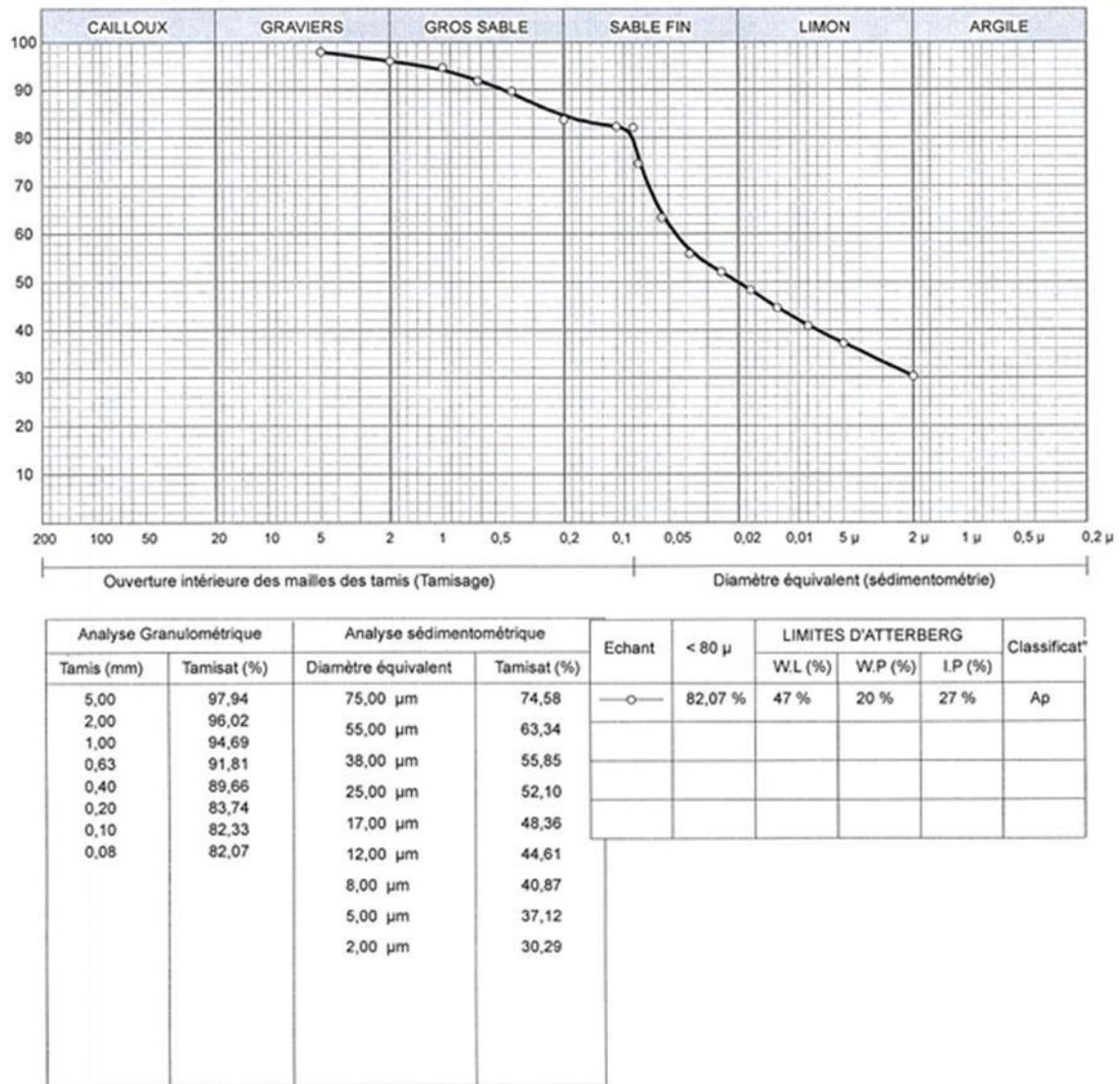


Figure III-7 : RAPPORT D'ESSAI ANALYSE GRANULOMETRIQUE(PR03)

Conclusion :

L'étude géotechnique est essentielle pour garantir la stabilité et la sécurité des infrastructures routières.

I-Introduction:

La chaussée est une structure composite, multicouche plus ou moins complexe. Son dimensionnement consiste à déterminer l'épaisseur de ses différentes couches. Ces épaisseurs doivent être suffisantes pour qu'elles assurent la sécurité et le confort des passagers, et pour répondre aux normes exigées.

Pour assurer son rôle, la chaussée doit avoir une assise et un revêtement propre, lui permettant de résister aux différentes sollicitations géotechniques et climatiques, et à l'intensité du trafic.

II- Différentes catégories de chaussée:

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

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

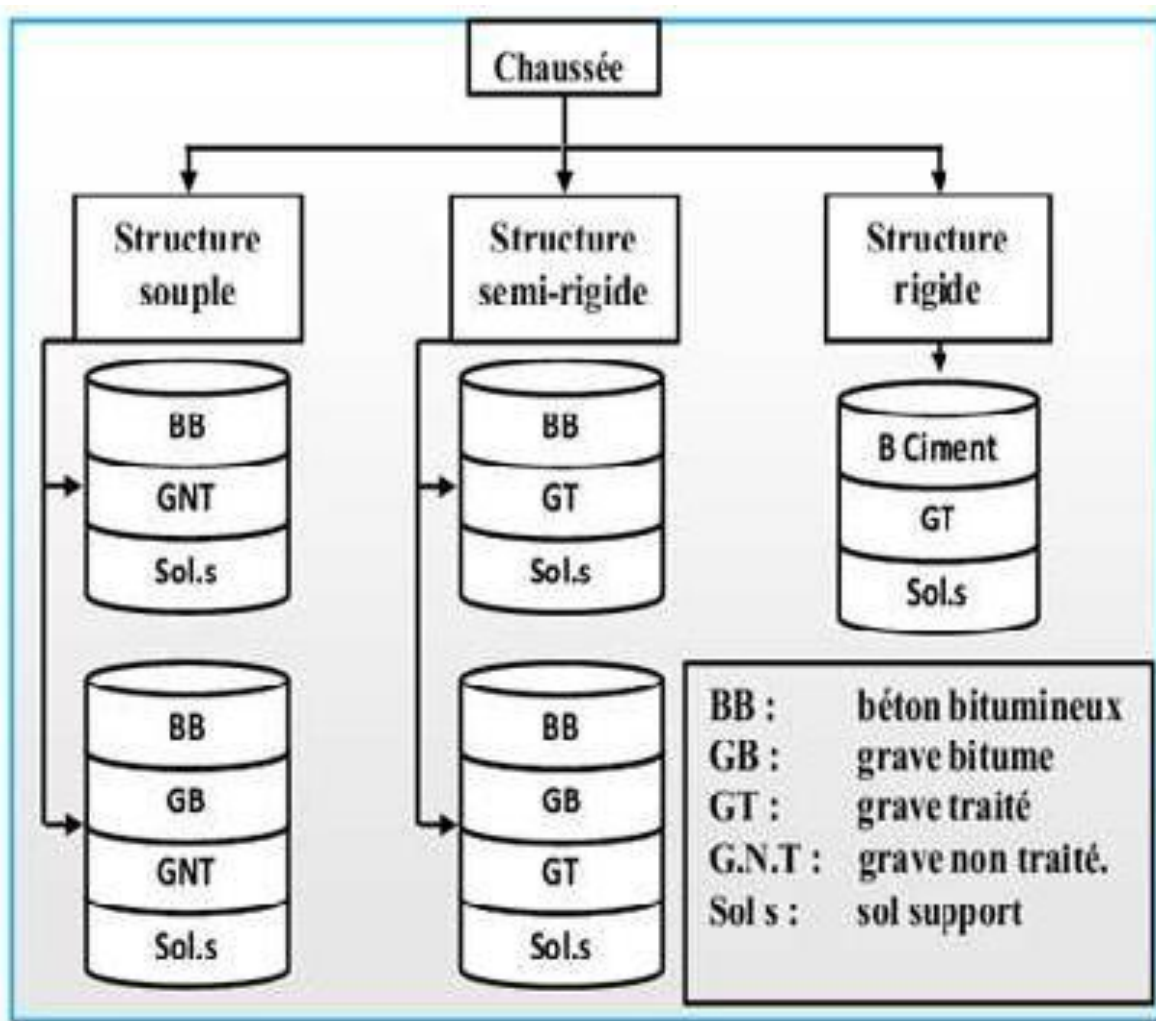


Figure IV-1: Schéma récapitulatif

Chapitre IV: Dimensionnement du corps de chaussée

II-1-Chaussée souple:

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs:

- ✓ Les sols et matériaux pierreux à granulométrie
- ✓ Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes:

a) -Couche de surface(roulement):

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

❖ **Couche de roulement** : en enrobés denses en béton bitumineux, qui a pour rôle:

- ✓ D'imperméabiliser la surface de chaussée.
- ✓ D'assurer la sécurité (par l'adhérence) et le confort des usagers (diminution de bruit).

❖ **Couche de liaison** : en enrobés semi-denses en béton bitumineux, qui a pour rôle:

- ✓ Assurer une transition avec les couches inférieures les plus rigides.

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

b) -Couche de base :

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

Elle reprend les efforts verticaux et répartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

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

c)-Couche de fondation:

Couche inférieure du corps de chaussée, composée en général de graves traités avec du bitume, du ciment ou du laitier (matière vitreuse produite dans les hauts-fourneaux), elle a le même rôle que celui de la couche de base.

L'épaisseur de la couche de fondation est environ de **20 cm**, et elle est éventuellement complétée par des sous couches.

d)-Couche de forme:

Elle est prévue pour répondre à certains objectifs à court terme. Elle est constituée de:

- ✓ **Sol rocheux** : joue le rôle de nivellement à fin d'aplanir la surface.
- ✓ **Sol peu portante (argileux à teneur en eau élevée)** : Elle assure une portance suffisante à court terme permet aux engins de chantier de circuler librement. On tient compte de cette couche dans le cas d'amélioration de la portance du sol support à long terme.

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

II-2-chaussée rigide:

Une chaussée est dite rigide si elle comporte une dalle en béton. Cette dalle correspond à la fois, à la couche de base et à la couche de surface d'une chaussée souple. Généralement, elle repose sur une couche de fondation matériau non traitée éventuellement sur une sous couche entre la couche de fondation et le terrain naturel.

Chapitre IV: Dimensionnement du corps de chaussée

Utilisée pour des constructions à grandes sollicitations de charges (Cas d'un épave d'aérodrome ou station de service).

II-3-Chaussée semi-rigide:

C'est un cas intermédiaire entre les chaussées souples et les chaussées rigides. Représente une faible déformabilité, comporte une couche de base et quelques fois, une couche de fondation traitée aux liants hydrauliques (ciment, laitier...)

On distingue:

- ✓ Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulats...). La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 mm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.
- ✓ Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

Remarque : En Algérie, pour des raisons économiques la plupart des ouvrages routiers sont réalisés avec des chaussées souples, les chaussées rigides sont réservées juste à quelques cas particuliers telles que les stations de services, les parcs...etc.

III- Les paramètres pris en compte pour le dimensionnement des chaussées:

Les critères pris en compte pour dimensionner une chaussée ont:

- ✓ Le trafic.
- ✓ La qualité de la plate-forme support de la chaussée.
- ✓ Les caractéristiques des matériaux disponibles.
- ✓ Les conditions climatiques.

IV- Les méthodes de dimensionnement:

Plusieurs méthodes existent pour le dimensionnement du corps de chaussée, parmi les plus connues et les plus utilisées en Algérie, on peut citer deux méthodes ont comme point commun leurs prises en considération le trafic circulant sur la voie à construire et le sol utilisé.

IV-1-Méthode California–Bearing–Ratio (CBR):

C'est une méthode semi empirique, qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié. La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient en tenant compte de l'influence du trafic par l'application de la formule présentée ci-après :

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

Chapitre IV: Dimensionnement du corps de chaussée

Avec:

e: épaisseur totale du corps de chaussée.

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

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

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

Log: logarithme décimal.

❖ Notion de l'épaisseur équivalente :

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques des différentes couches d'une chaussée. Donc l'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des couches, Elle donnée par

D'où:

$$e_{\text{éq}} = \sum a_i e_i$$

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

Avec:

- **a₁ x e₁**: couche de roulement; en général de 6 à 14 cm.
- **a₂ x e₂**: couche de base ; en général de 10 à 20 cm.
- **a₃ x e₃**: couche de fondation ; en général de 20 à 31.5 cm.

❖ Le coefficient d'équivalence:

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

Tableau IV-1: Les coefficients d'équivalence.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux	2.00
Grave-bitume	1.60 à 1.70
Grave-ciment , gravelaitier	1.50
Sablelaitier	1.30
Sable-ciment	1.00 à 1.20
Grave concassée non traitee	1.00
Grave sableuse (TVO)	0.75
Sable	0.50

Chapitre IV: Dimensionnement du corps de chaussée

V- Application au projet:

Nous utilisons donc pour le calcul des deux méthodes explicitées plus haut les comparées afin d'obtenir le corps de chaussée le plus adéquat.

V-1-Méthode California-Bearing-Ratio (CBR):

Données:

- L'année de mise en service: 2024
- Le pourcentage (%) des poids lourds : $Z=10\%$
- Taux d'accroissement annuel: $\tau=4\%$
- La durée de vie estimée: 20ans
- Indice CBR: 5
- $TJMA_{2024}=15000 \text{ V/J}$
- $TJMA_{2044}=32867 \text{ V/J}$

Rappel :

Le trafic à prendre en compte pour le dimensionnement des chaussées, c'est le trafic poids lourds sur la voie la plus chargée de la chaussée.

Répartition transversale du trafic :

- Chaussée unidirectionnelle à 2 voies : 90 % du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée unidirectionnelle à 3 voies : 80 % du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée bidirectionnelle à 2 voies : 50% du trafic PL.
- Chaussée bidirectionnelle à 3 voies : 50% du trafic PL.

Dans notre cas, il s'agit d'une route bidirectionnelle à 2 voies : répartition du trafic 50% sur chaque voie, soit **50% de 15000 V/J = 7500 V/J/sens** ; ce qui correspond à **7500 × 10% = 750 PL/j/voie**.

$$N_{20\text{ans}} = 750(1+0.04)^{20} = 1050 \text{ V/j/voie (à la 20^{ème} année).}$$
$$\frac{100 + (\sqrt{6.5})^{(75 + 50 \log^{1643})}}{5 + 5} = 57$$



$$e = 53 \text{ cm}$$

Avec:

$$e = \sum a_i e_i = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3$$

Remarque:


Lorsque le corps de chaussée est composé de différents matériaux, on utilise le coefficient d'équivalence de chaque matériau.

Chapitre IV: Dimensionnement du corps de chaussée


Les coefficients d'équivalence des matériaux utilisés:

- **Couche de roulement BB** $a_1=2.00.$
- **Couche de base GB** $a_2=1.60.$
- **Couche de fondation** $a_3=1.00.$

Dans notre calcul on fixe l'épaisseur de la couche de roulement de base, puis on calcule l'épaisseur de la couche de fondation.

On fixe :  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Couche déroulement en BB : } e_1=6\text{cm.} \\ \text{Couche de base en GB : } e_2=10\text{cm.} \end{array} \right.$

$$\left. \begin{array}{l} e=2 \times 6 + 1.6 \times 10 + 1 \times e_3 \\ 53 = 12 + 16 + 1 \times e_3 \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{arrow}} e_3 = \frac{53 - (12 + 16)}{1} =$$

 $e_3 = 25\text{cm}$



e₃ = 25 cm

Remarque:

- Nous avons choisi le matériau non traité pour des conditions économiques.
- Pour notre cas on a un ~~CBR=5~~ S_3 les les t de faible portance (tableau V.4) ,alors nous proposons une couche de forme de **40 cm de tuf** pour améliorer la portance du sol support ,c'est-à-dire obtenir un CBR compris entre ~~10 et~~ **25** S_2 (tableau V.3).

Tableau IV-2: Dimensionnement du corps de chaussée.

Couches	Epaisseur réelle cm	Epaisseur équivalente cm
Couche de roulement en BB.	6	12
Couche de base en GB.	10	16
Couche de fondation en GC.	25	25
Total	41	53

Conclusion :

Structure de chaussée retenue avec la méthode CBR:
6(BB)+10(GB)+25(GC) avec une couche de forme de **40 cm** de tuf.

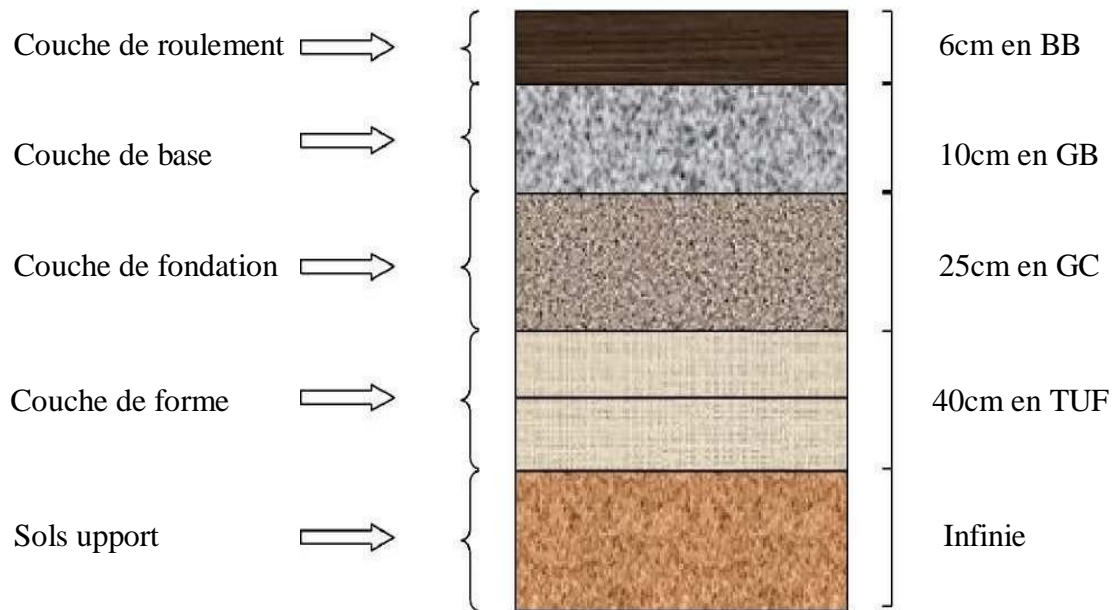


Figure V-2: Schéma des différentes couches.

Méthode des catalogues des structures (C.C.T)

I.1 Détermination du type de réseaux routier

Le réseau principale décompose deux niveau qui parle SETRA, Et dans notre projet on a $TJMA (2024) = 15000v/j > 1500v/j$.

Donc

Le rseau principal est RP1.(D'apres le tableau suivant de catalogue).

Réseau principal	Traf (vehicule/jour/sens)
RP1	>1500
RP2	<1500

Tableau IV-3 : Classification des réseaux principaux

II.2 Déterminer classe de trafic TPLi

La classe de trafic (TPLI) est déterminée a partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée l'année de mise en service.

$$TJMA_{2024} = 15000v/j.$$

$$TJMA_{2024} = (15000)/2 = 7500v/j/sens.$$

$$TPL_{2024} = 7500 * 0.1 = 750 PL/j/sens.$$

$TPL_{2024} = 750 * 0.5 = 375 PL/j/sens$, de poids lourds par jour par sens sur la voie la plus charge (VPC).

Classe TPLi pour RP1

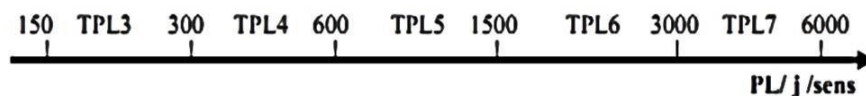


Figure IV.3 : Classes de TPLI pour RP1.(Source: C.T.T.P).

-D'après les calculs on a trouvé le TPLi de notre projet est TPL4

III.3 Détermination de la portance de sol-support de la chaussée

Présentation de classe Sol support :

Le tableau sous dessous regroupe les classes de portance des sols par ordre croissant de S4 S0. Cette classe cation sera également utilise e pour les sol-supports de chaussée.

Portance (si)	CBR	Interpretation
S4	<5	très mauvaise portance
S3	5-10	Mauvaise portance
S2	10-25	Portance moyenne
S1	25-40	Bonne portance
S0	>40	Très bonne portance

Tableau IV-4 : Classes de portance des sols (C.T.T.P) selon l'indice de CBR

-Dans notre cas, on a une très mauvaise portance du sol ($CBR \leq 5$), donc doit améliorer .

Portance de sol	Matériau de CF	Épaisseur de CF E_{cf}	Portance visée
<S4	Non trait	50cm (2 couches)	S3
S4	Non trait	35cm	S3
S4	Non trait	60cm (2 couches)	S2
S3	Non trait	40cm (2 couches)	S2
S3	Non trait	m (2 couches)	S2

Tableau IV-5 : épaisseurs de la couche de forme (C.T.T.P)

Selon le tableau ci-dessus, est proposé une couche de forme d'épaisseur de 40cm

$$E = 5 \times CBR = 5 \times 10$$

$$E = 50 \text{ MPa}$$

La portance du sol support doit être au moins de 50MPa, la classe de portance visée est S2 (CBR 10-25), le passage de S3 à S2 nécessite la mise en place d'une couche de forme en TVO ou en TUF de 40 cm (en deux couches).

