

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université MOULOUD MAMMERRI de Tizi-Ouzou

Faculté du Génie de la Construction

Département de Génie Civil



EN VUE D'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN GENIE CIVIL

OPTION : VOIES ET OUVRAGES D'ART (VOA)

Mémoire de fin d'études

THÈME

*Etude de la déviation et de la modernisation du chemin wilaya 128 sur un
linéaire de 4.5 Km*



Présenté par :

- FARES BESSACI
- HILAL BOUBAKOUR

Encadré par :

Mr : SMAIL GABI

Promotion : 2015/2016

Remerciement

Louange à Dieu, qui nous a guidés, et sans lui nous n'aurions jamais été sur la bonne voie.

Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens et leurs patiences.

Nous tenons aussi à remercier tous ceux et celles qui de loin ou de près ont contribué à finaliser ce travail que nous espérons sera à la hauteur de leurs engagements.

Nous citons nommément :

- *Notre encadreur, Mr GABI SMAIL pour qui nous exprimons notre gratitude pour son encadrement, son aide, sa confiance, et son soutien incessant durant notre projet.*

- *Nos enseignants de l'UMMTO, de nous avoir aidé par les discussions fructueuses que nous avons eu dans le cadre de notre projet.*

- *Les membres de jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce travail.*

Nos remerciements s'adressent aussi à tous nos enseignants ayant crus en nous et ce depuis le primaire.

Dédicaces

Je dédie ce travail, particulièrement, à mes parents Tahar et Djedjiga

A mes frères : Islam, Smail, Mohamed.

A mes sœurs : Nadia, Sofia, Souad, Lynda et Katia

A ma belle sœur : Eldjida

A mes neveux : Ahend et Ghiles

A mes nièces : Kenza et Dacine

Ainsi qu'à toute la famille BESSACI en général.

A mon binôme HILAL avec qui j'ai partagé ce travail.

Sans oublier tous mes amis(es) avec qui j'ai passé des moments inoubliables durant tout mon cursus du primaire à l'université et à tous ceux qui nous ont aidés à réaliser ce travail.

FARES

Dédicace

Je dédie ce travail, particulièrement, à mes très chères parents **MOULOUD** et **FAYROUZA** qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin.

À mon frère : Lotfi.

À mes sœurs : Djedjiga, Katia et Fekkoudja.

Ainsi qu'à toute la famille **BOUBAKOUR** en général.

À mon oncle Fares avec qui j'ai partagé ce travail.

À tous mes amis particulièrement: Arezki, Mohamed, Kamel, Fares, Salim, Saïd, Nourdine, kouceila

Et toute la promotion VOA 2016.

Sans oublier tous mes amis(es) avec qui j'ai passé des moments inoubliables durant tout mon cursus du primaire à l'université et à tous ceux qui nous ont aidés à réaliser ce travail.



BOUBAKOUR HILAL

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	01
-----------------------------------	-----------

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

I-1-Introduction.....	02
I-2- Présentation du projet.....	02
I-3-Cadre de l'étude.....	02
I-4- Objectif du Projet.....	02
I-5- Géographie.....	03

CHAPITRE II : ETUDE DU TRAFIC

II-1-Introduction.....	04
II-2-Analyse du trafic.....	04
II-3-Différents types du trafic.....	04
II-4-Calcul de la capacité.....	05
II-5-Application au projet.....	08
II-6-Conclusion.....	10

CHAPITRE III : TRACE EN PLAN

III-1-Introduction.....	11
III-2-Définition du tracé en plan.....	11
III-3-Règles à respecter dans le tracé en plan.....	11
III-4-Eléments de tracé en plan.....	11
III-5-Choix de la vitesse de base.....	16
III-6-Principe d'enchaînement des éléments géométrique.....	16
III-7-Paramètre fondamentaux.....	16

III-8-Calcul d'axe.....	17
-------------------------	----

CHAPITRE IV : PROFIL EN LONG

IV-1-Définition.....	22
IV-2-Règles à respecter dans le tracé du profil en long.....	22
IV-3-Coordination du tracé en plan et du profil en long.....	23
IV-4-Définition d'une déclivité.....	23
IV-5-Raccordements en profil en long.....	24
IV-6-Application au projet.....	26