Donc nous optons pour une couche de forme de 40cm d'épaisseur en 2 couches de TUF, ce qui nous permet de passer une portance du sol d'une classe S2.

On propose la structure suivant selon le catalogue Algérien (fascicule 3).










TPLi PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000 TPL7				
3000 TPL6				
1500 TPL5				
600 TPL4				
300 TPL3				
150				

Figure IV.4 : Structure de chaussée de notre projet d'après le CTTT-fascicule3.

Les résultats déduits de la méthode de dimensionnement des chaussées neuves, sont comme suivis :

Couche de roulement en béton bitumineux : $BB=6\text{cm}$.

Couche de base en grave bitume: $GB=15\text{cm}$.

Couche de fondation en grave non trait : $GNT=35\text{cm}$.

Couche de forme en Tuf de 40cm d'épaisseur (en 2 couches).

$$6BB + 15GB + 35GNT + 40TUF$$

Conclusion :

Le dimensionnement de la chaussée avec les Méthode California–Bearing–Ratio (CBR) et Méthode des catalogues des structures (C.C.T), nous donnent les résultats suivants :

Tableau IV-5 : Résultats de dimensionnement

Méthode California–Bearing–Ratio (CBR)	Méthode des catalogues des structures (C.C.T)
$6(BB) + 10GB + 25(GC) + 40TUF$	$6BB + 15GB + 35GNT + 40TUF$

II- Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support:

Il faut vérifier les déformations ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide d'ALIZE III sont inférieures aux valeurs admissibles calculées ($\epsilon_{t, adm}$, $\epsilon_{z, adm}$).

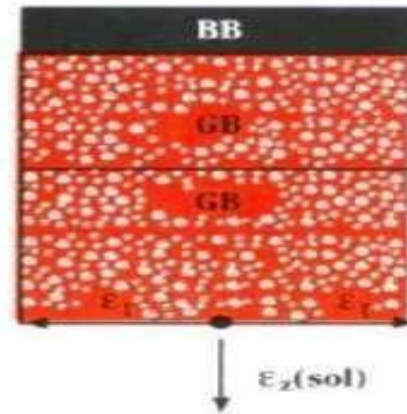
❖ Mode de fonctionnement pour le type de structure:

Où :

ϵ_t : Etant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume

ϵ_z : Etant la déformation verticale sur le sol Support.

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



❖ Calcul de la déformation admissible sur le sol support $\epsilon_{z, adm}$:

Données par une relation empirique déduite à partir d'une étude statistique de comportement de chaussées Algériennes :

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

➤ Calcul du trafic cumulé de PL (TC_i):

Le TC_i est le trafic cumulé de PL sur la période de considérée pour le dimensionnement. Il est donné par la formule suivante:

$$TC_i = TPL_i \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

Où:

i: taux d'accroissement (τ) pris égal à 4%.

n: durée de vie = 20 ans.

$TPL_i = 375 \text{ PL/J/sens.}$

$$AN: TC_i = 375 \cdot 365 \cdot \frac{1 + 0.04^{20} - 1}{0.04} = 5679 \text{ PL/J/sens.}$$

$TC_i = 5679 \text{ PL/J/sens.}$

➤ Calcul du trafic cumulé équivalent (TCE_i):

Le trafic à prendre en compte dans le calcul du dimensionnement :

$$TCE_i = TC_i \times A$$

Avec:

A : Coefficient d'agressivité du poids lourd par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes. Il est donné par le tableau 11 du catalogue fascicule 2. Ce coefficient dépend d'un niveau du réseau principale (RP1). $A = 0,6$.

AN: $TCE_i = 5679 \times 0,6 = 3407,4$ /J/sens.

TCE_i = 3407.4 PL/J/sens. (Pour $TPL_3: 9.8 \times 10^6 < TCE_3 < 19.6 \times 10^6$,

$$\Rightarrow \epsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (12.0 \times 10^6)^{-0.235} = 477.3 \times 10^{-6}$$

$$\epsilon_{z,adm} = 477.3 \times 10^{-6}$$

Dans le cas des chaussées traitée saubitume hydraulique, la pression sur le sol support sera tellement faible que le critère $\epsilon_z < \epsilon_{z,adm}$ sera pratiquement toujours vérifié.

❖ Calcul des déformations admissibles à la base des couches bitumineuses

$\epsilon_{t,adm}$:

Le calcul de la déformation admissible de traction ($\epsilon_{t,adm}$) à la base des couches bitumineuses est donnée par la relation suivante:

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times k_{ne} \times k_{\theta} \times k_r \times k_c$$

Où:

$\epsilon_6(20^\circ\text{C}, 25\text{Hz})$: déformation limite détenu au bout de 10^6 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 20°C et 25Hz (essai de fatigue).

k_{ne} : facteur lié a un ombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.

k_{θ} : facteur lié à la température.

k_r : facteur lié au risque et aux dispersions.

k_c : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur chaussées.

Avec:

$$k_{ne} = \frac{TCE_i}{20^6} \quad E(20c) \quad -tb\delta$$

$$k_{\theta} = \sqrt{\frac{E(\theta_{eq})}{E(20c)}} \quad ; k_r = 10$$

Chapitre IV: Dimensionnement du corps de chaussée

D'ou:

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(20^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times \left(\frac{TCE_i}{10^6}\right)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times kc$$

Avec:

- TCE_i**: Trafic en nombre cumulé d'essieux équivalents de 13t sur la durée considérée.
- b**: Pente de la droite de fatigue (b < 0).
- E(20°C)**: Module complexe du matériau bitumineux à 20°C.
- E(θ_{eq})**: Module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente.

δ = f(dispe

⇒

$$\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{C}{b}\right) h^2}$$

rsion) Ave

c:

- SN** : Dispersion sur la loi de fatigue.
- Sh** : Dispersion sur les épaisseurs (en cm).
- C**: Coefficient égal à 0.02.
- t**: Fractale de la loi normale, qui est fonction du risque adopté (r%).
 $\implies r\% = 15\%$

Tableau IV-7: Performances mécaniques des matériaux bitumineux.

Matériau (M TB)	E(30°C, 10 Hz) (Mpa)	E(25°C, 10 Hz) (Mpa)	E(20°C, 10 Hz) (Mpa)	E(10°C, 10 Hz) (Mpa)	ε ₆ (10°C, 25 Hz) (10 ⁻⁶)	-1/b	S _N	S _h (cm)	ν	K _c (Calage)
B B	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0,35	-
G B	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3

AN :

Chapitre IV: Dimensionnement du corps de chaussée

$$-1/b = 6,84b = \frac{-1}{6,84} = -0,1462. \quad k_{ne} = \frac{12,0 \times 10^6}{20^b} = 0,3477$$

K_{ne} = 0.3477

$$TCE_i = 12,0 \times 10^6$$

k_θ = 1.3363

$$k_{\theta} = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = 1,3363.$$

$$\delta = \sqrt{0,45^2 + (0,02 / -0,1464)^2} \cdot 3 = 0,6090$$

δ = 0.6090

$$k_r = 10^{-(-1,645) \times (-0,1462) \times (0,6090)} = 0,7137$$

K_r = 0.6574

Donc:

$$\epsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times 0,3477 \times 1,3363 \times 0,6574 \times 1,3 = 39,70 \times 10^{-6}$$

ε_{t,adm} = 39.70 × 10⁻⁶

Les déformations admissibles sont

$$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_{z,adm} \text{ sol support} = 477,3 \times 10^{-6} \\ \epsilon_{t,adm} \text{ à la base de GB} = 39,70 \times 10^{-6} \end{array} \right.$$

❖ Calcul par le logiciel alize III:

ALIZEIII est un logiciel de dimensionnement du corps de chaussée, il met en œuvre la Méthode rationnelle du dimensionnement d'une structure de chaussée. Il a été développé par le LCPC et le SETRA.

En tenant compte de la structure proposée par la méthode des catalogue la déformation obtenue pour la couche GB est de $\epsilon_z = 107,9 \times 10^{-6}$ qui dépasse la déformation admissible ayant pour valeur $89,7 \cdot 10^{-6}$, le calcul nous a donc amené à augmenter l'épaisseur de cette couche à 0,19 m

Le calcul donné par la figure ci-dessous:

Chapitre IV: Dimensionnement du corps de chaussée

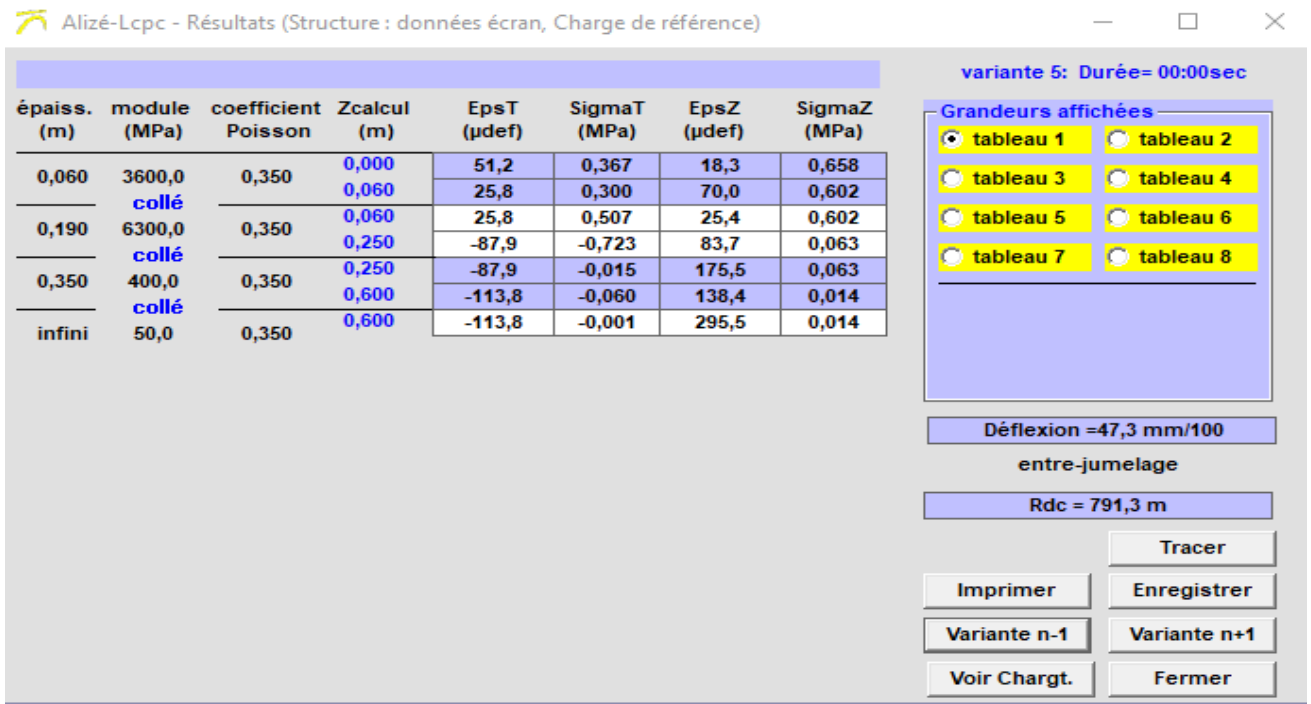


Figure V-6: Résultats écran-AlizeIII.

D'après le tableau ci-dessous les déformations calculées par ALIZEIII sont:

$$\epsilon_z = 87.9 \times 10^{-6} \text{ et } \epsilon_t = 295.5 \times 10^{-6}$$

❖ **Comparaison des résultats:**

❖ **Tableau V-8: Déformations.**

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par ALIZEIII
$\epsilon_{z,adm} = 477.3 \times 10^{-6}$	$\epsilon_z = 295.5 \times 10^{-6}$
$\epsilon_{t,adm} = 39.70 \times 10^{-6}$	$\epsilon_t = 87.9 \times 10^{-6}$

D'après le tableau ci-dessus les déformations sont vérifiées on a donc :

$$\epsilon_t < \epsilon_{t,adm} \quad \epsilon_z < \epsilon_{z,adm}$$

La structure finale est : **6BB+19GB+35GB.**

Résumé: l'application des deux méthodes nous donne les résultats suivant:

Tableau V-9: Comparaison des deux méthodes.

Méthode CBR.	Catalogue des structures.
$6(BB)+10GB)+25(GC)+40T$ <i>UF</i>	6BB+19GB+35GB+40Tuf.

VI-Conclusion :

D'après les résultats présentés dans le tableau ci-dessus, on remarque très bien que la méthode du catalogue nous donne le corps de chaussée le plus économique.

Bien que cette méthode tienne compte du trafic et de la portance du sol, toutefois, certains paramètres tels que la température, la durée de vie et la performance des matériaux, ne sont pas pris en considération comme dans le cas de la méthode des catalogues, on opte donc pour la structure obtenue par cette dernière.

❖ PARTIE I : Présentation brève du logiciel PISTE.

I-Introduction :

Les concepteurs des projets linéaires sont confrontés à des grandes difficultés, lors de la conception de leurs projets. C'est pour cela que le service d'étude technique des routes et autoroutes «**SETRA**», depuis près de 30 ans a conçu un logiciel d'aide à la conception des projets linéaires de génie civil, appelé «**piste+**».

Actuellement ce logiciel est l'outil de base des bureaux d'études, il facilite aux ingénieurs les tâches de travail quel que soit le cerneau (route, structure, comptabilité...) avec l'exactitude des résultats et diminution de la durée d'étude.

La route est un ouvrage spatial, représenté en trois dimensions, la projection de la route sur les trois plans de l'espace nous permet d'avoir les trois principales représentations graphiques de la route à l'aide du logiciel **Piste 5** :

- ✓ Tracé en plan.
- ✓ Profil en long.
- ✓ Profils en travers.

II- Présentation du logiciel Piste 5 :

Le logiciel Piste est l'un des logiciels les plus utilisés dans la conception routière. Il se base sur la méthode de conception géométrique des routes à partir du tracé en plan (AP), profil en long (PL) ; et profil en travers (PT).

L'utilisation de ce logiciel suppose connues les normes de la conception routière telles que :

- ✓ Aménagement des routes principales.
- ✓ Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines (ICTAVRU).
- ✓ Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison (ICTAAL).

III- Organigramme de l'application :

III-1-Un projet piste :

Un projet au sens de **Piste5** est constitué par un fichier principal appelé fichier Piste. Ce fichier est organisé par profils en travers, contient toutes les informations nécessaires à l'étude. Il est reconnu par l'extension.

Le schéma suivant résume l'interaction entre les fichiers principaux du logiciel piste5.

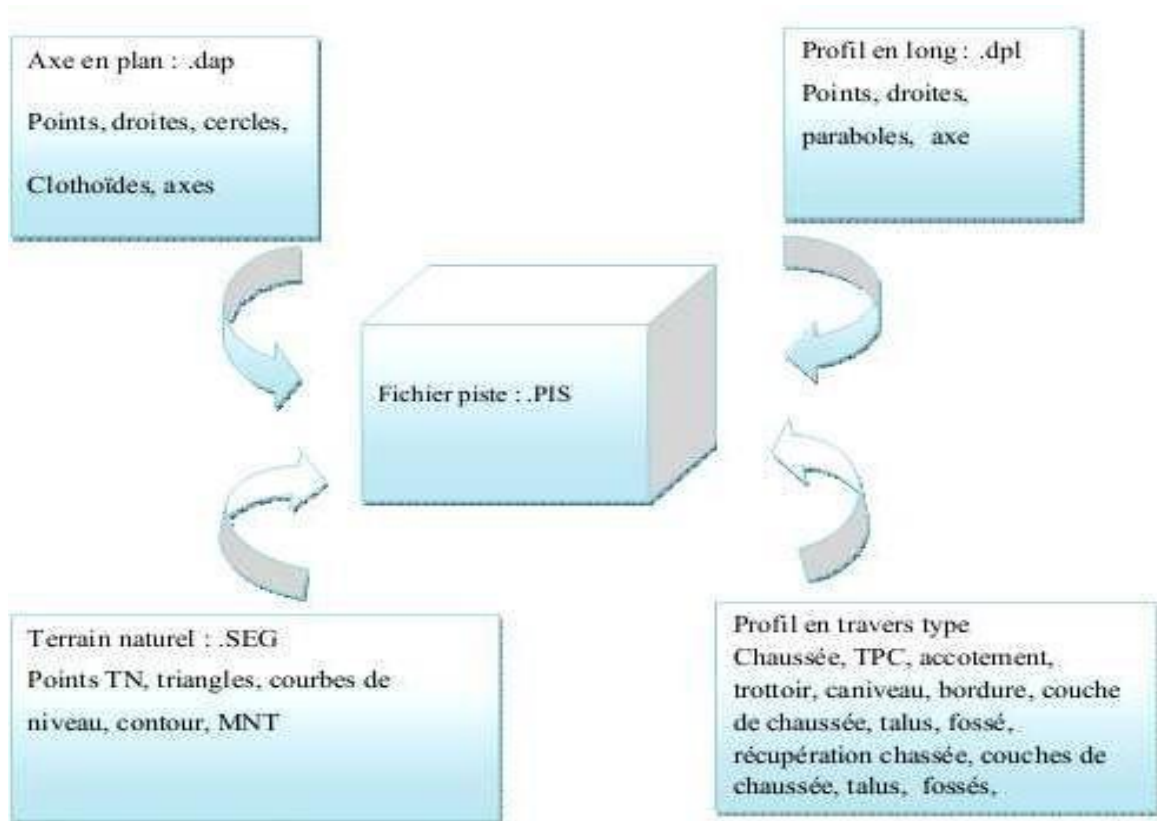


Figure V-1 : L'interaction entre les fichiers principaux du logiciel piste.

❖ PARTIE II : Caractéristiques géométriques.I-

Introduction :

Lors de la réalisation d'un projet routier, l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus favorable à la configuration du terrain.

Les caractéristiques du tracé doivent assurer les conditions de confort, de stabilité et la condition optique. Ces conditions sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et la rugosité de la chaussée assurée par la couche de roulement.

II- Tracé en plan:

II-1-Définition :

Le tracé en plan est une projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points déterminant le tracé de la route. Autrement dit C'est la représentation sur un plan horizontal de l'axe de la route à une échelle réduite.

Il est constitué en général par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercle reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif, plus essentiellement des arcs de clothoïde.

II-2- Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour faire un bon tracé en plan dans les normes on doit respecter certaines recommandations :

- ✓ L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- ✓ Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- ✓ Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- ✓ Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts.
- ✓ Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- ✓ Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- ✓ Eviter au maximum les propriétés privées.
- ✓ Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.

II-3- Les éléments géométrique du tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

- ✓ des alignements droits.
- ✓ Des arcs de cercle.
- ✓ Des courbes de raccordement progressives.

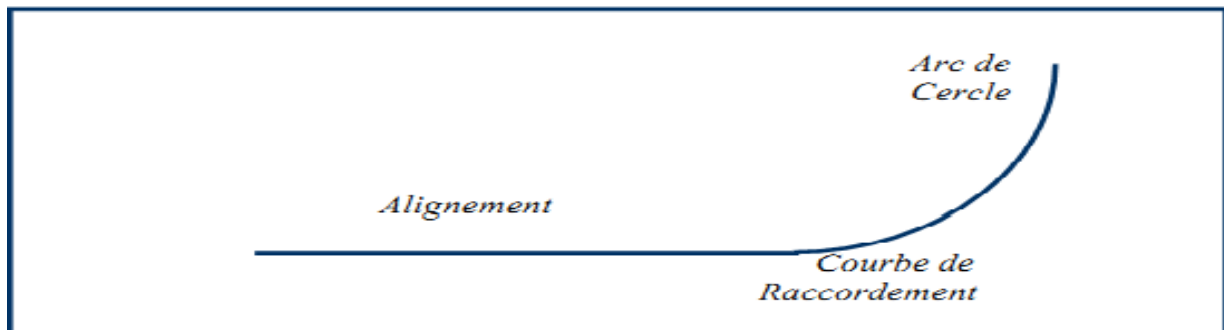


Figure V- 2: Schéma des éléments du tracé en plan.

1)-Les alignements :

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

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

$$L_{min} = T \cdot Vb / 3.6, \quad T = 5 \text{ sec} = 152$$

$$L_{max} = T \cdot Vb / 3.6, \quad T = 60 \text{ sec} = 1833$$

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

❖ Les Avantages :

- L'alignement droit c'est le plus court chemin pour relié deux points.
- Bonne conditions de visibilité.
- La facilité de réalisation.
- Absence de la force centrifuge.
- Dépassement facile.

❖ Les inconvénients :

- Eblouissement causé par les phares.
- Monotonie de conduite qui peut provoquer des accidents.
- La vitesse excessive.
- La longueur des alignements dépend de :
 - La vitesse de base V_B , plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
 - Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
 - Du rayon de courbure de ces sinuosités.

❖ La longueur des alignements dépend de :

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

❖ Les règles des alignements:

Le tableau suivant représente les valeurs extrêmes des alignements droits dans le tracé en plan :

Vitesse de base	V_B (Km /h)	80
La longueur minimale	$L_{\min}(m)$	110
La longueur maximale	$L_{\max}(m)$	1330

Tableau V-1 : Valeurs extrêmes du tracé en plan REF ICTAAL2000.

Remarque :

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

Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

2.1 Stabilité des véhicules en courbe :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire de cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules en temps plusieurs, en fait de fortes inclinaisons d'ou are cours à augmenter le rayon. Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaisons (dévers) ce qui implique un rayon minimal. Les rayons en plan doivent respecter les valeurs minimales résumées dans le tableau suivant :

Tableau V-2 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan Selon ICTAAL2000.

Catégorie		L ₁	L ₂
Rayon minimal	R _m (m)	600	400
Rayon minimal non déversé	R _{nd} (m)	1000	650
Rayon minimum sans courbe de transition	R(m)	1500	975

❖ Visibilité en courbe :

Un virage d'une route peut être masqué du côté intérieur de la courbe par le talus du déblai si la route est en tranchée, par une construction ou une 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.

❖ Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible :

Un long véhicule à deux essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit. Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement. La valeur de la bande sur la largeur théorique S est nécessaire pour une voie de circulation.

$$S = \frac{L^2}{2R}$$

Avec :

L : Longueur du véhicule (longueur moyenne est de 10m).

R : Rayon de l'axe de la route.

❖ Courbes de raccordement progressive :

Les courbes de rayon inférieur à $1.5R_{nd}$ sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïde).

Il faut d'après (l'ICTAAL2000) que la longueur de clothoïde soit au moins égale au:

$$MAX : \{14|\Delta\delta| \text{ et } R/9\}.$$

Où :

R (m) le rayon de courbure.

$\Delta\delta(\%)$ la différence des pentes transversales des éléments du tracé raccordés.

Remarque :

Tous les raccordements de notre tracé ce font sans clothoïde ($R > 1.5R_{nd}$).

2.2. Rayon horizontal minimal absolu(RHm) :

$$RHm = Vr^2 / 127(Ft + d_{max}) = 793.39 \text{ m}$$

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal.

Ft: coefficient de frottement transversal

2.3. Rayon minimal normal (RHn) :

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

$$RHn = (Vr + 20) / 127(Ft + d_{max}) = 14398$$

2.4. Rayon au dévers minimal (RHd) :

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel la chaussée est déversée vers l'intérieur du virage et telle que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse VB serait équivalente à celles subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit. Dévers associé

• $d_{min} = 2.5\%$ en catégorie 1 – 2

• $d_{min} = 3\%$ en catégorie 3 – 4

$$RHd = V_r^2 / (127 \cdot 2 \cdot D_{min}) = 1007.87 V_r^2 / (127 \cdot 2 \cdot D_{min}) = 1007.87$$

2.5. Rayon minimal non déversé (RHnd)

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse VBune courbe de devers égal à dmin vers l'extérieur reste inférieur à valeur limitée.

$$RHnd = V_r^2 / 127 \cdot 0,0035 \text{ (catég1-2)} = 14398$$

$$RHnd = V_r^2 / 127 (f' - d_{min}) \text{ (catég3-4-5)}$$

Avec :

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

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

2.6. Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

- Il n'y a aucun rayon inférieur à **RHm**, on utilise autant des valeurs de rayon \geq RHn que possible.
- Les rayons compris entre **RHm** et **RHd** sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à **0,5%** près entre dmax et d (RHm) C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constan

$$\text{Si : } RHm < R < RHN$$

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

$$RHm = 793.39 \text{ m}$$

$$D_{max} = 0.05$$

$$d = 4.7\%$$

$$\text{Si : } RHN < R < RHd$$

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

$$D_{min} = 0.02 \quad D = 1.7\%$$

les deux formoles sont vérifiés

II-4-Enchaînement des éléments du tracé en plan :

➤ Introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1 000 m à l'aide de courbes de plus grand rayon. En ce cas, deux courbes successives doivent satisfaire à la condition :

$R1 \leq 1,5R2$, où $R1$ est le rayon de la première courbe rencontrée et $R2 (<1,5R_{nd})$ celui de la seconde. Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur, d'une aire ou dans une zone à verglas fréquent.

➤ Séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins (200m), sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

II-5- Application au projet :

Nous allons à présent procéder à la conception du projet à partir du logiciel **PISTE 5** en effectuant les différentes étapes suivantes.

Etape 1 : Construction du terrain :

1- Comme première étape de la construction du terrain, nous devons copier le fichier Excel qui contient le levé topographique que nous a procuré l'ANA dans un Blok notes, et l'enregistrer sous format (Levé. xyz), pour que ce dernier puisse être lu par le logiciel Piste 5.

2- On ouvre le logiciel Piste 5 pour procéder à la construction du fond de plan comme suite.

Nouveau → Choisir fond de plan TPL (.seg)

Puis une boîte de dialogue va apparaître, on lui donne le nom de (Terrain), puis on clique sur ouvrir et OK sur les fenêtres qui vont suivre.

3- Chargement du fichier géométrique :

Fichier → Lire → Levé (le nom donnée aux points topographiques).

Ouvrir → ok → ok.

On obtient par la suite le nuage de points qui vont représenter notre terrain.

Chapitre V : Caractéristiques géométriques.

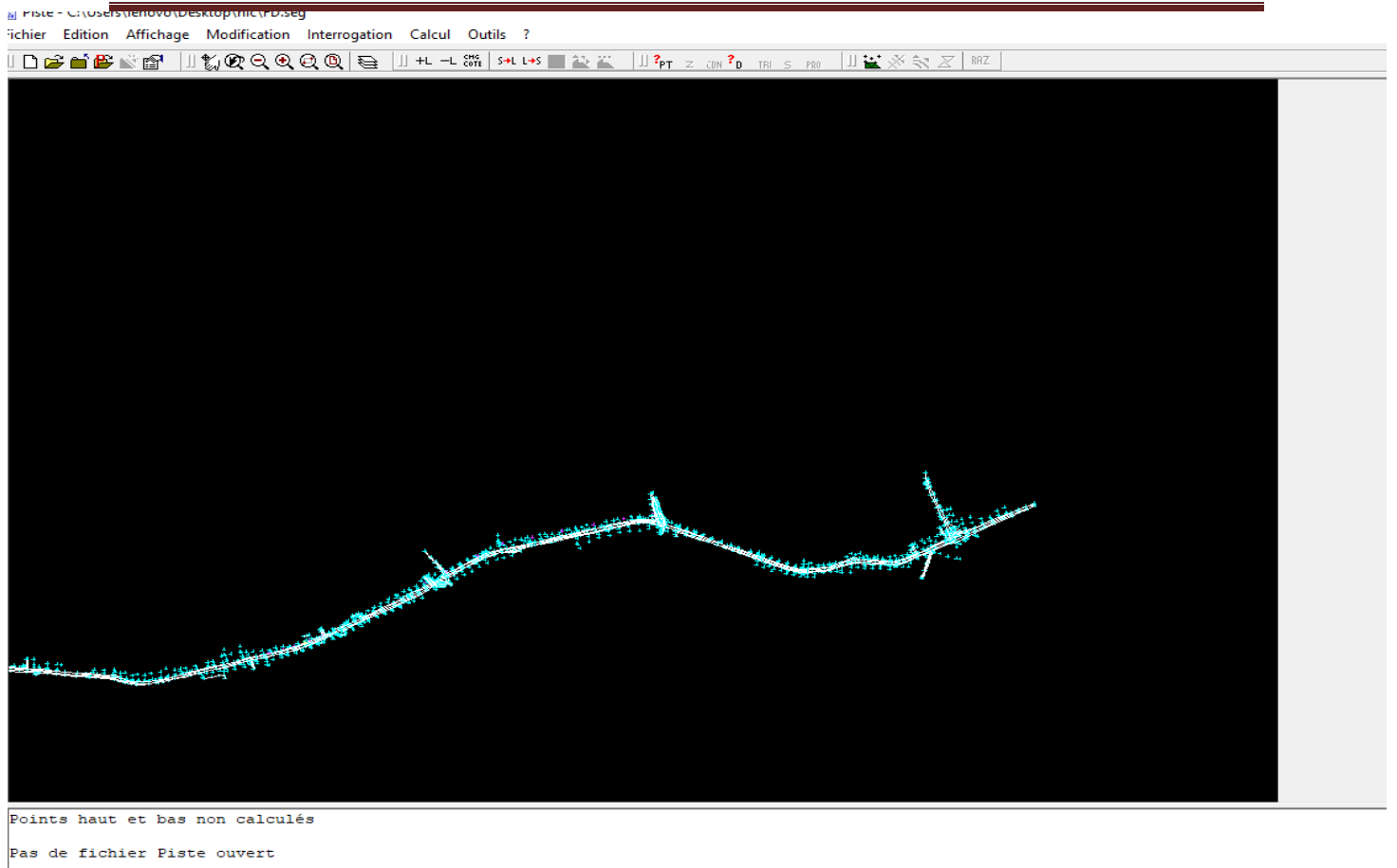


Figure V-3 : Nuage de points.

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

A présent il va falloir exploiter le fichier ouvert pour tracer l'axe en plan, et pour cela nous allons suivre les étapes suivantes :

4- Triangulation du terrain :

Cette manœuvre nous permettra de construire un modèle surfacique du terrain.

Calcul → Trianguler.

Calcul → Courbe de niveau (avec une valeur du pas de 3m).

Calcul → Points hauts et bas.

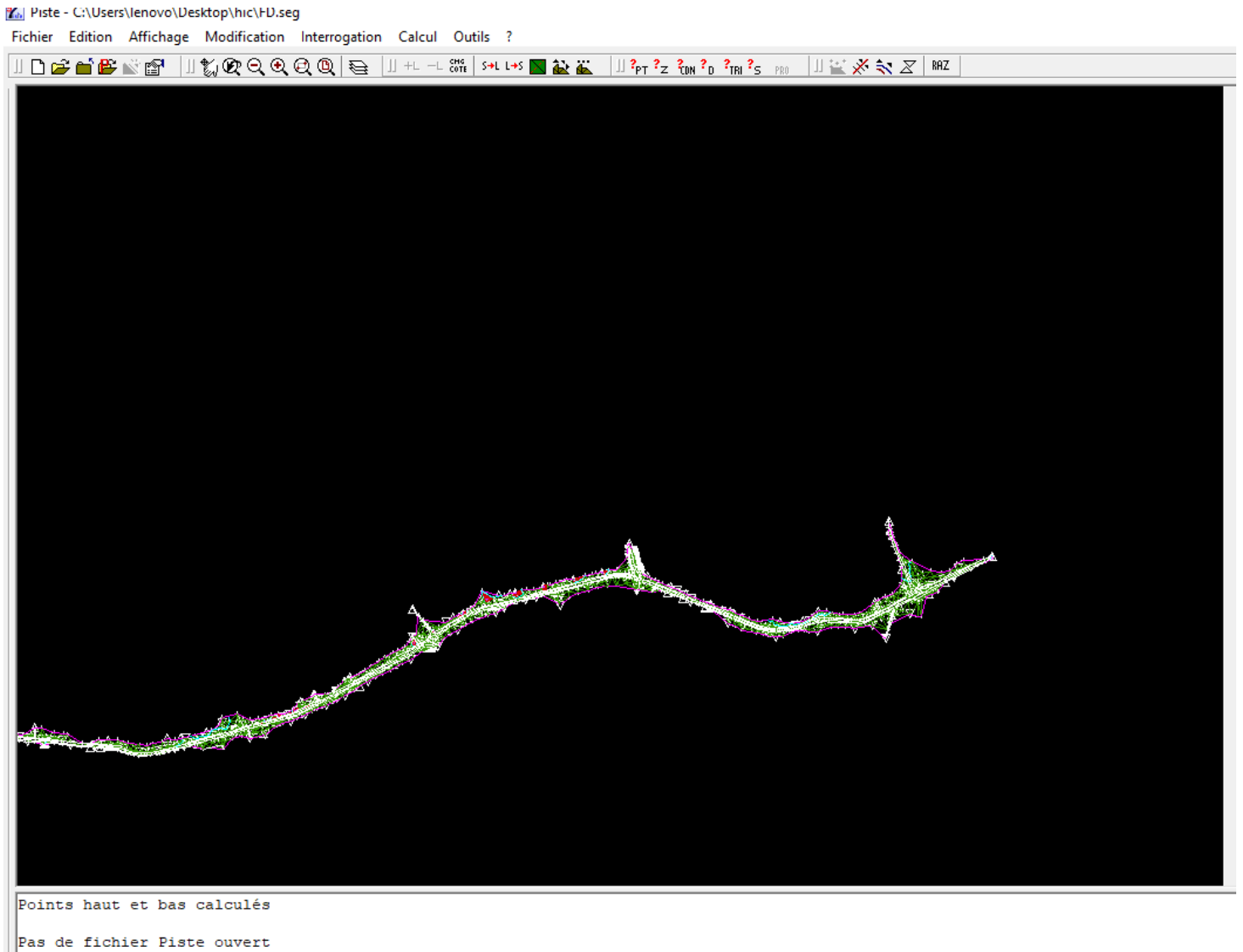


Figure V-4: Triangulation du terrain.

5- Calcul des courbes de niveau :

Les courbes de niveau sont les courbes reliant les points de la carte ayant la même altitude :

Une fois la triangulation effectuée → calcul → courbe de niveau → choisir la valeur du pas

(ex : 1m) → ok

Nous obtenons :

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

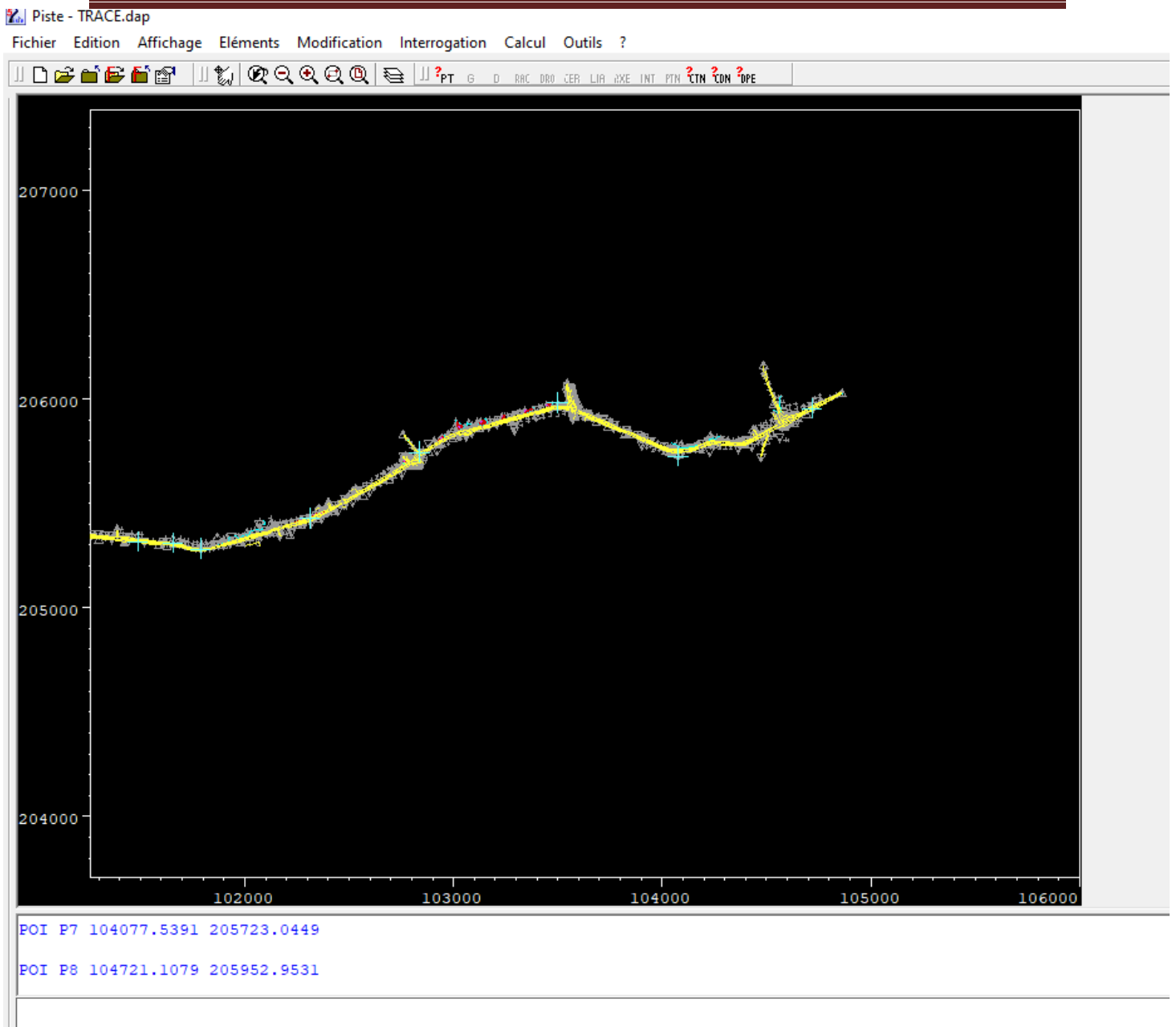


Figure V-5 : Calcul des courbes de niveau.

On passe maintenant à la conception plane.

Fichier → Nouveau → on choisit < conception plane (.dap)>.

On donne le nom (Tracé en Plan) → Ouvrir → ok.

Fichier → Fond de plan → Terrain → Ouvrir. Bouton droit

→ Zoom tout.

Etape 2 : Définition de l'axe en plan et tabulation :

1- Construction des éléments de l'axe :

- **Point :**

Élément → Point → nom d'élément

En bas de la page (POI P1) → graphiquement.

On refait la même chose pour tous les points.

- **Droite :**

Élément → droite → nom d'élément

En bas de la page (DRO D1 P1 P2).

La même chose pour toutes les droites.

- **Rayon :**

Élément → distance → en bas (DIS R1 +50 ou -50 par exemple)

En fait la même chose pour Les autres rayons, sachant que la valeur et le signe du rayon

Change selon son importance est son sens aussi

- **Création d'une liaison :**

Élément → liaison →
nom d'élément

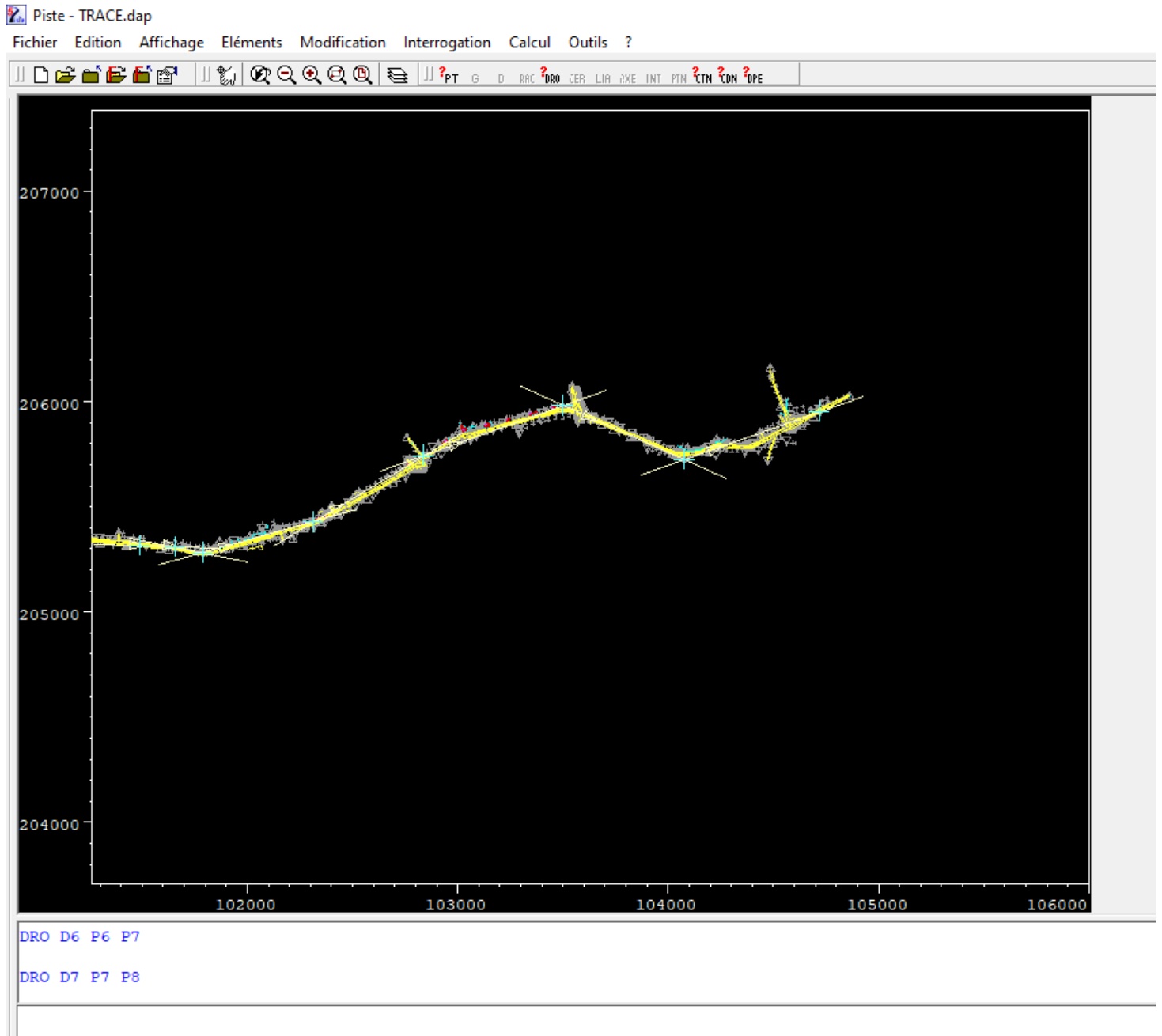
En bas on écrit (LIA L1 D1

D2 R1) → Exécuter.