CHAPITRE V : PROFIL EN TRAVERS

V-1-Définition.....	28
V-2-Les éléments de composition du profil en travers.....	28
V-3-Classification du profil en travers.....	29
V-4-Application au projet.....	31
V-5-Profil en travers type de notre projet.....	32
V-6-Conclusion.....	32

CHAPITRE VI : CUBATURE

VI-1-Généralités.....	33
VI-2-Définition.....	33
VI-3-Méthode de calcul utilisé.....	33
VI-4-Application au projet.....	36

CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE

VII-1-Introduction.....	37
VII-2-Objectif d'une étude géotechnique.....	37
VII-3-Aperçu sismique et géologique.....	37
VII-4-Les différents essais en laboratoire.....	39

CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEES

VIII-1-Introduction.....	47
--------------------------	----

VIII-2-Les chaussées.....	47
VIII-3-Méthode de dimensionnement.....	50
VIII-4-Application au projet.....	57
VIII-5-Calcul automatique.....	66
VIII-6-Conclusion.....	68

CHAPITRE IX : OUVRAGE D'ART

IX-1-Définition.....	69
IX-2-Présentation de l'ouvrage.....	69
IX-3-Profil en long.....	69
IX-4-Description de l'ouvrage.....	69
IX-5-Choix de l'ouvrage.....	70
IX-6-Définition et rôle du mur de soutènement.....	71
IX-7-Conclusion.....	73

CHAPITRE X : ASSAINISSEMENT

X-1-Introduction.....	74
X-2-Objectif de l'assainissement.....	74
X-3-Assainissement de la chaussée.....	74
X-4-Choix des ouvrages d'évacuation.....	75
X-5-Quelques définitions.....	75
X-6-Dimensionnement des ouvrages d'évacuations.....	76
X-7-Etude hydrologique.....	76
X-8-Etude hydraulique.....	82
X-9-Conclusion.....	92

CHAPITRE XI : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XI-1-Introduction.....	93
XI-2-Cadre juridique.....	93
XI-3-Définition.....	93

XI-4-Etude d'impact sur l'environnement.....	93
--	----

CHAPITRE XII : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

XII-1-Signalisation

XII-1-1-Introduction.....	97
---------------------------	----

XII-1-2-Définition.....	97
-------------------------	----

XII-1-3-Types de signalisations.....	97
--------------------------------------	----

XII-2-Eclairage

XII-2-1-Introduction.....	103
---------------------------	-----

XII-2-2-Catégories d'éclairages.....	103
--------------------------------------	-----

XII-2-3-Paramètres de l'implantation des luminaires.....	103
--	-----

XII-2-4-Application au projet.....	104
------------------------------------	-----

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

XIII-1- Introduction.....	106
---------------------------	-----

XIII-2-Conclusion	107
-------------------------	-----

Conclusion générale.....	108
---------------------------------	------------

Bibliographie

Annexes

I. Introduction:

Les voies de communication sont la source même du développement d'un pays, les recherches et les études sur les tracés routiers ont pris actuellement une ampleur considérable à travers le monde.

L'analyse de la situation des pays équipés et développés, montrent que le secteur du transport constitue une base au plan du développement national et de la croissance économique.

En Algérie l'évolution démographique et la forte urbanisation ont engendré plusieurs mutations. Ainsi les recherches et les études des traces linéaires des routes et d'autoroutes ont été menées à travers le pays afin d'améliorer les infrastructures de transport. Les structures de chaussées en place non renouvelées à ce jour représentent une grande majorité du réseau qui supporte l'intense trafic actuel.

En Algérie le transport routier joue un rôle majeur dans la mesure où la route supporte plus de 80% du trafic marchandises et voyageur et 90% à Tizi-Ouzou.

Ce sujet de fin d'étude a été proposé par la direction des travaux publics de la wilaya de Tizi-Ouzou. Il devra nous permettre en premier lieu d'évaluer et mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant notre cursus universitaire et de s'adapter avec les différentes étapes de la conception routière.

D'où le cas de notre étude consiste à faire l'aménagement et la modernisation relative à la déviation du tronçon routier Boughni – Tizi-Ouzou (CW 128) sur un linéaire total de 40Km.

I. Introduction:

Dans le cadre du développement de l'infrastructure de base de la wilaya de Tizi-Ouzou et pour dynamiser les échanges interrégionaux, le schéma directeur routier national a prévu une déviation de la ville de Tizi-Ouzou vers Boughni, en suivant le cours du CW128 , qui est dans son état actuel traverse plusieurs agglomérations tel que Irhil N'Touila, Iclucen et ait Amar mouh.....

II. Présentation du projet:

Notre travail consiste à étudier un tronçon de 4.5Km (Tizi-Ouzou vers Boughni), en respectant le couloir établie et approuvé par la direction des travaux publics de Tizi Ouzou.

Véhiculant un trafic journalier important estimé à l'ordre de 2600v/j avec un pourcentage de 20% en poids lourds.

L'itinéraire de projet se situe dans un relief pratiquement plat (E2) et se caractérisent par des faibles sinuosités et des déclivités faibles et moyennes (C3)

III. Cadre de l'étude:

Notre projet consiste à réaliser l'étude en phase APD d'une déviation et de la modernisation du CW128 prend son origine au PK3+000 au niveau du village DJAMAA IALLALANE et se termine à 4.5Km plus loin au niveau du village TIZRA AISSA au PK7+570.902.

CW128 : Menant vers l'agglomération de Boughni.

IV. Objectif du projet:

L'objectif de cette étude est d'améliorer le niveau de service de la route, cette amélioration se traduit par :

- Diminuer le temps de parcours
- Réduire le nombre des accidents
- Assurer une bonne fluidité de la circulation
- Assurer le confort de l'utilisateur
- Doter la chaussée d'une structure adéquate capable de supporter le trafic actuel et futur

V. Géographie:

Située au centre-ouest de la wilaya de Tizi Ouzou, la commune de Tizi Ouzou touche les communes de Draâ Ben Khedda et Tirmatine à l'ouest, de Maâtkas au sud-ouest, de Souk El Thenine, Beni Zmenzer et Beni Aïssi au sud, d'Irdjen au sud-est, d'Ouaguenoun et Tizi Rached à l'est et Djebel Aïssa Mimoun au nord-est.

Elle couvre une :

- superficie de 10 236 hectares.
- Population 135088 habitants
- Densité 1320 hab /Km²

Les coordonnées géographiques de la commune au point central de son chef-lieu valent respectivement 36° 43' 00" Nord et 4° 03' 00" Est.