Exécuter la même chose
pour les autres Liaisons

- **Construction de L'axe :**

Elément → Axe → saisir (Axe1 P1 AUTO) → exécuter.



FigureV-6: Construction de l'axe en plan.

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

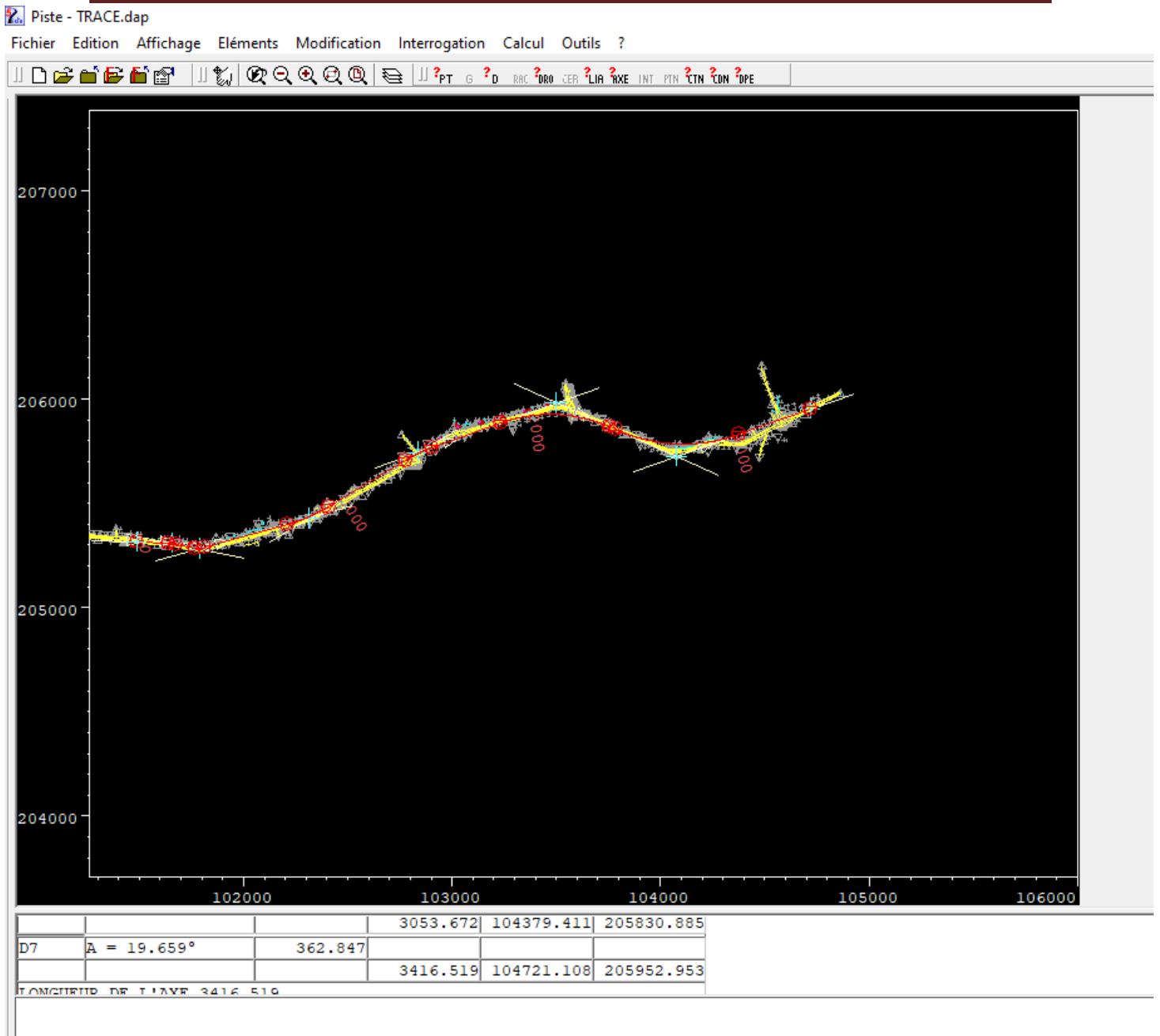


Figure V-7: Axe en plan.

2- Tabulation de l'axe :

On fait :

Calcul → Zone → Axe → on saisit Axe1 0 10 → Exécuter.

Calcul → Tabuler Axe → Axe1 → création pis →

Exécuter.

NB: L'introduction des valeurs 0 à 10 permet au logiciel de donner des résultats des

profilschaque 10 mètres.

3- Interpolation de l'axe :

Fichier → ouvrir → Fond de plan TPL (.seg) → ok →
ouvrir.Calcul → interpolation → Axe projet » →
ouvrir ok.

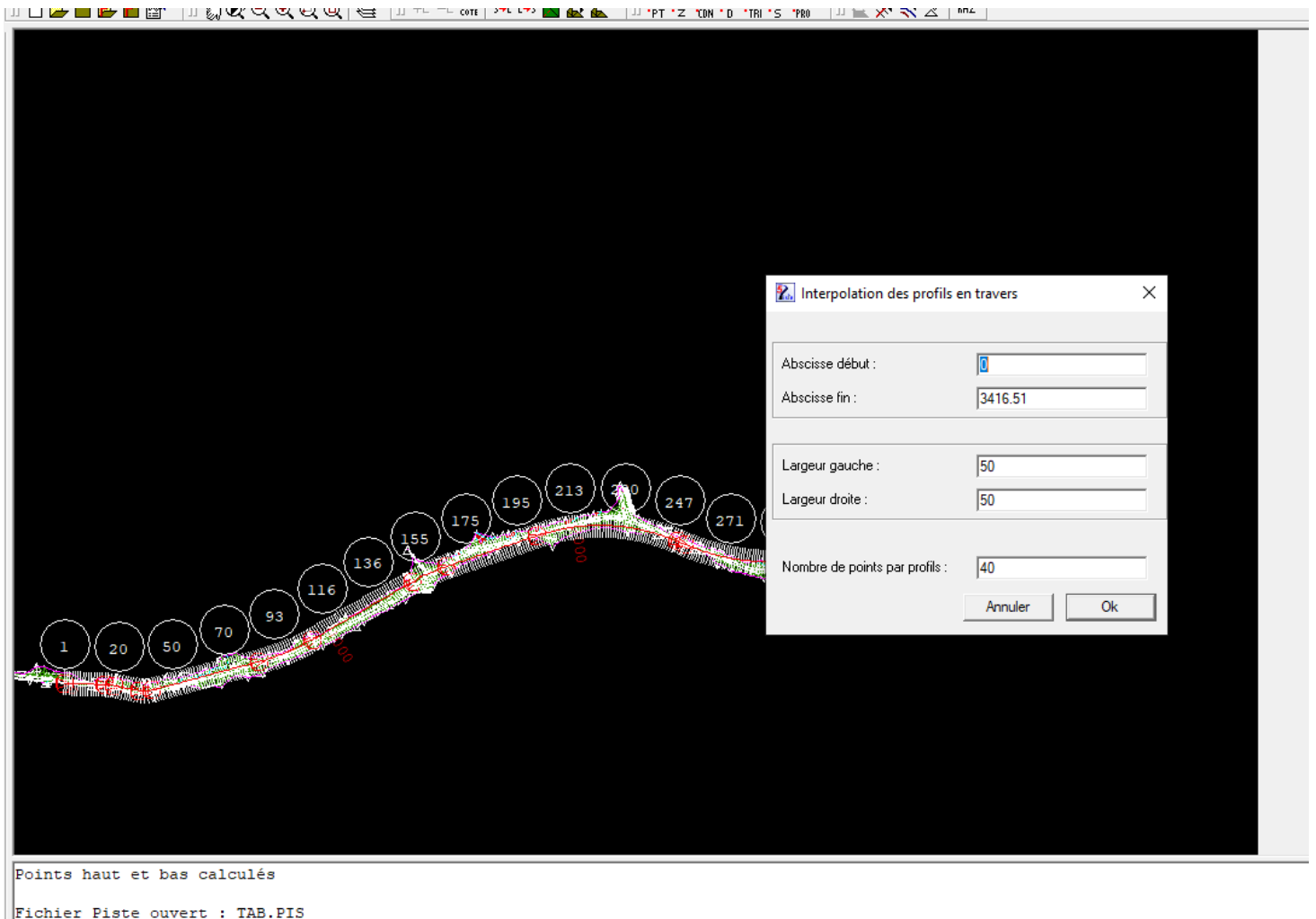


Figure V-: Interpolation de l'axe.

III- Profil en long :

III-1-Définition :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle. Il est en général la succession d'alignement droits (rampe, pente) raccordés par des courbes circulaires.

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

III-2- règles à respecter dans le tracé du profil en long :

Pour tracé un profil en long, il est indispensable de :

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

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

- ✓ Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, au niveau du virage pour permettre une bonne distinction du carrefour et pour prévoir de loin l'évolution du tracé.

III.3 Les éléments de composition du profil en long :

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) Raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel.
- L'altitude du projet.
- La déclivité du projet, etc

➤ Déclivités :

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

a). Déclivité Minimum :

Dans un terrain plat n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement a long de la route au bord de la chaussée.

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- Au moins 0,5% et de préférences 1 %, si possible.
- $i_{min} = 0,5 \%$ dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.
- $i_{min} = 0,5 \%$ dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau

b). Déclivité maximum :

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500 m, à cause de :

La déclivité maximum dépend de :

- ✓ Condition d'adhérence entre pneus et chaussée.
- ✓ Vitesse minimum de PL.
- ✓ Condition économique.

Tableau V.3 : La déclivité du projet maximum

VR Km/h	40	60	80	100	120	140
I max %	8	7	6	5	4	4

Toute fois dans les sinuosités (dans une courbe en plan), il est nécessaire de réduire de déclivité maximum.

Déclivité maximum : $I_{max} = 6\%$. (ICTAAL).

c)-Raccordement convexe (angle saillant) :

Les rayons minimaux admissibles des raccords paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part.

La conception doit satisfaire aux conditions suivantes :

- **Condition de confort :**

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

$g/40$ pour

cat.1-2

$$R_{v \min} = 0,3 V_r^2 \text{ pour cat 1 - 2}$$

$V_r^2 / R_v <$

$g/40$ Pour

$g=10m/s$

Dans notre cas : $R_{v \min} = 0,3 V_r^2$

Avec

Rv: rayon vertical (m)

Vr : vitesse référence (Km/h)

- **Condition de visibilité :**

Elle intervient seulement dans les raccords des points hauts comme conditions supplémentaires à celle de confort.

Il faut que deux véhicules circulent en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de

la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 - h_1 + 2 \times \diamond (h_0 \times h_1))}$$

Avec :

D_{11} : distance d'arrêt (m)

h_{00} : hauteur de l'œil (m)

h_{11} : hauteur de l'obstacle (m)

)- Raccordement concave (angle rentrant) :

Dans un raccordement concave, les conditions de confort et de visibilité de jour ne sont pas déterminantes, par contre on a un problème de visibilité de nuit pour les routes non éclairées.

Cette condition s'exprime par la relation :

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

Avec :

R_v' : rayon minimum du cercle de raccordement

d_1 : distance d'arrêt.

III-5-Coordination du tracé en plan et 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, le respect des règles de visibilité et, autant que possible, un certain confort visuel ; ces objectifs incitent 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 : $R_{vertical} > 6R_{horizontal}$, pour éviter un défaut d'inflexion ;
- Supprimer les pertes du tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de surcoût sensible ; lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte du tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

III-6- Application au projet :

Tout comme le tracé en plan on utilise le logiciel piste 5.

❖ La conception longitudinale

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

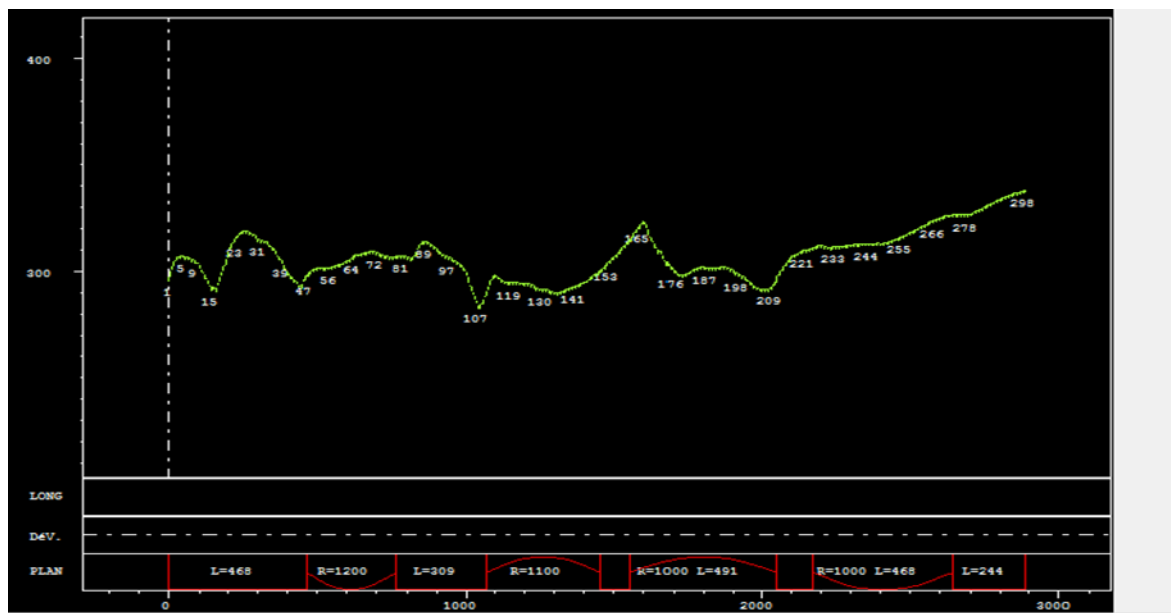


Figure V-9: Terrain naturel.

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

Pour la distance, nous saisissons que les valeurs (R1, R2, ... etc.). Distance → choisir une valeur de R → exécuter (échapper).

Parabole → nom d'élément : para1 D1 D2 R1 (entre deux droites). Axe → Point P1 → Fin automatique → exécuté (échapper).

Zone → 0 20 → exécuter

Calcul → Tabuler un axe → <RC> compléter.

L'image ci-après représente le profil en long après les tabulations.

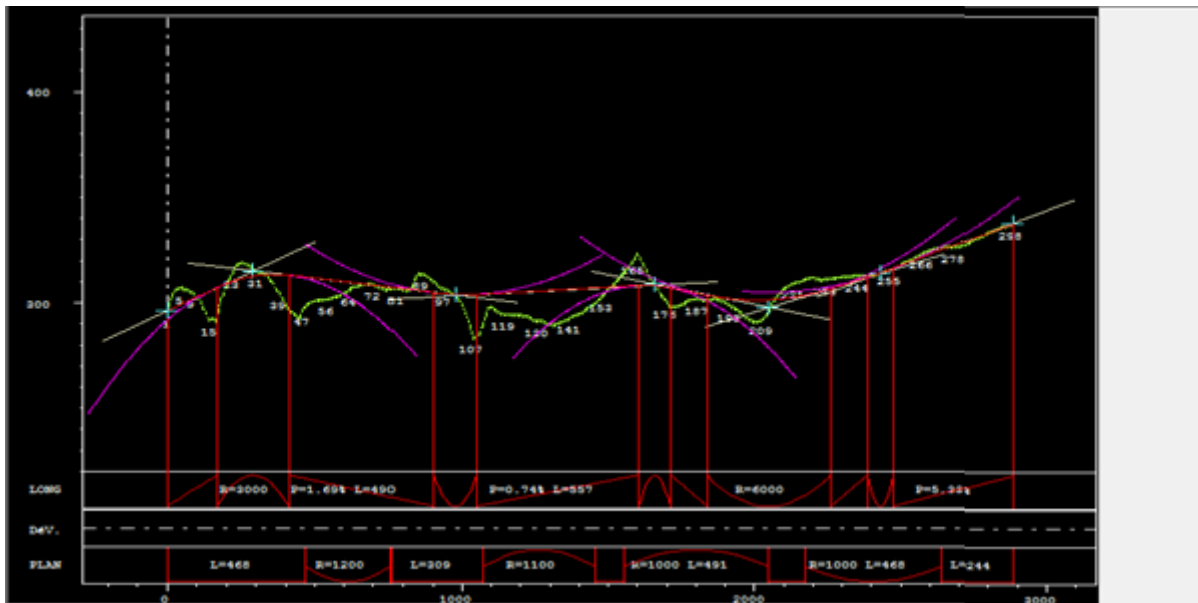


Figure V-10: Eléments du profil en long.

IV-Profil en travers :

IV-1- Définition :

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical. Son choix dépend du taux de trafic que la route conçue va recevoir.

IV-2-Les éléments qui composent le profil en travers :

Le schéma suivant présente les différentes constituent du profil en travers.

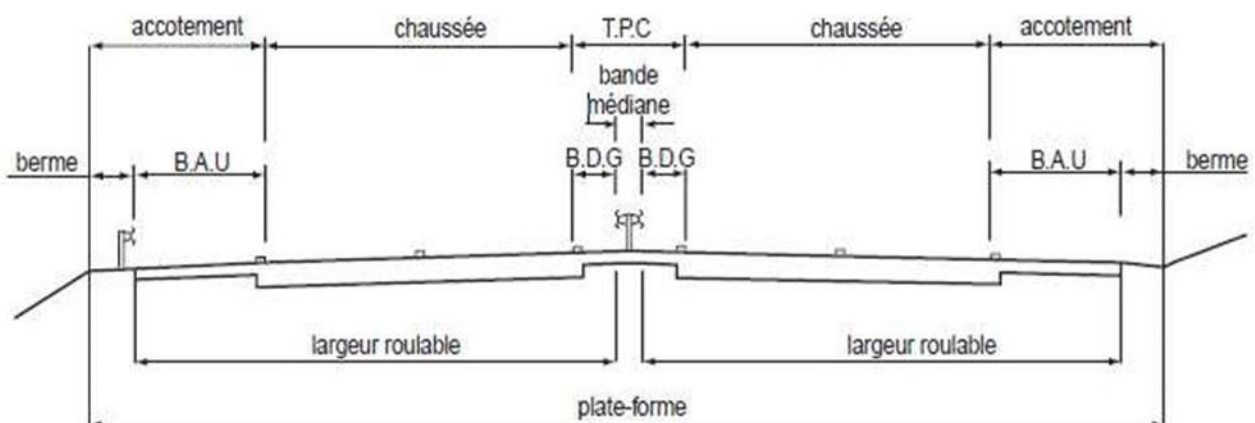


Figure V-11: Eléments constitutifs du profil en travers en section courante

Chapitre V : Caractéristiques géométriques.

T.P.C : terre-plein central

B.A.U : bande d'arrêt d'urgence

B.D.G : bande dérasée de gauche

1)- Chaussée :

Surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules comporte 2 à 4 voies de circulation larges de 3,5 m.

2)- Terre-plein central (T.P.C) :

Le T.P.C assure la séparation matérielle des deux sens de circulation. Sa largeur résulte de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

a) Bande dérasée de gauche (B.D.G) :

Elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité.

Elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation. Sa largeur est de 1,00 m.

b) Bande médiane :

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements.

Sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés.

)- Accotement :

Zone latérale de la plate-forme qui borde extérieurement la chaussée.

L'accotement est constitué de la berme et de la bande dérasée.

a) Zone de sécurité :

La largeur de la zone de sécurité est, à compter du bord de la chaussée, de 10 m pour la Catégorie L1, et de 8,50 m pour la catégorie L2. En déblai, la zone de sécurité ne s'étend pas au-delà d'une hauteur de 3 m.

b) La bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) :

La B.A.U facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, Sa largeur est de 2,50 m, ou de 3,00 m lorsque le trafic poids lourd excède 2 000 v/j (deux sens confondus).

c) La berme :

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements : barrières de sécurité, signalisation verticale...

Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1,00 m minimum.

IV-3-Classification de profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

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

a) -Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

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

b)-Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distance régulière (10, 15, 20, 25m...), qui servent à calculer les cubatures.

IV- 4-Application au projet :

- **La conception transversale :** Cette étape a pour but de créer un catalogue qui contiendra des demi-profil en travers types que nous appliquerons à notre projet.
- **Le profil en travers type du projet :** Notre projet comportera un profil en travers type, qui contient les éléments constructifs suivants :

- Deux chaussées de 3 voies de 3.5m chacune : $(3 \times 3.5) \times 2 = 21m$.
- Terre-plein centrale de 3 m.
- Une bonde d'arrêt d'urgence de 2.5 m pour chaque côté :

$2.5 \times 2 = 5m$. Notre tronçon de route a une largeur de 29 m.

Conception transversale → Nom de fichier piste (profil type) → Ok.

Calcul → Dévers → Calculer Recherche semi-automatique (Compléter le tableau). Dévers → Calculé Fermé.

Dévers → Fin → Créer un fichier.dvt → Ok.Projet Créer un fichier. Type.

Profil type → Nom de profil type

(T 1). Créer Nouveau Ok.

L'image ci-après représente le profil en travers type :

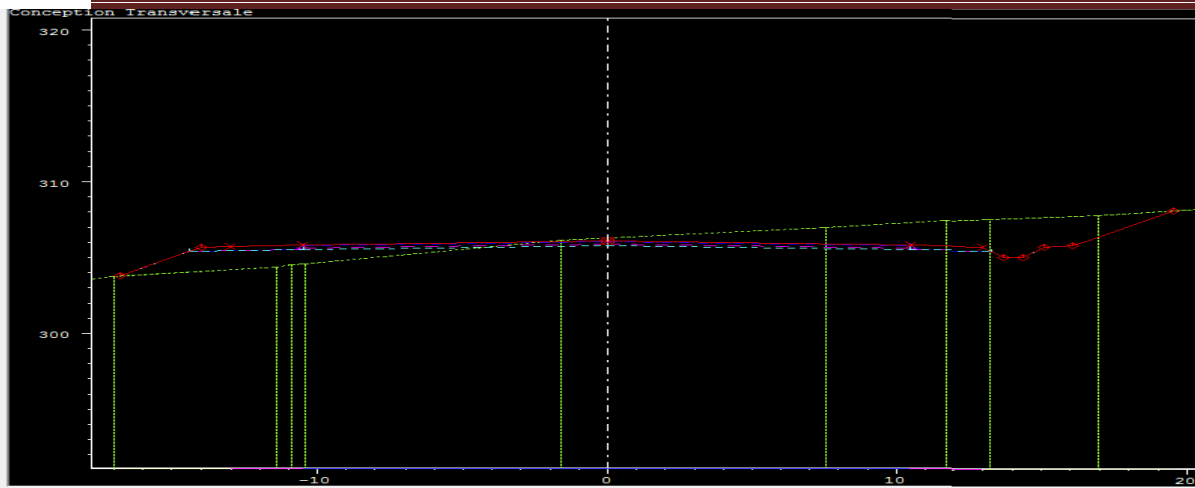


Figure V.12 : Profil en travers.

V-Conclusion :

A travers cette étude géométrique, d'une part nous avons essayé de respecter les conditions pour obtenir les différents tracés (tracé en plan ; profil en long ; profil en travers) et d'autre part nous avons illustré les différentes étapes de ces tracés.

Nous rappelons que nous avons fait appel au logiciel piste 5, et que les résultats du calcul sont joints aux annexes.

Après avoir établi toutes les étapes sur le logiciel nous avons abouti aux résultats représentés ci-dessous :

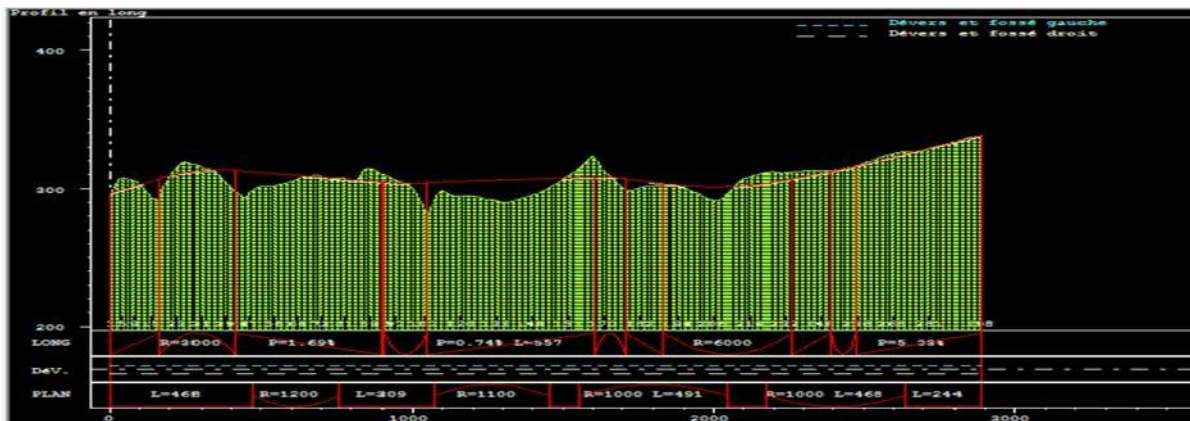


Figure V- 13- Profil en long.

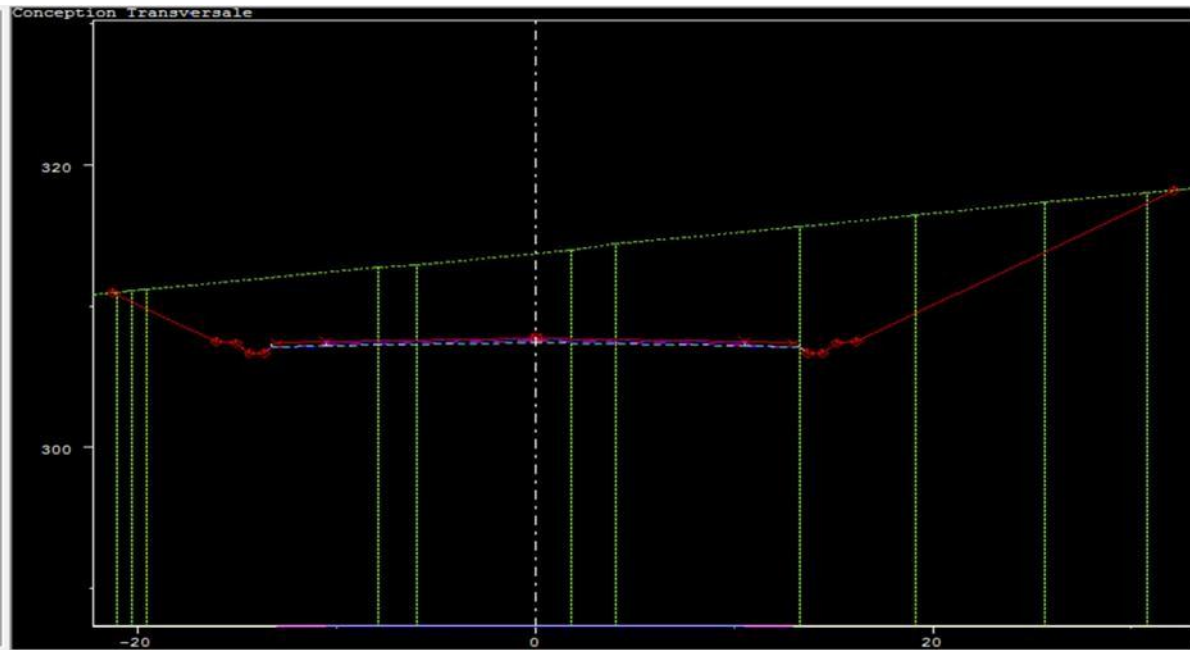


Figure V-14 : Profil en travers.

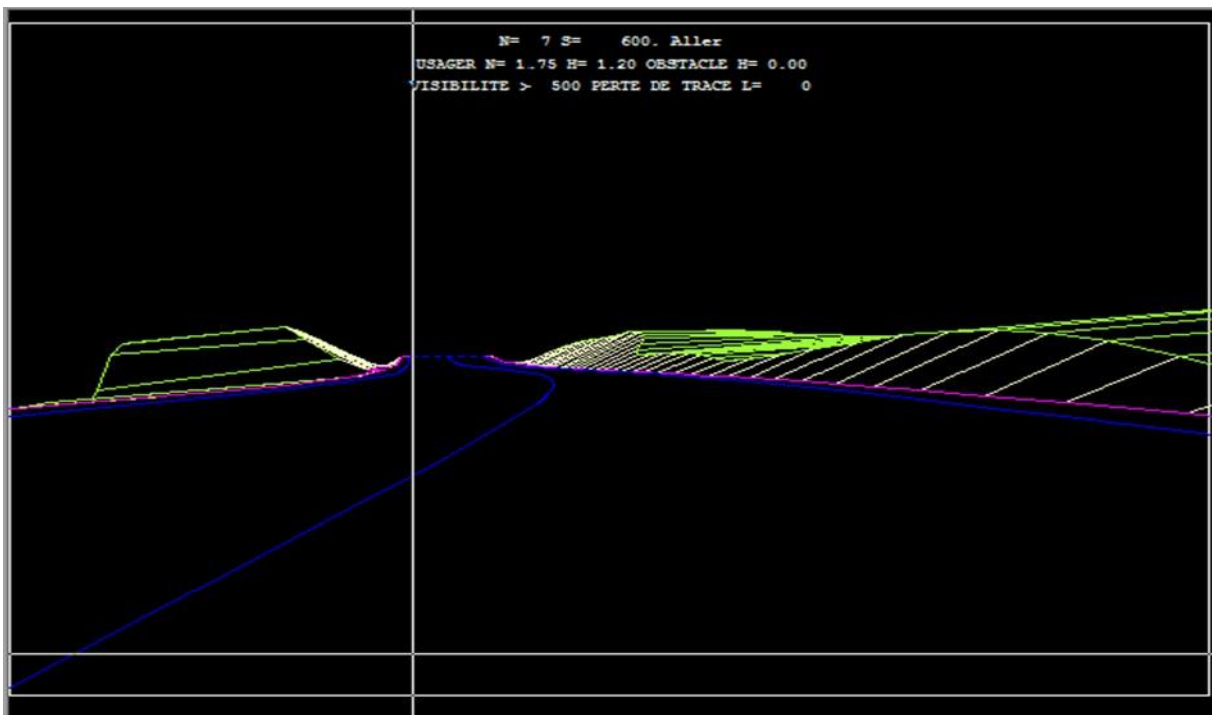


Figure V-15: perspective de la Pénétrante.

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

AXE EN PLAN

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			15061.000	99956.837	199884.563
DROI	GIS = 16.796g	26.732			
			15087.732	99963.809	199910.370
ARC	XC= 98998.412 YC= 200171.157 R = 1000.000	173.659			
			15261.392	99994.349	200081.101
DROI	GIS = 5.741g	730.723			
			15992.115	100060.155	200808.855
CLOT	A = 244.643 Rf= -450.000	133.000			
			16125.115	100078.621	200940.437
ARC	XC= 100515.941 YC= 200834.364 R = -450.000	12.633			
			16137.748	100081.770	200952.671
CLOT	Rd= -450.000 A = 244.643	133.000			
			16270.748	100129.144	201076.810
DROI	GIS = 26.344g	21.230			
			16291.979	100137.680	201096.248
CLOT	A = 146.066 Rf= 307.802	69.315			
			16361.293	100163.137	201160.677
ARC	XC= 99869.193 YC= 201251.995 R = 307.802	29.961			
			16391.254	100170.620	201189.676
CLOT	Rd= 307.802 A = 145.239	68.533			
			16459.787	100179.476	201257.596
DROI	GIS = 5.892g	454.521			
			16914.308	100221.481	201710.172
CLOT	A = 187.748 Rf= 300.000	117.498			
			17031.806	100224.681	201827.426

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

ARC	XC= 99926.280 YC= 201796.497 R = 300.000	11.466			
			17043.272	100223.282	201838.805
CLOT	Rd= 300.000 A = 187.748	117.498			
			17160.770	100191.760	201951.788
DROI	GIS = 378.525g	142.529			
			17303.299	100144.587	202086.285
CLOT	A = 187.748 Rf= -300.000	117.498			
			17420.797	100113.066	202199.268
ARC	XC= 100410.068 YC= 202241.577 R = -300.000	11.638			
			17432.435	100111.648	202210.819
CLOT	Rd= -300.000 A = 187.748	117.498			
			17549.933	100114.917	202328.071
DROI	GIS = 5.928g	88.114			
			17638.047	100123.110	202415.803
ARC	XC= 99027.877 YC= 202518.091 R = 1100.000	88.741			
			17726.788	100127.792	202504.397
DROI	GIS = 0.793g	88.552			
			17815.340	100128.894	202592.942
CLOT	A = 126.134 Rf= -350.000	45.457			
			17860.797	100130.443	202638.364
ARC	XC= 100479.396 YC= 202611.305 R = -350.000	75.233			
			17936.030	100144.245	202712.172
CLOT	Rd= -350.000 A = 83.446 L = 19.895				
			17955.925	100150.339	202731.111
	A = 83.446 Rf= 240.000 L = 29.014	48.909			
			17984.938	100158.928	202758.819
ARC	XC= 99927.014				

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

	YC= 202820.591 R = 240.000	132.575			
			18117.514	100156.849	202889.698
CLOT	Rd= 240.000 A = 124.591 L = 64.679				
			18182.192	100132.763	202949.668
	A = 124.591 Rf= -500.000 L = 31.046	95.724			
			18213.238	100120.204	202978.059
ARC	XC= 100581.551 YC= 203170.825 R = -500.000	54.273			
			18267.511	100102.036	203029.173
CLOT	Rd= -500.000 A = 205.425	84.399			
			18351.910	100082.722	203111.305
DROI	GIS = 387.087g	80.127			
			18432.037	100066.580	203189.789
CLOT	A = 99.796 Rf= -239.700	41.549			
			18473.586	100059.391	203230.697
ARC	XC= 100297.476 YC= 203258.481 R = -239.700	24.034			
			18497.621	100057.806	203254.669
CLOT	Rd= -239.700 A = 128.698 L = 69.099				
			18566.720	100063.337	203323.483
	A = 128.698 Rf= 399.700 L = 41.439	110.538			
			18608.158	100067.925	203364.662
ARC	XC= 99669.391 YC= 203395.168 R = 399.700	12.646			
			18620.805	100068.690	203377.284
CLOT	Rd= 399.700 A = 146.437	53.650			
			18674.454	100068.691	203430.923
DROI	GIS = 398.577g	141.843			
			18816.297	100065.521	203572.731

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

ARC	XC= 99216.351 YC= 203553.745 R = 849.382	150.095			
			18966.393	100048.959	203721.713
DROI	GIS = 387.327g	10.797			
			18977.189	100046.824	203732.296
ARC	XC= 100733.000 YC= 203870.724 R = -700.000	125.228			
			19102.417	100033.143	203856.607
DROI	GIS = 398.716g	55.369			
			19157.786	100032.026	203911.965
ARC	XC= 100047.816 YC= 203912.283 R = -15.793	11.758			
			19169.544	100035.988	203922.748
DROI	GIS = 46.114g	120.281			
			19289.825	100115.692	204012.830
CLOT	A = 98.080 Rf= -145.369	66.175			
			19356.000	100163.063	204058.819
ARC	XC= 100247.390 YC= 203940.408 R = -145.369	116.939			
			19472.938	100274.214	204083.281
CLOT	Rd= -145.369 A = 84.024 L = 48.567				
			19521.505	100320.597	204069.087
	A = 84.024 Rf= 400.000 L = 17.650	66.217			
			19539.155	100337.205	204063.113
ARC	XC= 100467.039 YC= 204441.456 R = 400.000	128.302			
			19667.458	100463.113	204041.475
CLOT	Rd= 400.000 A = 145.609	53.005			
			19720.463	100516.076	204043.296
DROI	GIS = 96.407g	113.733			
			19834.196	100629.628	204049.711
CLOT	A = 112.250				

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

	Rf= 180.000	70.000			
			19904.196	100698.998	204058.163
ARC	XC= 100654.311 YC= 204232.527 R = 180.000	21.933			
			19926.130	100719.861	204064.888
CLOT	Rd= 180.000 A = 112.250	70.000			
			19996.130	100781.108	204098.537
DROI	GIS = 63.892g	32.203			
			20028.333	100808.269	204115.839
CLOT	A = 155.883 Rf= 230.000	105.651			
			20133.984	100892.579	204179.098
ARC	XC= 100728.091 YC= 204339.858 R = 230.000	18.808			
			20152.792	100905.160	204193.071
CLOT	Rd= 230.000 A = 155.883	105.651			
			20258.442	100959.263	204283.530
DROI	GIS = 29.443g	179.712			
			20438.154	101039.446	204444.362
ARC	XC= 101026.888 YC= 204450.623 R = 14.032	3.208			
			20441.362	101040.538	204447.371
DROI	GIS = 14.888g	468.777			
			20910.139	101149.168	204903.388
CLOT	A = 209.141 Rf= 350.000	124.971			
			21035.110	101170.817	205026.290
ARC	XC= 100821.352 YC= 205045.644 R = 350.000	204.662			
			21239.772	101123.437	205222.406
CLOT	Rd= 350.000 A = 209.141	124.971			
			21364.743	101048.066	205321.869
DROI	GIS = 354.930g	67.996			
			21432.739	101003.850	205373.525
ARC	XC= 101000.362				

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

	YC= 205370.539 R = 4.591	1.521			
			21434.260	101002.689	205374.497
DROI	GIS = 333.837g	21.291			
			21455.551	100984.335	205385.288
ARC	XC= 101592.533 YC= 206419.742 R = -1200.000	136.312			
			21591.864	100871.000	205460.894
DROI	GIS = 341.068g	212.108			
			21803.972	100701.517	205588.430
CLOT	A = 96.851 Rf= -240.000	39.084			
			21843.055	100670.946	205612.761
ARC	XC= 100830.372 YC= 205792.159 R = -240.000	20.257			
			21863.312	100656.390	205626.840
CLOT	Rd= -240.000 A = 96.851	39.084			
			21902.396	100631.052	205656.583
DROI	GIS = 356.809g	1.007			
			21903.403	100630.420	205657.368
CLOT	A = 96.851 Rf= 240.000	39.084			
			21942.487	100605.083	205687.111
ARC	XC= 100431.100 YC= 205521.792 R = 240.000	33.941			
			21976.428	100580.044	205709.983
CLOT	Rd= 240.000 A = 96.851	39.084			
			22015.511	100548.136	205732.533
DROI	GIS = 337.438g	37.997			
			22053.508	100516.523	205753.612
ARC	XC= 100449.951 YC= 205653.771 R = 120.000	69.083			
			22122.591	100451.438	205773.762
DROI	GIS = 300.789g	22.955			
			22145.545	100428.485	205774.046
ARC	XC= 100429.541				

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

	YC= 205859.310 R = -85.270	48.138			
			22193.683	100383.031	205787.841
DROI	GIS = 336.728g	15.493			
			22209.176	100370.046	205796.292

LONGUEUR DE L'AXE 7148.176

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
615	15061.000	898.278	898.436	99956.837	199884.563	116.796g	2.50	-2.50
616	15086.000	898.420	898.906	99963.357	199908.697	116.796g	2.50	-1.69
617	15111.000	898.850	899.375	99969.615	199932.901	115.315g	2.50	-0.89
618	15136.000	899.295	899.742	99975.267	199957.253	113.724g	2.50	-0.08
619	15161.000	899.647	899.954	99980.309	199981.739	112.132g	2.50	0.73
620	15186.000	899.614	900.009	99984.737	200006.343	110.540g	2.50	1.53
621	15211.000	900.391	899.951	99988.549	200031.050	108.949g	2.50	2.34
622	15236.000	900.066	899.888	99991.741	200055.844	107.357g	2.50	2.50
623	15261.000	899.843	899.817	99994.314	200080.711	105.766g	2.50	2.50
624	15286.000	899.244	899.629	99996.565	200105.609	105.741g	2.50	1.71
625	15311.000	898.910	899.301	99998.816	200130.508	105.741g	2.50	0.90
626	15336.000	898.499	898.950	100001.068	200155.406	105.741g	2.50	0.09
627	15361.000	897.707	898.599	100003.319	200180.305	105.741g	2.50	-0.71
628	15386.000	897.157	898.247	100005.571	200205.203	105.741g	2.50	-1.52
629	15411.000	897.053	897.925	100007.822	200230.101	105.741g	2.50	-2.33
630	15436.000	897.003	897.676	100010.073	200255.000	105.741g	2.50	-2.50
631	15461.000	896.793	897.500	100012.325	200279.898	105.741g	2.50	-2.50
632	15486.000	896.223	897.398	100014.576	200304.797	105.741g	2.50	-2.50
633	15511.000	896.580	897.369	100016.828	200329.695	105.741g	2.50	-2.50
634	15536.000	896.933	897.414	100019.079	200354.594	105.741g	2.50	-2.50
635	15561.000	897.498	897.532	100021.330	200379.492	105.741g	2.50	-2.50
636	15586.000	897.266	897.724	100023.582	200404.390	105.741g	2.50	-2.50
637	15611.000	897.448	897.990	100025.833	200429.289	105.741g	2.50	-2.50
638	15636.000	897.733	898.286	100028.085	200454.187	105.741g	2.50	-2.50
639	15661.000	898.395	898.573	100030.336	200479.086	105.741g	2.50	-2.50
640	15686.000	898.882	898.852	100032.587	200503.984	105.741g	2.50	-2.50
641	15711.000	898.887	899.122	100034.839	200528.882	105.741g	2.50	-2.50
642	15736.000	898.275	899.385	100037.090	200553.781	105.741g	2.50	-2.50
643	15761.000	898.843	899.638	100039.341	200578.679	105.741g	2.50	-2.50
644	15786.000	899.127	899.888	100041.593	200603.578	105.741g	2.50	-2.50
645	15811.000	899.159	900.138	100043.844	200628.476	105.741g	2.50	-2.50
646	15836.000	899.569	900.385	100046.096	200653.375	105.741g	2.50	-2.50
647	15861.000	900.157	900.623	100048.347	200678.273	105.741g	2.50	-2.50
648	15886.000	900.111	900.851	100050.598	200703.171	105.741g	2.50	-2.50