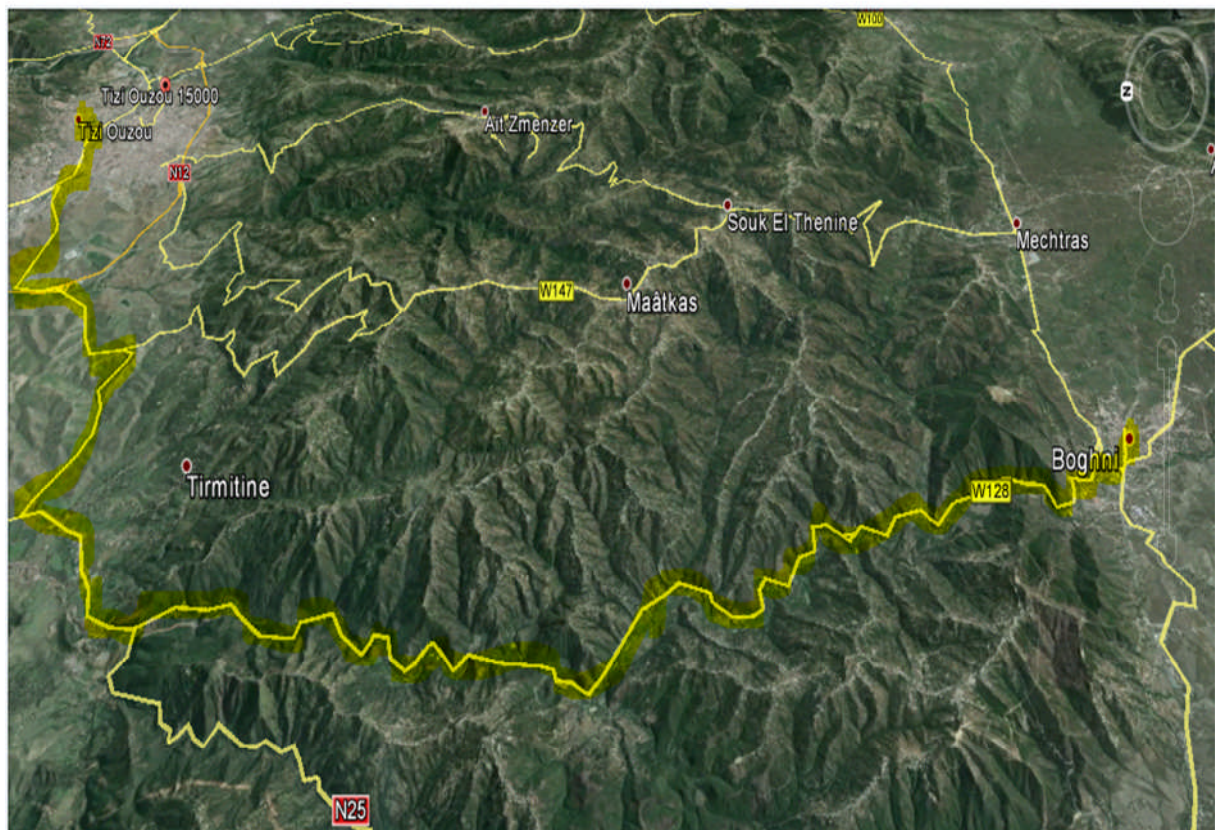


Fig. I-I : Situation géographique de notre tracé

I. Introduction:

Une étude de trafic est une phase fondamentale qui doit intervenir à l'amont de toutes relations relatives à un projet routier. Elle permet de déterminer l'intensité du trafic et son agressivité (poids lourds). Le dimensionnement du corps de chaussée nécessite la connaissance du trafic journalier moyen annuel (TJMA) ainsi que sa répartition sur les différentes catégories de véhicules.

L'étude du trafic constitue une approche essentielle de la conception des réseaux routiers, elle doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà, les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

II. 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 ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriées.

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, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales
- Comptages sur routes (manuel, automatique)
- Enquête de circulation

III. Différents types de trafics:

On distingue quatre (04) types de trafic :

III.1. Trafic normal :

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

III.2. Trafic induit :

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

III.3. Trafic dévié :

C'est le trafic qui résulte :

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

III.4. Trafic total :

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

IV. Calcul de la capacité:**IV.1. Définition :**

La capacité d'une route est le flux horaire maximum de véhicules 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 :

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

Avec : **TJMAh** : le trafic à l'année horizon.

TJMAo : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

IV.3. Calcul de trafic effectif :

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

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

Avec :

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

Z : pourcentage de poids lourd.

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

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

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

Tableau II.1: coefficient d'équivalence.

IV.4. Débit de pointe horaire normal :

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

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

Avec : **Q** : débit de pointe horaire

n : nombre d'heure, (en général n=8heures)

T_{eff} : trafic effectif

IV.5. Débit Horaire Admissible :

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

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

Avec : **K₁** : coefficient lié à l'environnement

K2 : coefficient de réduction de capacité

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

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tableau II.2 : Valeur de K1.

Environnement	1	2	3	4	5
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

Tableau II.3 : Valeur de K2.

Type de route	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau II.4 : valeur de la capacité théorique (C_{th}).

IV.6. Détermination Nombre Des Voies :

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

Cas d'une chaussée unidirectionnelle : le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport $S.Q/Q_{adm}$.

Avec : **Q_{adm}** : débit admissible par voie

S : coefficient de dissymétrie, en général égale à 2/3

V. Application au projet:**V.1. Données de trafics et hypothèses de calcul :**

- Le trafic à l'année 2015 : $TJMA_{2015}=2600$ v/J.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau =4\%$.
- La vitesse de base sur le tracé $VB=60$ Km/h.
- Le pourcentage de poids lourds $Z=20\%$.
- L'année de mise en service : 2019.
- La durée de vie du projet: 20ans.
- Le coefficient d'équivalence de poids lourd : Pour une route à bonne caractéristique et un environnement E2 on a $P=6$
- Les coefficients correcteurs : $K1=0.85$ pour E2.
 $K2= 0.99$ pour E2 et C3.

(La catégorie C3 : liaison des chefs lieux de daïra et des chefs lieux de la wilaya, non desservi par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2.)

- La capacité théorique : $C_{th}= 1500$ a 2000 uvp/h/sens (E2, C3 et pour une route a 2 voies de 3,5m).

V.2. Projection future du trafic :

L'année de mise en service (2019).

L'année horizon après une durée de vie de 20ans (2039).