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

649	15911.000	900.616	901.069	100052.850	200728.070	105.741g	2.50	-2.50
650	15936.000	900.752	901.277	100055.101	200752.968	105.741g	2.50	-2.50
651	15961.000	900.948	901.475	100057.353	200777.867	105.741g	2.50	-2.50
652	15986.000	901.227	901.668	100059.604	200802.765	105.741g	2.50	-2.50
653	16011.000	901.879	901.856	100061.874	200827.662	105.931g	1.44	-2.50
654	16036.000	901.212	901.950	100064.341	200852.540	106.765g	0.03	-2.50
655	16061.000	901.377	901.919	100067.264	200877.368	108.265g	-1.38	-2.50
656	16086.000	901.477	901.789	100070.899	200902.101	110.429g	-2.79	-2.79
657	16111.000	901.403	901.650	100075.502	200926.671	113.258g	-4.20	-4.20
658	16136.000	901.263	901.520	100081.314	200950.983	116.689g	-4.43	-4.43
659	16161.000	901.191	901.402	100088.427	200974.947	119.938g	-3.13	-3.13
660	16186.000	901.075	901.296	100096.630	200998.561	122.524g	-1.82	-2.50
661	16211.000	901.018	901.203	100105.665	201021.870	124.445g	-0.51	-2.50
662	16236.000	900.903	901.121	100115.279	201044.948	125.702g	0.79	-2.50
663	16261.000	900.656	901.093	100125.226	201067.883	126.293g	2.10	-2.50
664	16286.000	900.709	901.338	100135.276	201090.774	126.344g	2.50	-1.09
665	16311.000	900.659	901.867	100145.280	201113.685	125.804g	2.50	0.96
666	16336.000	900.789	902.456	100154.768	201136.813	123.453g	3.00	3.00
667	16361.000	901.574	902.817	100163.049	201160.397	119.236g	5.05	5.05
668	16386.000	901.984	902.881	100169.512	201184.540	114.066g	6.41	6.41
669	16411.000	901.527	902.649	100174.055	201209.118	109.483g	4.79	4.79
670	16436.000	901.429	902.293	100177.171	201233.921	106.746g	2.75	2.75
671	16461.000	901.027	901.958	100179.588	201258.804	105.892g	2.50	0.70
672	16486.000	901.445	901.791	100181.898	201283.697	105.892g	2.50	-1.34
673	16511.000	901.234	901.819	100184.208	201308.590	105.892g	2.50	-2.50
674	16536.000	901.630	902.038	100186.519	201333.483	105.892g	2.50	-2.50
675	16561.000	901.736	902.320	100188.829	201358.376	105.892g	2.50	-2.50
676	16586.000	901.786	902.595	100191.140	201383.269	105.892g	2.50	-2.50
677	16611.000	902.105	902.792	100193.450	201408.162	105.892g	2.50	-2.50
678	16636.000	902.095	902.893	100195.760	201433.055	105.892g	2.50	-2.50
679	16661.000	902.493	902.898	100198.071	201457.948	105.892g	2.50	-2.50
680	16686.000	902.413	902.814	100200.381	201482.841	105.892g	2.50	-2.50
681	16711.000	902.222	902.712	100202.692	201507.734	105.892g	2.50	-2.50
682	16736.000	902.047	902.610	100205.002	201532.627	105.892g	2.50	-2.50
683	16761.000	901.818	902.508	100207.312	201557.520	105.892g	2.50	-2.50
684	16786.000	901.948	902.406	100209.623	201582.413	105.892g	2.50	-2.50
685	16811.000	901.853	902.304	100211.933	201607.306	105.892g	2.50	-2.50
686	16836.000	901.490	902.202	100214.244	201632.199	105.892g	2.50	-2.50
687	16861.000	901.426	902.100	100216.554	201657.092	105.892g	2.50	-2.50
688	16886.000	901.483	901.998	100218.864	201681.985	105.892g	2.50	-2.50
689	16911.000	901.479	901.896	100221.175	201706.878	105.892g	2.50	-2.50
690	16936.000	901.104	901.794	100223.437	201731.776	105.467g	2.50	-0.84
691	16961.000	900.860	901.693	100225.316	201756.704	103.923g	2.50	1.08
692	16986.000	900.985	901.591	100226.368	201781.680	101.250g	2.99	2.99
693	17011.000	901.255	901.440	100226.150	201806.676	97.449g	4.91	4.91
694	17036.000	900.711	901.056	100224.220	201831.595	92.535g	6.50	6.50
695	17061.000	900.258	900.495	100220.290	201856.277	87.514g	5.14	5.14
696	17086.000	899.829	900.064	100214.627	201880.623	83.573g	3.23	3.23
697	17111.000	899.637	899.797	100207.680	201904.637	80.762g	2.50	1.31
698	17136.000	899.464	899.695	100199.890	201928.391	79.079g	2.50	-0.60
699	17161.000	899.439	899.757	100191.684	201952.006	78.525g	2.50	-2.50

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

700	17186.000	899.692	899.889	100183.410	201975.597	78.525g	2.50	-2.50
701	17211.000	900.086	899.957	100175.135	201999.188	78.525g	2.50	-2.50
702	17236.000	899.994	899.966	100166.861	202022.779	78.525g	2.50	-2.50
703	17261.000	900.248	899.964	100158.587	202046.370	78.525g	2.50	-2.50
704	17286.000	900.167	899.963	100150.313	202069.961	78.525g	2.50	-2.50
705	17311.000	899.781	899.988	100142.041	202093.553	78.578g	1.91	-2.50
706	17336.000	900.074	900.185	100133.921	202117.197	79.491g	0.00	-2.50
707	17361.000	900.159	900.576	100126.351	202141.023	81.531g	-1.92	-2.50
708	17386.000	900.720	901.034	100119.764	202165.136	84.701g	-3.83	-3.83
709	17411.000	901.169	901.493	100114.601	202189.593	89.000g	-5.75	-5.75
710	17436.000	901.900	901.739	100111.304	202214.367	94.207g	-5.71	-5.71
711	17461.000	902.158	901.568	100109.966	202239.326	98.786g	-4.41	-4.41
712	17486.000	901.925	901.115	100110.204	202264.322	102.237g	-3.11	-3.11
713	17511.000	901.269	900.660	100111.575	202289.283	104.560g	-1.81	-2.50
714	17536.000	900.878	900.267	100113.634	202314.197	105.753g	-0.51	-2.50
715	17561.000	899.829	899.952	100115.946	202339.090	105.928g	0.79	-2.50
716	17586.000	899.563	899.715	100118.271	202363.982	105.928g	2.08	-2.50
717	17611.000	899.331	899.557	100120.595	202388.874	105.928g	2.50	-1.54
718	17636.000	899.771	899.459	100122.920	202413.765	105.928g	2.50	-0.12
719	17661.000	899.203	899.365	100125.006	202438.678	104.600g	2.50	1.29
720	17686.000	899.100	899.271	100126.528	202463.631	103.153g	2.50	2.30
721	17711.000	898.981	899.240	100127.482	202488.612	101.706g	2.50	0.89
722	17736.000	899.228	899.501	100127.906	202513.608	100.793g	2.50	-0.52
723	17761.000	899.628	900.054	100128.217	202538.606	100.793g	2.50	-1.93
724	17786.000	900.298	900.672	100128.529	202563.604	100.793g	1.47	-2.50
725	17811.000	900.996	901.289	100128.840	202588.602	100.793g	-0.26	-2.50
726	17836.000	901.507	901.907	100129.243	202613.599	101.647g	-1.99	-2.50
727	17861.000	901.456	902.516	100130.459	202638.566	104.964g	-3.72	-3.72
728	17886.000	902.594	903.039	100133.294	202663.400	109.511g	-5.45	-5.45
729	17911.000	903.126	903.457	100137.895	202687.967	114.058g	-3.67	-3.67
730	17936.000	903.513	903.772	100144.237	202712.144	118.605g	-0.24	-2.50
731	17961.000	903.627	903.982	100151.936	202735.928	120.302g	2.50	-2.15
732	17986.000	903.502	904.088	100159.199	202759.845	116.291g	2.50	-0.40
733	18011.000	903.094	904.090	100164.257	202784.317	109.659g	2.50	1.35
734	18036.000	903.048	904.048	100166.743	202809.182	103.028g	3.10	3.10
735	18061.000	902.434	904.005	100166.630	202834.170	96.396g	4.84	4.84
736	18086.000	902.569	903.963	100163.919	202859.011	89.765g	6.59	6.59
737	18111.000	902.868	903.920	100158.640	202883.436	83.133g	4.99	4.99
738	18136.000	902.670	903.877	100150.914	202907.202	77.203g	2.50	2.36
739	18161.000	902.964	903.840	100141.443	202930.336	73.748g	2.50	-0.27
740	18186.000	903.761	903.822	100131.187	202953.135	72.857g	2.18	-2.50
741	18211.000	903.470	903.825	100121.071	202975.996	74.529g	0.05	-2.50
742	18236.000	903.536	903.848	100111.910	202999.254	77.702g	-2.07	-2.50
743	18261.000	903.592	903.893	100103.922	203022.941	80.885g	-4.20	-4.20
744	18286.000	903.390	903.954	100097.103	203046.991	83.810g	-3.67	-3.67
745	18311.000	903.162	904.016	100091.228	203071.289	85.825g	-2.22	-2.50
746	18336.000	903.075	904.078	100085.942	203095.724	86.896g	-0.76	-2.50
747	18361.000	903.530	904.140	100080.891	203120.208	87.087g	0.70	-2.50
748	18386.000	903.850	904.112	100075.854	203144.696	87.087g	2.15	-2.50
749	18411.000	903.160	903.906	100070.818	203169.183	87.087g	0.57	-2.50
750	18436.000	903.102	903.550	100065.783	203193.671	87.137g	-1.97	-2.50

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

751	18461.000	902.446	903.274	100061.145	203218.235	89.768g	-4.50	-4.50
752	18486.000	902.726	903.255	100058.272	203243.059	95.901g	-6.95	-6.95
753	18511.000	902.722	903.497	100057.943	203268.047	102.197g	-4.03	-4.03
754	18536.000	902.813	904.000	100059.698	203292.981	106.350g	-1.10	-2.50
755	18561.000	903.629	904.763	100062.607	203317.810	108.101g	1.83	-2.50
756	18586.000	904.279	905.648	100065.731	203342.614	107.449g	2.50	0.73
757	18611.000	905.237	906.378	100068.131	203367.496	104.411g	4.92	4.92
758	18636.000	905.984	906.930	100069.109	203392.473	100.772g	4.18	4.18
759	18661.000	905.768	907.372	100068.973	203417.472	98.846g	2.66	2.66
760	18686.000	907.711	908.038	100068.433	203442.466	98.577g	2.50	1.13
761	18711.000	908.022	908.992	100067.874	203467.460	98.577g	2.50	-0.40
762	18736.000	909.112	910.001	100067.315	203492.454	98.577g	2.50	-1.93
763	18761.000	909.611	910.989	100066.757	203517.447	98.577g	2.50	-1.88
764	18786.000	911.562	911.852	100066.198	203542.441	98.577g	2.50	-0.90
765	18811.000	912.150	912.583	100065.639	203567.435	98.577g	2.50	0.09
766	18836.000	912.758	913.279	100064.852	203592.422	97.100g	2.50	1.08
767	18861.000	912.699	913.975	100063.346	203617.375	95.226g	2.50	2.07
768	18886.000	913.439	914.671	100061.107	203642.274	93.353g	3.05	3.05
769	18911.000	914.368	915.414	100058.136	203667.096	91.479g	2.50	1.66
770	18936.000	915.340	916.372	100054.435	203691.820	89.605g	2.50	-0.05
771	18961.000	916.538	917.562	100050.009	203716.424	87.731g	2.50	-1.76
772	18986.000	917.655	918.972	100045.136	203740.944	88.128g	1.37	-2.50
773	19011.000	919.975	920.439	100040.941	203765.588	90.402g	-0.63	-2.50
774	19036.000	921.084	921.906	100037.628	203790.366	92.676g	-2.63	-2.63
775	19061.000	922.260	923.275	100035.202	203815.247	94.949g	-3.07	-3.07
776	19086.000	923.279	924.487	100033.666	203840.199	97.223g	-1.05	-2.50
777	19111.000	924.425	925.870	100032.970	203865.188	98.716g	0.96	-2.50
778	19136.000	925.562	927.272	100032.466	203890.183	98.716g	0.83	-2.50
779	19161.000	927.203	928.552	100032.288	203915.162	111.672g	-6.24	-6.24
780	19186.000	929.035	929.498	100046.893	203935.072	146.114g	-4.74	-4.74
781	19211.000	929.887	930.351	100063.459	203953.796	146.114g	-2.21	-2.50
782	19236.000	930.523	930.948	100080.025	203972.519	146.114g	0.31	-2.50
783	19261.000	931.224	931.557	100096.591	203991.242	146.114g	2.25	-2.50
784	19286.000	931.796	932.273	100113.158	204009.965	146.114g	0.37	-2.50
785	19311.000	932.528	932.991	100129.846	204028.579	147.597g	-1.52	-2.50
786	19336.000	933.200	933.706	100147.529	204046.240	153.169g	-3.40	-3.40
787	19361.000	933.698	934.169	100167.185	204061.649	162.794g	-5.28	-5.28
788	19386.000	933.842	934.216	100189.116	204073.586	173.742g	-6.83	-6.83
789	19411.000	933.539	933.846	100212.766	204081.594	184.690g	-4.78	-4.78
790	19436.000	932.836	933.059	100237.438	204085.436	195.638g	-2.74	-2.74
791	19461.000	931.900	931.961	100262.403	204085.000	206.587g	-0.69	-2.50
792	19486.000	930.718	930.845	100286.939	204080.349	216.766g	1.36	-2.50
793	19511.000	929.610	929.722	100310.729	204072.689	221.952g	2.50	-1.60
794	19536.000	928.332	928.468	100334.225	204064.148	221.502g	2.50	0.44
795	19561.000	926.927	927.074	100358.051	204056.590	217.568g	2.50	2.49
796	19586.000	925.493	925.689	100382.302	204050.534	213.589g	4.53	4.53
797	19611.000	924.314	924.551	100406.884	204046.005	209.610g	5.50	5.50
798	19636.000	923.380	923.645	100431.701	204043.020	205.632g	5.50	5.50
799	19661.000	922.579	922.754	100456.656	204041.591	201.653g	5.50	5.50
800	19686.000	921.844	921.973	100481.653	204041.673	198.190g	3.99	3.99
801	19711.000	920.943	921.035	100506.628	204042.768	196.541g	2.50	1.95

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

802	19736.000	919.840	919.847	100531.589	204044.172	196.407g	2.50	-0.10
803	19761.000	918.445	918.409	100556.549	204045.582	196.407g	2.50	-2.14
804	19786.000	916.830	916.836	100581.509	204046.993	196.407g	2.50	-2.50
805	19811.000	915.249	915.262	100606.469	204048.403	196.407g	2.50	-0.63
806	19836.000	913.619	913.763	100631.429	204049.813	196.399g	2.50	1.41
807	19861.000	912.389	912.562	100656.373	204051.478	194.592g	3.46	3.46
808	19886.000	911.508	911.673	100681.187	204054.465	189.627g	5.51	5.51
809	19911.000	910.638	910.963	100705.555	204059.976	181.622g	6.44	6.44
810	19936.000	910.032	910.372	100728.955	204068.720	173.026g	4.40	4.40
811	19961.000	909.721	910.012	100751.178	204080.152	167.010g	2.50	2.35
812	19986.000	909.500	909.813	100772.557	204093.107	164.151g	2.50	0.30
813	20011.000	909.446	910.317	100793.650	204106.526	163.892g	2.50	-1.75
814	20036.000	910.525	910.991	100814.734	204119.961	163.815g	2.50	-1.27
815	20061.000	910.369	910.622	100835.691	204133.590	162.494g	2.50	0.68
816	20086.000	909.711	909.952	100856.177	204147.915	159.536g	2.63	2.63
817	20111.000	908.960	909.282	100875.775	204163.428	154.940g	4.59	4.59
818	20136.000	908.091	908.096	100893.982	204180.546	148.712g	6.54	6.54
819	20161.000	905.212	906.003	100910.288	204199.480	141.881g	6.33	6.33
820	20186.000	904.407	904.591	100924.647	204219.936	136.317g	4.28	4.28
821	20211.000	903.678	903.859	100937.444	204241.407	132.391g	2.50	2.23
822	20236.000	902.954	903.171	100949.180	204263.480	130.103g	2.50	0.19
823	20261.000	902.254	902.483	100960.404	204285.819	129.443g	2.50	-1.86
824	20286.000	901.599	901.794	100971.558	204308.192	129.443g	2.50	-2.50
825	20311.000	900.964	901.106	100982.713	204330.566	129.443g	2.50	-2.50
826	20336.000	900.235	900.418	100993.867	204352.940	129.443g	2.50	-1.37
827	20361.000	899.532	899.729	101005.022	204375.313	129.443g	2.50	0.68
828	20386.000	898.820	899.041	101016.176	204397.687	129.443g	2.73	2.73
829	20411.000	898.162	898.354	101027.330	204420.060	129.443g	4.77	4.77
830	20436.000	897.706	897.759	101038.485	204442.434	129.443g	6.82	6.82
831	20461.000	896.895	897.321	101045.089	204466.474	114.888g	5.39	5.39
832	20486.000	896.337	897.039	101050.882	204490.794	114.888g	3.34	3.34
833	20511.000	894.882	896.914	101056.675	204515.113	114.888g	2.50	1.30
834	20536.000	890.313	896.888	101062.468	204539.433	114.888g	2.50	-0.75
835	20561.000	895.090	896.864	101068.262	204563.752	114.888g	2.50	-2.50
836	20586.000	892.752	896.841	101074.055	204588.072	114.888g	2.50	-2.50
837	20611.000	895.103	896.817	101079.848	204612.391	114.888g	2.50	-2.50
838	20636.000	894.910	896.793	101085.641	204636.711	114.888g	2.50	-2.50
839	20661.000	892.427	896.769	101091.435	204661.030	114.888g	2.50	-2.50
840	20686.000	890.224	896.745	101097.228	204685.350	114.888g	2.50	-2.50
841	20711.000	895.493	896.722	101103.021	204709.669	114.888g	2.50	-2.50
842	20736.000	894.413	896.698	101108.814	204733.989	114.888g	2.50	-2.50
843	20761.000	894.694	896.674	101114.608	204758.308	114.888g	2.50	-2.50
844	20786.000	895.788	896.650	101120.401	204782.628	114.888g	2.50	-2.50
845	20811.000	895.947	896.627	101126.194	204806.947	114.888g	2.50	-2.50
846	20836.000	894.106	896.603	101131.987	204831.267	114.888g	2.50	-2.50
847	20861.000	896.189	896.579	101137.781	204855.586	114.888g	2.50	-2.50
848	20886.000	896.253	896.555	101143.574	204879.906	114.888g	2.50	-2.50
849	20911.000	896.088	896.531	101149.367	204904.225	114.887g	2.50	-2.44
850	20936.000	896.091	896.508	101155.096	204928.560	114.401g	2.50	-0.74
851	20961.000	896.124	896.484	101160.465	204952.976	113.005g	2.50	0.96
852	20986.000	896.080	896.460	101165.122	204977.537	110.700g	2.66	2.66

Chapitre V: Caractéristiques géométriques.