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

- $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon (année de mise en service 2019).
- $TJMA_o$: le trafic à l'année de référence (origine 2015).

$$TJMA_{2019}= 2600. (1 +0,04)^4 =\mathbf{3041,63}$$
 (v /j).

$$TJMA_{2039}= 3041,63. (1 + 0,04)^{20} = \mathbf{6664,59}$$
 v/j.

V.3. Calcul du trafic effectif :

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

Avec:

*P: coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds.

P=6 (environnement E2, route de bonnes caractéristiques)

*Z: le pourcentage de poids lourds.

$$T_{\text{eff}} = 6664,59 \times [(1 - 0.2) + 6 \times 0.2] \quad \longrightarrow \quad T_{\text{eff}} = 13329.18 \text{ uvp/j}$$

V.4. Débit de pointe horaire normal :

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon: il est donné par la formule :

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

Avec:

*1/n: coefficient de pointe horaire pris est égal à 0.12

* $Q_{39} = 0.12 \times 13329,18 = 1599,50 \text{ uvp/h}$

* $Q_{39} = 1599,50 \text{ uvp/h}$

V.5. Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

$$Q_{\text{adm}} = K1.K2.C_{th}$$

Avec :

*K1 et K2 sont des coefficients correcteurs.

* C_{th} : capacité théorique.

$$Q_{\text{adm}} = 0,85 \times 0,99 \times 1800 = 1514,7 \text{ uvp /h}$$

Donc : $Q_{\text{adm}} = 1514.7 \text{ (uvp/h)}$

V.6. Le nombre de voies :

On a: $n = S. Q/Q_{adm} = (2 / 3) \times (1599,50 / 0,85.0,99.1800) = 0,70 \approx 1$

N =1 voie/ sens

Résultats de calculs :

TJMA ₂₀₁₅ (v/j)	TJMA ₂₀₁₉ (v/j)	TJMA ₂₀₃₉ (v/j)	Teff ₂₀₃₉ (uvp/j)	Qadm (uvp/h)	N ^{br} de voie par sens
2600	3041,63	6664,59	13329,18	1514,7	1

V.7. Calcul de l'année de saturation :

$T_{eff2019} = [(1 - Z) + Z.P] TJMA_{2019}$

On a : $T_{eff2019} = [(1 - 0,2) + 6 .0,2]3041,63 = 6083,26$ (uvp/j).

$T_{eff2019} = 6083.26$ (uvp/j).

D'où: $Q_{2019} = 0.12 \times 6083.26 = 729.99$ (uvp/j).

Et on a : $Q_{Saturation} = 4 \times Q_{adm}$

$Q_{Saturation} = 4 \times 1514,7 = 6058,8$ (uvp/j).

Q saturation = (1+τ)ⁿ × Q₂₀₁₉ \longrightarrow n = log (Q saturation / Q₂₀₁₉) / log (1+τ)

D'où : $n = \log (6058,8 / 729,99) / \log (1+0,04) = 53,95 \approx 54$ ans.

n=54ans.

\longrightarrow Donc l'année de saturation = 2019+54=**2073**.

VI. Conclusion:

D'après les calculs précédents on conclut que la conception imposée par le Maitre d'ouvrage répond aux exigences du B40 :

- Le profil du (CW-128) est bidirectionnel

La saturation surviendra 49 ans après l'année de mise en service soit en 2073.

I. Introduction :

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

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

II. Définition du tracé en plan :

Le tracé en plan d'une route est constitué d'une succession de courbes et d'alignements droits séparés ou pas par des raccordements progressifs.

Il vise à assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort tout en s'intégrant au mieux dans la topographie du site.

III. Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour obtenir un bon tracé dans les normes, on essaie dans la mesure du possible d'éviter :