853	21011.000	896.153	896.436	101168.709	205002.276	107.485g	4.36	4.36
854	21036.000	896.146	896.413	101170.865	205027.178	103.360g	6.00	6.00
855	21061.000	896.142	896.389	101171.292	205052.169	98.813g	6.00	6.00
856	21086.000	896.060	896.365	101169.934	205077.127	94.266g	6.00	6.00
857	21111.000	895.952	896.342	101166.798	205101.924	89.718g	6.00	6.00
858	21136.000	895.976	896.433	101161.900	205126.434	85.171g	6.00	6.00
859	21161.000	895.968	896.713	101155.266	205150.533	80.624g	5.87	5.87
860	21186.000	896.101	897.183	101146.929	205174.096	76.077g	4.53	4.53
861	21211.000	896.684	897.842	101136.931	205197.004	71.529g	3.20	3.20
862	21236.000	897.735	898.687	101125.324	205219.140	66.982g	2.50	1.86
863	21261.000	898.692	899.687	101112.198	205240.411	62.763g	2.50	0.52
864	21286.000	899.407	900.842	101097.833	205260.869	59.443g	2.50	-0.81
865	21311.000	900.423	902.154	101082.561	205280.660	57.032g	2.50	-2.15
866	21336.000	902.204	903.604	101066.689	205299.974	55.532g	2.50	-0.99
867	21361.000	904.180	905.075	101050.500	205319.025	54.940g	2.50	1.06
868	21386.000	905.838	906.671	101034.244	205338.018	54.930g	3.11	3.11
869	21411.000	907.800	908.352	101017.987	205357.010	54.930g	5.16	5.16
870	21436.000	908.909	909.792	101001.189	205375.379	33.837g	4.93	4.93
871	21461.000	910.460	911.130	100979.645	205388.060	34.126g	1.84	-2.50
872	21486.000	911.912	912.500	100958.286	205401.052	35.452g	0.82	-2.50
873	21511.000	913.313	914.011	100937.202	205414.485	36.778g	-0.20	-2.50
874	21536.000	914.859	915.576	100916.403	205428.355	38.105g	-1.22	-2.50
875	21561.000	916.516	917.140	100895.897	205442.656	39.431g	-2.24	-2.50
876	21586.000	918.070	918.704	100875.694	205457.380	40.757g	-1.79	-2.50
877	21611.000	919.537	920.268	100855.709	205472.400	41.068g	-0.83	-2.50
878	21636.000	921.085	921.739	100835.733	205487.432	41.068g	0.13	-2.50
879	21661.000	922.393	923.001	100815.757	205502.464	41.068g	1.09	-2.50
880	21686.000	923.533	924.055	100795.781	205517.496	41.068g	2.04	-2.50
881	21711.000	924.460	924.901	100775.805	205532.528	41.068g	1.70	-2.50
882	21736.000	925.264	925.637	100755.829	205547.560	41.068g	0.17	-2.50
883	21761.000	925.910	926.373	100735.853	205562.592	41.068g	-1.36	-2.50
884	21786.000	926.684	927.109	100715.877	205577.624	41.068g	-2.89	-2.89
885	21811.000	927.534	927.949	100695.905	205592.661	41.236g	-4.42	-4.42
886	21836.000	928.664	929.274	100676.284	205608.148	44.549g	-5.95	-5.95
887	21861.000	930.265	930.911	100657.991	205625.172	51.012g	-5.51	-5.51
888	21886.000	931.798	932.454	100641.403	205643.868	55.897g	-0.73	-2.50
889	21911.000	933.106	933.893	100625.646	205663.277	56.613g	2.50	-1.14
890	21936.000	934.326	935.227	100609.491	205682.352	53.203g	3.06	3.06
891	21961.000	934.274	936.481	100591.826	205700.026	46.714g	6.80	6.80
892	21986.000	936.864	937.728	100572.431	205715.785	40.394g	3.64	3.64
893	22011.000	938.232	938.976	100551.889	205730.029	37.508g	2.50	0.48
894	22036.000	939.429	940.224	100531.090	205743.899	37.438g	2.50	-2.24
895	22061.000	940.514	941.471	100510.164	205757.571	33.464g	2.50	2.20
896	22086.000	941.776	942.719	100487.393	205767.781	20.201g	6.63	6.63
897	22111.000	943.306	943.967	100463.003	205773.059	6.938g	2.50	2.26
898	22136.000	944.528	945.214	100438.030	205773.928	0.789g	1.99	-2.50
899	22161.000	945.691	946.462	100413.133	205775.634	12.327g	-4.70	-4.70
900	22186.000	946.891	947.710	100389.651	205783.946	30.992g	-3.07	-3.07
901	22209.176	948.061	948.866	100370.046	205796.292	36.728g	2.50	-2.50

Chapitre VI: Cubature et terrassement.

I- Introduction :

La réalisation d'une infrastructure routière nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel sera implanté le projet, car il n'est pas possible que le projet suive exactement les ondulations du relief du terrain.

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

L'ensemble de ces deux opérations constitue les cubatures des terrassements.

II- Définitions :

II-1-Cubatures :

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

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

II-2-Les terrassements :

Comprennent l'ensemble des travaux des déblais et de remblais exécutés pour donner à la route et à ses abords la forme déterminée par les plans et profils en long et en travers.

• Les déblais :

Ils consistent à extraire les terres avec des engins mécaniques selon la profondeur donnée par le topographe. Le déblai peut être utilisé comme remblai, s'il est consistant et s'il répond aux normes techniques.

• Les remblais :

Les remblais consistent à transporter et déposer des terres pour combler des cavités (comblent une tranchée, aplanir un terrain...etc.). Les remblais sont constitués par des couches superposées qui ne doivent contenir aucun débris végétal. Les remblais sont commencés par les points les plus bas. Ils sont exécutés par couche de 20cm environ.

III- Le compactage :

Les matériaux mis en œuvre supportent les charges routières, il est nécessaire d'en améliorer la résistance au cisaillement :

- ✓ En resserrant les grains solides les uns contre les autres.
- ✓ En diminuant le volume des vides par expulsion de l'air, par le compactage.

La diminution des vides conduit à réduire les entrées d'eau ultérieures. Elle réduit également les causes de l'attrition.

Chapitre VI: Cubature et terrassement.

❖ Les paramètres du Compactage :

Trois facteurs influents sur le compactage.

➤ **Les forces appliquées par le compacteur :**

Plus les forces sont élevées, plus vite se fait le réarrangement des grains.

➤ **La capacité du sol à évacuer l'air :**

- Pour un sol granulaire, les vides sont jointifs, l'air n'a aucune difficulté à s'évacuer.
- Pour un sol argileux, en revanche, les vides sont microscopiques et l'air s'évacuera difficilement.

➤ **La quantité d'eau contenue dans le sol :**

Elle réduit la résistance au cisaillement, c'est à dire qu'elle réduit la contrainte de cisaillement sur le plan de rupture.

IV-Cubature de terrassement :

Cubature de terrassement représente l'évolution des cubes de déblais et remblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne du projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

V-Méthodes de calcul :

Les calculs effectués pour l'obtention des volumes des terrassements existants dans notre projet sont appelés cubatures. Bien que les cubatures soit fastidieuses, il existe plusieurs méthodes qui simplifient leurs calcul entre autre :

- ✓ La méthode linéaire.
- ✓ La méthode de Sarraus.
- ✓ La méthode de Gulden.

V-1-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.

V-2- méthode de Sarraus :

Cette méthode (formule des trois niveaux) consiste à calculer le volume déblai ou remblai de tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

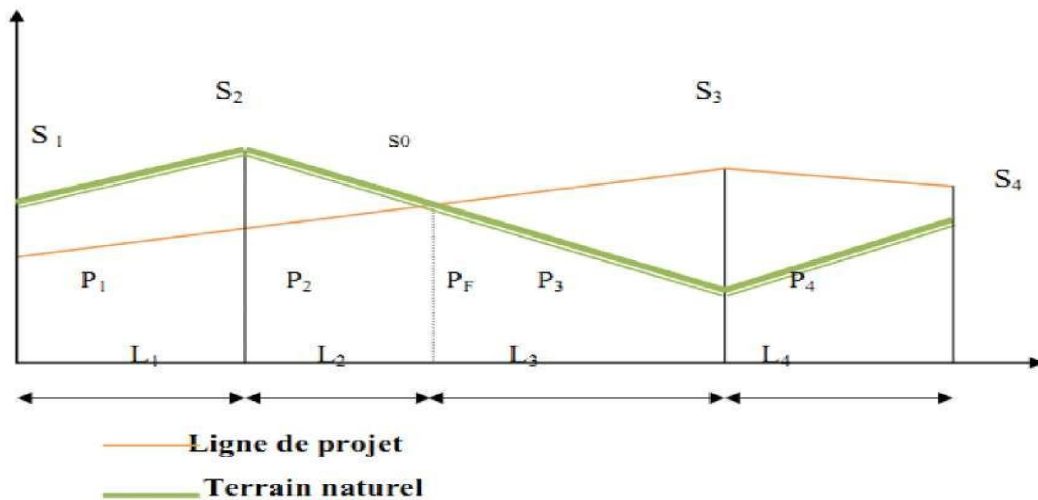
Le volume V compris entre S1 et S2 est égale à :

Chapitre VI: Cubature et terrassement.

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

Avec :

$$S_{\text{moy}} = \frac{S_1 + S_2}{2}$$



FigureVI-1 : Calcul des volumes remblais et déblais.

P_F : Profil fictif, c'est le profil où le volume des terrassements est nul.

S₁ et S₂ : Surface des deux profils en travers P₁ et P₂.

L₁ : Distance entre ces deux profils.

S : Base intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance de P₁ et P₂).

Si on applique la formule de Sarraus, le volume entre P₁ et P₂ de surface S₁ et S₂ sera :

$$V_1 = \frac{L_1}{6} (s_1 + s_2)$$

Le volume total de terre pour la figure de l'exemple ci-dessus est :

$$V = \frac{L_1}{6} (s_1 + s_2) + \frac{L_2}{2} S_2 + \frac{L_3}{3} S_3 + \frac{L_4}{2} (S_3 + S_4)$$

V-3- Méthode de Gulden :

Dans cette méthode, les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classiquement 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.

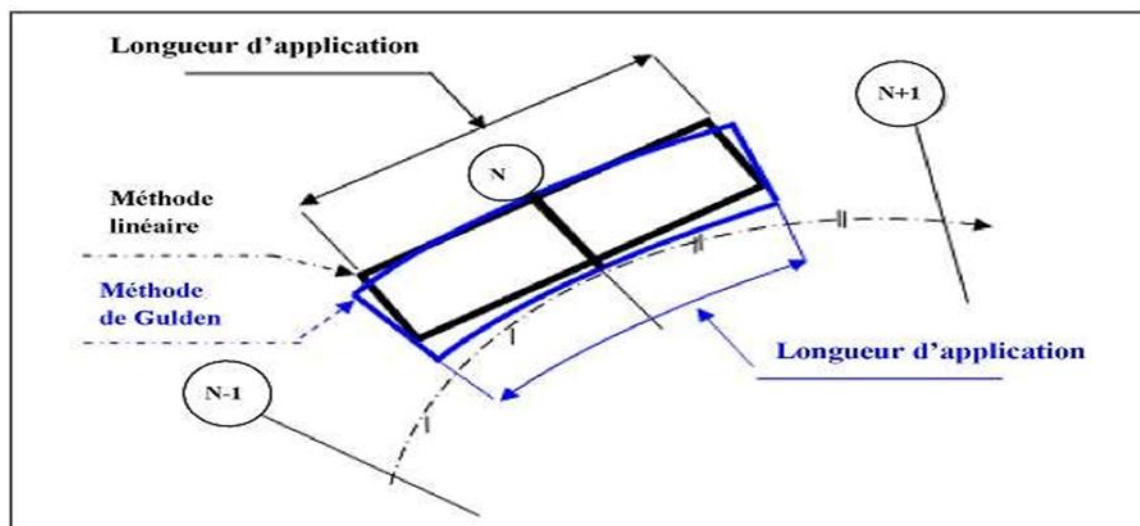


Figure VI-2 : Description de la méthode Gulden.

N.B : Pour le cas de notre projet on utilise la méthode de Gulden intégrée dans le logiciel PISTE.

VI-Application au projet :

Calcul des cubatures de terrassement :

La méthode choisie pour le calcul est celle de Gulden.

Le calcul s'est effectué à l'aide du logiciel piste+5, les résultats sont joints en

annexes. Les principaux résultats à retenir sont :

- Volume Déblais : $V_D=29588$
- Volume Remblais : $V_R=20333$

Conclusion :

Nous avons un volume des déblais supérieur au volume des remblais ce qui prévoit des terres à évacuer, à mettre en dépôt, et à réutiliser comme remblais si elles représentent de bonne caractéristique.

I. Introduction :

Ce chapitre aborde l'importance de la gestion de l'eau et de son impact environnemental lors de la construction et de l'entretien des infrastructures routières. Il traite des interactions entre les routes et le cycle de l'eau, notamment le ruissellement, l'infiltration et le drainage, ainsi que des mesures pour minimiser les effets négatifs sur l'environnement.

Les aspects clés incluent :

- **Gestion des eaux pluviales** : assurer un drainage efficace pour éviter les inondations et l'érosion.
- **Préservation de l'environnement** : limiter l'impact sur les écosystèmes locaux et la qualité de l'eau.
- **Changement climatique** : anticiper les effets des modifications du régime hydrologique sur les routes.

II. Objectif de l'assainissement routier :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

III. Types de dispositif d'assainissement :

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, 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, ...).

IV. Type de dégradation :

Les ruissellements des eaux en surfaces de la route engendrent des dégradations

Chapitre VII : l'assainissement

Pour la chaussée et les talus, ces dégradations se présentent sous forme de :

a) Pour les chaussées :

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

b) Pour les talus :

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

V. Quelques définitions :

a) Bassin versant :

En hydrologie, le terme bassin versant (ou bassin hydrographique) désigne le territoire sur lequel toutes les eaux de surface s'écoulent vers un même point appelé exutoire du bassin versant. Ce territoire est délimité physiquement par la ligne suivant la crête des montagnes, des collines et des hauteurs du territoire, appelée ligne des crêtes ou ligne de partage des eaux.

b) Collecteur principal (canalisation) :

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

c) 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.

d) Sacs :

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

e) Fossés de crêtes :

Outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des puits.

f) Descente d'eau :

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

g) 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.

VI-Dimensionnement du Réseau d'assainissement à projeter :

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

$$Q_a = Q_s$$

Q_a : débit d'apport en provenance du bassin versant (m³/s).

Q_s : débit d'écoulement au point de saturation (m³/s).

Le débit d'apport est calculé en appliquons **la méthode Rationnelle** :

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

Avec :

K : coefficient de concentration $K = 0,2778$.

I : intensité de l'averse exprimée en mm/h.

C : coefficient de ruissellement.

A : aire du bassin versant (m²).

a) Calcul de précipitation :

La précipitation P_j (%) est obtenue par la formule suivante :

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

Chapitre VII : l'assainissement routier.

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 :

TABLEAU VII- 1 : calcul de précipitation

Fréquence (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retour (Années).	2	5	10	20	50	100
Variable de Gauss (U)	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

P_jmoy : pluie journalière moyenne (mm).

CV : Coefficient de variation climatique

U : Variable de Gauss.

Détermination de l'intensité :

Calcul de la fréquence d'averse :

Elle est déterminée par la formule suivante :

$$P_t (\%) = P_j (\%) (t/24)^b$$

P_t : hauteur de pluie de durée t (mm)

P_j : pluie journalière maximale annuelle.

b : l'exposant climatique de la région.

T : temps de concentration (temps nécessaire à l'eau pour s'écouler depuis le point le plus éloigné du bassin versant jusqu' à son exutoire ou le point de calcul).

Intensité de l'averse :

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

$$\text{Avec : } I = P_j (\%) / t$$

Coefficient de ruissellement :

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau tombe sur elle, Les valeurs du coefficient de ruissellement calculé par la formule suivantes :

$$c = c_1 * k_1 * k_2 * k_3$$

Le B.H.M. donne les valeurs suivantes :

- Terrains perméables... $c_1 = 0.30$

- Terrains moyennement perméables... $c_1 = 0.35$

Chapitre VII : l'assainissement

- Terrains imperméables $c1 = 0.40$

Mais avec l'utilisation de facteurs correctifs tels que :

Végétation :

- Sol dénudé, terrain rocheux $k1 = 1.75$
- Champs de labour, brousse $k1 = 1.00$
- Forêt et terrains sablonneux $k1 = 0.60$

Chapitre VII : l'assainissement routier.

Pente du terrain :

$i = < 5 \%$	$k_2 = 1.00$
$i = 5 - 10 \%$	$k_2 = 1.25$
$i = > 10 \%$	$k_2 = 1.50$

Superficies:

$S = < 1 \text{ km}^2$	$k_3 = 1.00$
$S = 1 - 5 \text{ km}^2$	$k_3 = 0.90$
$S = > 5 \text{ km}^2$	$k_3 = 0.75$

Chapitre VII : l'assainissement routier.

37	OH 37	19+ 999	1000	1,09 4	1,71 1	215	22	3 8	0,58	0,3 9	193,0 0	0,11 3	0,395	ventu ra	0,40	64,653	7,735	25,738	51,4 76	11, 19 1	0,1 42	8,061	5,038
----	----------	------------	------	-----------	-----------	-----	----	--------	------	----------	------------	-----------	-------	-------------	------	--------	-------	--------	------------	----------------	-----------	--------------	-------

Chapitre VII : l'assainissement routier.

evitement																						
Données d'entrée										Calcul Hydrologique avec la formule Rationnel												
Identification des bassins versant					Caractéristiques du bassin versant					Paramètre de Montana (T=10 ans)		Coefficient de ruissellement		Dénivelée		Pente		Temps de concentration		Intensité	Débit ruisselé	
												C	(m)	(m/m)	Calculé	Formule utilisée	Retenu	i	Q 10	P10	P100	Gp(24heur)
Identifiant	ty	(km ²)	L (km)	(m)	(m)	a	b	(b > 0)	C	(m)	(m/m)	Calculé	Formule utilisée	Retenu	i	Q 10	P10	P100	Gp(24heur)	Gq(24heur)	Q100	
BV	OH	PK	ty	(km ²)	L (km)	(m)	(m)	(b > 0)	C	(m)	(m/m)	(h)		(h)	(m/m/h)	(m ² /s)	mm	mm	mm	m3/s	Q100	
38	O H38	0+700	1000	0,531	0,564	78	68	38	0,58	0,39	10,00	0,018	0,695	ventura	0,70	46,733	2,712	32,611	65,222	14,179	0,087	2,913
39	O H39	1+115	1000	0,368	0,434	96	74	38	0,58	0,39	22,00	0,051	0,342	ventura	0,30	76,393	3,072	24,216	48,432	10,529	0,045	3,175
	O H40	4+400	1000	0,215	1,017	145	58	38	0,58	0,39	87,00	0,086	0,201	ventura	0,20	96,647	2,272	19,382	38,763	8,427	0,021	2,320
	O H41	4+975	1000	0,132	0,21	100	50	38	0,58	0,39	50,00	0,238	0,095	ventura	0,10	144,472	2,087	14,113	28,226	6,136	0,009	2,108
	O H42	5+200	1000	0,795	0,736	198	137	38	0,58	0,39	61,00	0,083	0,393	ventura	0,40	64,653	5,625	25,682	51,365	11,166	0,103	5,862
	O H43	5+450	1000	0,063	0,256	180	162	38	0,58	0,39	18,00	0,070	0,120	ventura	0,10	144,472	0,996	15,609	31,218	6,787	0,005	1,007
	O H44	5+700	1000	0,187	0,502	235	177	38	0,58	0,39	58,00	0,116	0,162	ventura	0,20	96,647	1,977	17,672	35,344	7,683	0,017	2,015
	O H45	6+182	1000	0,367	0,843	279	232	38	0,58	0,39	47,00	0,056	0,326	ventura	0,30	76,393	3,066	23,727	47,453	10,316	0,044	3,167
	O H46	6+900	1000	0,002	0,53	281	227	38	0,58	0,39	54,00	0,102	0,019	ventura	0,02	367,440	0,089	7,141	14,282	3,105	0,000	0,089
	O H47	7+230	1000	0,086	0,447	247	202	38	0,58	0,39	45,00	0,101	0,118	ventura	0,10	144,472	1,362	15,460	30,920	6,722	0,007	1,377
	O H48	7+450	1000	0,180	0,572	268	195	38	0,58	0,39	73,00	0,128	0,151	ventura	0,10	144,472	2,838	17,161	34,321	7,461	0,016	2,873
	O H49	7+425	1000	0,363	0,805	259	141	38	0,58	0,39	118,00	0,147	0,200	ventura	0,20	96,647	3,839	19,325	38,651	8,402	0,035	3,920
	O H50	7+720	1000	0,397	0,841	196	104	38	0,58	0,39	92,00	0,109	0,242	ventura	0,20	96,647	4,197	20,939	41,878	9,104	0,042	4,293
	O H51	7+831	1000	0,105	0,337	155	69	38	0,58	0,39	86,00	0,255	0,081	ventura	0,10	144,472	1,658	13,253	26,507	5,762	0,007	1,674
	O H52	8+087	1500	1,695	1,744	269	70	38	0,58	0,39	199,00	0,114	0,489	ventura	0,50	56,804	10,531	28,150	56,300	12,239	0,240	11,084
	O H53	8+925	1500	0,784	1,556	216	60	38	0,58	0,39	156,00	0,100	0,355	ventura	0,40	64,653	5,546	24,603	49,205	10,697	0,097	5,769

I. Introduction :

Tenant compte de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, le conducteur devra être guidé et informé pendant son trajet par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés. La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale dont l'objectif de faciliter et rendre la circulation routière rapide, aussi de donner les informations relatives à l'usager de la route.

II. Catégories de signalisation :

On distingue :

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

III. -Efficacité de la signalisation :

Pour concevoir une bonne signalisation, on doit respecter les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation.
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Complémentation entre la signalisation verticale et horizontale.
- Simplicité qui s'obtient en évitant un surplus de signaux qui fatiguent l'attention de l'usager.

IV. Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

I-4-1-Signalisation routière verticale :

Elle comprend les panneaux, les balises, les bornes et les feux tricolores qui transmettent un message visuel sur le trajet traversé par l'usager à travers leurs emplacements, leurs couleurs, et leurs formes. Les signaux verticaux peuvent être classés dans quatre classes:

a) Signaux de danger :

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150m en avant de l'obstacle signalé (signalisation avancée). Ces signaux annoncent les différents dangers de la route.

b) Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve ceux qui désignent :

- L'interdiction.
- L'obligation.

- La fin de prescription : En générale, ils succèdent les panneaux cités si dessus, pourannoncer leur fin.

c) Panneaux à simple indication :

Leurs formes sont on général rectangulaire, des fois terminées en pointe de flèche, Ils offrent un supplément d'information pour les usagers de la route, on distingue :

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

d) Signaux de position des dangers :

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

I-4-2- Signalisation routière horizontale :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, généralement avec la couleur blanche, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. On trouve :

a) Marquage longitudinal :

Ligne continue : elle est destinée pour annoncer au conducteur l'interdiction de changée devoie.

Lignes discontinues : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la librecirculation, et on peut les franchir.

• **Modulation des lignes discontinues :**

Elles sont basées sur une longueur périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données parle tableau suivant :

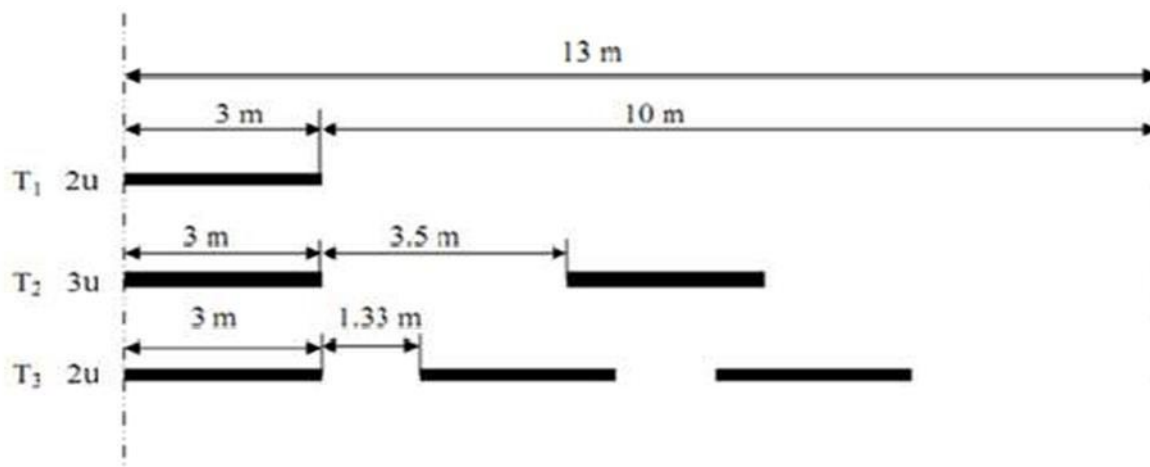


Figure VIII 1 : Types de modulation.

Tableau VIII-1 : Caractéristiques des lignes discontinues.

Rapport plein/vide	Intervalle entre deux traits successifs(m)	Longueur du trait(m)	Type de modulation
$\approx \frac{1}{3}$	1 0	3 1	T 1 , T 1
≈ 1	3 . 5 0 . 5	6 0 . 5	T 2 , T 2
≈ 3	1 . 3 3 6	3 2 0	T 3 , T 3

b) Marquage transversal :

Lignes transversales continues : éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devaient marquer un temps d'arrêt (stop).

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

c) Autre marquage :

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

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

I-5- Caractéristiques générales des marques :

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

- U = 7.5cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.
- U = 6cm sur les routes et voies urbaines.
- U = 5cm pour les autres routes.

V. Application au projet :

Signalisation horizontale

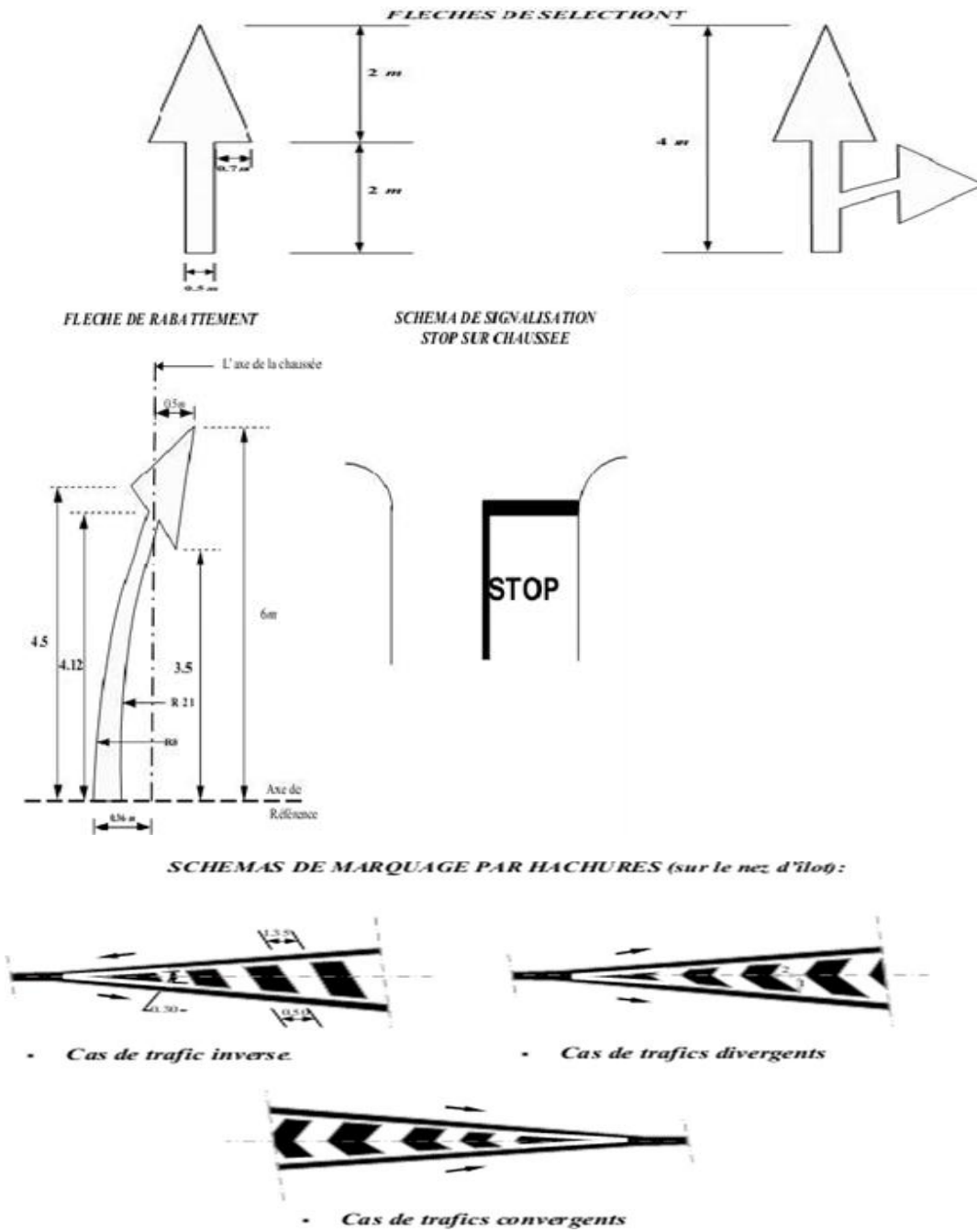


Figure VIII -2: Signalisation horizontale.

Signalisation verticale :

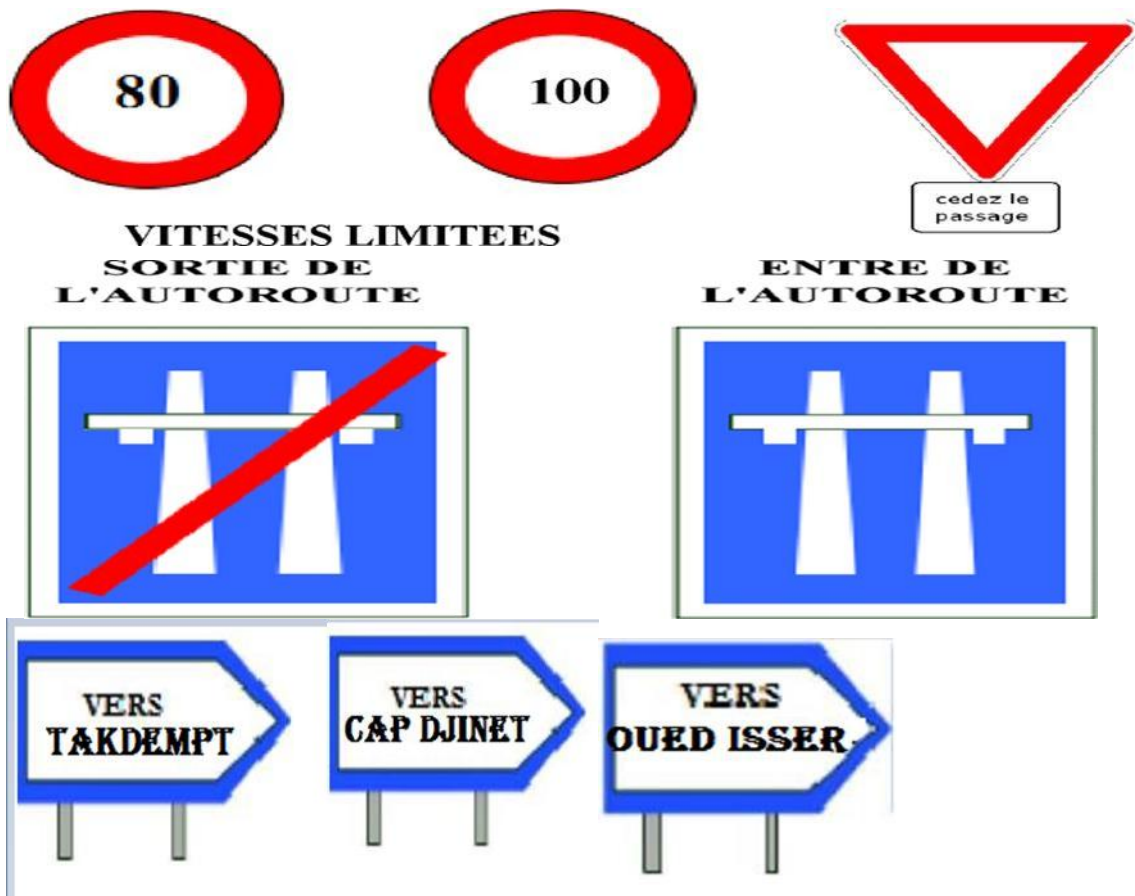
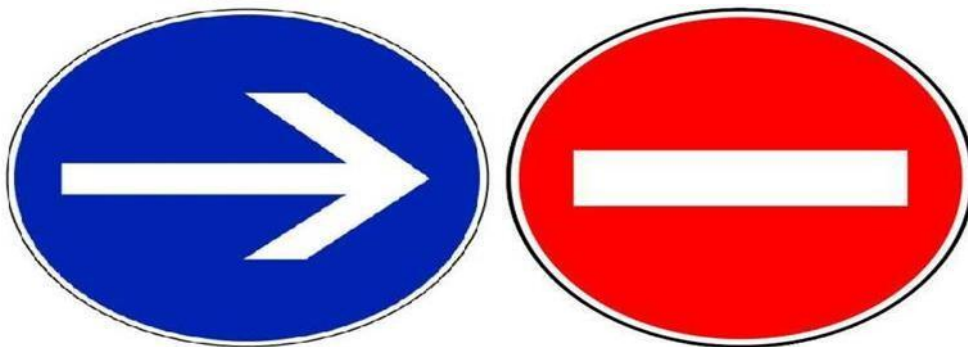


Figure VIII-3: Signalisation d'interdiction.



Sens obligatoire

.Sens interdit.

Introduction :

Le développement intensif des infrastructures, notamment des voies de communication, a profondément modifié notre environnement. Ce sujet est devenu non seulement sensible mais aussi d'une importance capitale, nécessitant une attention particulière lors de l'étude et de la planification de toute nouvelle route. Il est impératif que chaque projet de construction ou d'aménagement soit précédé d'une évaluation rigoureuse de son impact environnemental afin de minimiser autant que possible les dommages potentiels.

Toutefois, il est également crucial de reconnaître et d'optimiser les effets positifs que la construction des routes peut engendrer. Ces bénéfices, bien que parfois sous-estimés, peuvent jouer un rôle clé dans le développement durable. Par conséquent, ce chapitre s'efforcera de présenter une analyse équilibrée des impacts négatifs et positifs des routes sur l'environnement, tout en proposant des mesures pour maximiser les avantages et réduire les inconvénients.

II- Cadre juridique :

En Algérie, la réglementation en matière d'évaluation de l'impact environnemental des projets d'infrastructure est définie par le décret n°90-78 du 27 février 1990. Ce décret stipule que toute étude d'impact doit inclure plusieurs éléments clés :

- ***Analyse détaillée du projet*** : Cette analyse doit couvrir l'ensemble des aspects techniques du projet, ainsi que l'état initial du site et de son environnement.
- ***Conséquences prévisibles*** : L'étude doit évaluer les conséquences directes et indirectes du projet sur l'environnement à court, moyen et long termes.
- ***Justifications techniques et environnementales*** : Les raisons du choix du projet doivent être clairement exposées, en mettant en avant les justifications techniques et environnementales.
- ***Estimation des coûts*** : Une estimation précise des coûts environnementaux associés au projet doit également être fournie.

III- Etude d'impact sur l'environnement :

III-1- Effets négatifs :

On intervient dans cet environnement par la construction d'un aménagement routier, plusieurs paramètres physiques et naturels tels que l'eau, l'air, la faune, et la flore seront perturbés. L'altération des paysages et des nuisances dus au bruit et la poussière

peuvent être aussi les conséquences de cette intervention.

III-1-1-Impact sur la nature :

➤ Les ressources en eau :

Les phases des travaux donnent lieu à la mise en œuvre de toutes les dispositions adaptées pour pallier les inconvénients mis en évidence lors des études de conception. Car les routes peuvent contribuer à la modification des écoulements et à la qualité des eaux de surface et souterraines, entraînant parfois un risque accru d'inondation, d'érosion, de dépôts, ou une modification brutale de la dynamique de la nappe phréatique, et la pollution de cette dernière, par le déversement des sédiments et des matières polluantes (fuites d'hydrocarbures aux postes de distribution de carburant, Les débris résultants de l'usure des plaquettes de freins et des pneus).

Pour cela la conception des bassins antipollution ou des 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.

➤ L'air :

La pollution de l'air due au trafic routier est essentiellement causée par les gaz des moteurs à combustion interne, essence ou diesel, qui sont caractérisés par des émissions polluantes auxquelles s'ajoutent celles résultant de l'usure des plaquettes de freins et des pneus, ou encore de l'évaporation d'hydrocarbures aux postes de distribution de carburant.

La circulation routière est la principale source de CO₂.

La réduction de ces effets exige une modification de la politique nationale dont les principaux objectifs devront veiller à :

- ✓ Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique.
- ✓ Utiliser d'autres sources d'énergies.
- ✓ Régler le trafic.
- ✓ Contrôler les véhicules.
- ✓ Encourager des plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'air.



Figure IX-1 : Impact du trafic sur l'aire.

➤ **La faune:**

Les projets routiers peuvent générer des impacts sur les animaux qui doivent faire partie des données essentielles prises en compte lors de la conception de son tracé pour atténuer la coupure biologique, et pour protéger la faune des risques de collision, toute on sachant que sur cette route il y a la présence d'animaux sauvages et domestiques sur les abords.

Utiliser des passages inférieures spécifique pour la sécurité des animaux de la région, afin qu'ils puissent traverser l'autoroute en sécurité, ainsi que pour la sécurité des automobilistes (FigureIX).



Figure IX2: passage pour faunes.

➤ **La flore :**

Des zones naturelles, en outre leurs contributions à l'absorption du gaz carbonique contenu dans l'air. Les implantations vont constituer un espace de vie pour la faune et la flore, elle participe au cycle biologique.

Notre projet risque d'atténuer le rôle de la zone dans ce concept et ce par :

- ✓ Les terrassements du sol conduit à un déséquilibre dans l'aération des racines et empêche ainsi leur développement
- ✓ Diminution du couvert végétal.

Connaissance approfondie de la flore locale vise à orienter le choix des espèces à planter sur le talus selon un certain nombre de critères : particularités de la climatologie et du paysage.

III-1-2- Impact sur le cadre humain :**➤ La destruction :**

Les projets d'aménagements routiers 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.

Les populations touchées par la destruction sont ceux qui sont situées au périmètre d'accueil ou sur l'emprise du projet, donc elles seront obligées de se déplacer.

➤ Le bruit :

Le bruit essentiellement au niveau sonore, Il est lié exclusivement à la circulation routière qui a pour origine le bruit émis par les moteurs des véhicules et de roulement. Le bruit lié au roulement est devenu la source principale émise par les véhicules et les poids lourds.

Deux facteurs sont bien évidemment à l'origine de ce bruit: le revêtement routier et le pneumatique. Les progrès réalisés dans le domaine des enrobés ont permis de diminuer ce bruit:particulièrement pour les enrobés à faible granulométrie.

Les préventions à prendre dans un projet routier pour lutter contre le bruit sont :

- ✓ Réduction de la vitesse.
- ✓ Implantation de la voie par rapport aux zones bâties, et isolation des bâtiments.

Construction des buttes de terre, des murs antibruit.

La sécurité :

Lorsque un tronçon routier traverse une agglomération, il faut prendre en compte le risque potentiel des piétons qui peuvent traversées la voie.

Pour assurer la sécurité des piétons on doit:

- ✓ Implantée des passerelles au niveau d'agglomération.
- ✓ Implantée des trottoirs tout le long de la route.

Pour assurer la sécurité des automobilistes on doit:

- ✓ Réduire la vitesse au niveau des points singuliers.
- ✓ Des panneaux de signalisation seront implantés.

III-1-3-Impacts sur l'agriculture :

L'agriculture est une activité économique principale et inépuisable. De ce fait elle doit se faire octroyer un grand intérêt. Lorsqu'un tronçon routier traverse un territoire agricole, on aura :

- ✓ Une diminution de la surface agricole notamment le décroissement du potentiel agricole.
- ✓ La désorganisation du territoire agricole.

Les mesures visant à remédier à ces préjudices sont classées en deux catégories :

Mesures préventives : Devant intervenir en amont, lors des choix du tracé et la détermination des caractéristiques du projet. Sinon on aura recours aux mesures curatives.

Mesures curatives : Comprenant la restriction des exploitations et des mesures techniques allant du rétablissement des réseaux existants à la remise en état des terrains agricoles.

III-2- Effets positifs :

Cependant, la présence d'une route a tout de même des effets bénéfiques pour l'environnement que l'on résume général à :

- ✓ Dynamiser l'activité économique régionale en reliant la RN24
- ✓ Une réduction des embouteillages ce qui réduit le taux de pollution.
- ✓ Un confort pour les usagers et une meilleure sécurité.
- ✓ La stimulation des activités économiques et agricoles dans la région traversée.
- ✓ Le développement touristique (mise en valeur des régions traversées).
- ✓ Un meilleur accès aux régions isolées.
- ✓ La création des postes d'emplois temporaire (durant la phase de réalisation).

VI- Conclusion :

Le défi c'est d'intégrer l'équipement dans le paysage en limitant 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.

Notre projet n'a pas un grand impact sur l'environnement. Car il traverse une région montagnaise sans aucune agglomération ni de terrain agricole. Donc il ne nécessite pas de dispositif spécial sur ce point, telle que : la passerelle ou la destruction de structure existante.

Cependant l'impact sur les réseaux hydrauliques naturelles reste assez important d'où la réalisation d'ouvrage d'évacuation, telle que : dalot et ouvrage busé.

Conclusion générale

Ce projet de fin d'études a été une opportunité, pour mettre en pratique nos connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à Université Mouloud Mammeri tizi Ouzou

Ce projet m'a permis aussi de connaître des problèmes techniques et administratifs rencontrés dans de tels projets.

C'est une grande occasion pour faire connaissance du déroulement d'un projet particulier

Des travaux publics (construction d'un dédoublement d'une route existante) et par conséquent la maîtrise des nouvelles technologies ainsi que l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin notamment, PIST et AUTOCAD.

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter tous les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et environnement.

De toute façon, il nous a immergé dans le milieu professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.

Bibliographies

[1] : Mme F. ghanem, route (I3 M1. Travaux Publics). Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

[2] : ministères des travaux publics. (2019). Guide technique pour la construction et l'entretien des routes en Algérie (Rapport No. 45). Ministères des travaux publics.

[3] : Benkhalifa, A. (2017). Etude comparative des techniques de stabilisation des sols dans les projets routiers en Algérie (mémoire de master, université des sciences et de la technologie Houari Boumediene).

[4] : Mhamed KHELIL and Mustapha Ghlam. DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSÉES ROUTIÈRES CAS RN40A. PhD thesis, FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES DÉPARTEMENT GÉNIE CIVIL, 2020.