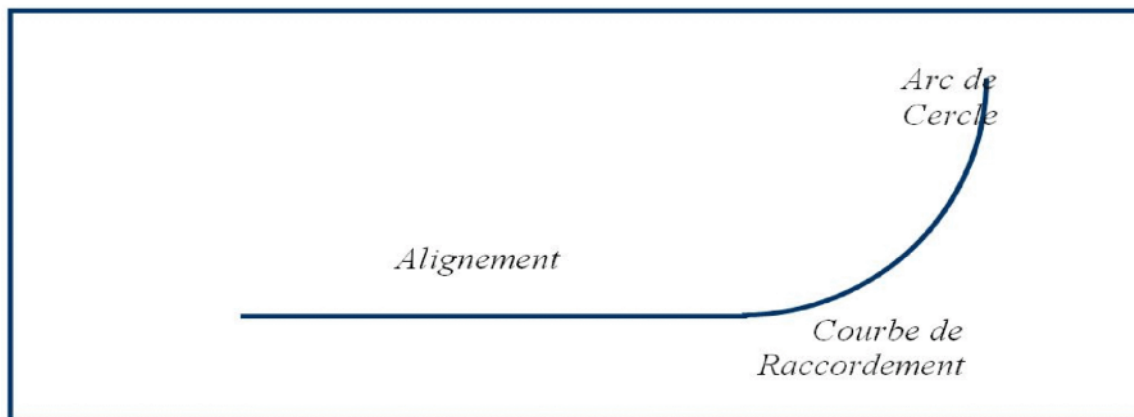
- De passer sur les terrains agricoles et des zones forestières.
- Le passage de très près des zones urbaines et les propriétés privés.
- Le passage sur les oueds pour éviter la construction d'ouvrages.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant
- Les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.

Et aussi :

- Respecter l'environnement.
- Adapter le tracé afin d'éviter les terrassements importants.

IV. Eléments de tracé en plan :

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



a. Alignement :

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

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

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

b. Arcs de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

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

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

c. Raccordement progressifs (Clothoïde) :

Les courbes de rayons R inférieur à R_{Hnd} sont introduites par des raccordements progressifs.

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

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

Expression mathématique de la clothoïde :

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L.

$$K = C \cdot L$$

On pose: $1/C = A^2 \iff L \cdot R = A^2$

Condition optique :

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

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

D'après le B40 on a :

- $R \leq 1500\text{m}$ DR = 1m (éventuellement 0.5m) $L = 24RDR$
- $1500 < R \leq 5000\text{m}$ $L \geq R^3/9$
- $R > 5000\text{m}$ DR = 2.5 m $L = 7.75 R$

Condition confort dynamique :

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

$$L = \frac{V_R^2}{18} \times \frac{V_R^2 - \Delta d}{127R}$$

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

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle se traduit par la limitation de la pente relative du profil en long au bord de la chaussée par rapport à celle de son axe.

$$L \geq l \times d \times V_R$$

L : longueur de raccordement

l : Largeur de la chaussée

Δd: variation de dévers

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

Cette variation est limitée à 2%.

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

36

Rayons en plan et devers associés (C3-E2)

Un environnement (E2), classé en catégorie (C3) avec une $V_B = 60$ km/h et à partir du règlement Algérien B40 on peut déterminer le tableau (**Tableau 5**)

Paramètres	symboles	Valeurs
-Vitesse (Km/h)	V	60
-Rayon horizontal minimal (m)	R _{hm} (8%)	115
-Rayon horizontal normal (m)	R _{HN} (6%)	220
-Rayon horizontal déversé (m)	R _{Hd} (3%)	450
-Rayon horizontal non déversé (m)	R _{Hnd} (-3%)	700

Tableau III.1 : Rayons en plan.

V. Choix de la vitesse de base:

La connaissance de la vitesse de référence constitue une condition fondamentale de la conception routière dans notre projet .pour assurer une meilleur circulation du trafic et un minimum d'emprise de terrain on doit limiter la vitesse à $VR = 30 \text{ Km/h}$ sur toutes les bretelles.

Pour le CW128 : chemin de wilaya, on a opté pour une vitesse de référence de 60Km/h

VI. Principe d'enchaînement des éléments géométrique :

La norme de conception des routes a imposée le principe de l'homogénéité des caractéristiques en matière de déclivité et de rayon des courbes. L'expérience acquise a permet d'édicter quelques principes à retenir par les concepteurs routiers en ce qui concerne les enchaînements des éléments géométriques du tracé en plan :

Pour les routes interurbaines bidirectionnelles :

- les faibles rayons sont néfastes au confort de l'utilisateur et à la sécurité à l'extrémité d'un alignement droit
- trop de grands rayons nuisent à la sécurité des dépassements tout en favorisant les vitesses élevées. Il est préférable de recourir à des alignements droits (50 % du linéaire pour dépassement ou implantation de carrefours) et des courbes moyennes.
- une courbe à faible rayon après une succession de grands rayons pose des problèmes de sécurité dans la mesure où l'utilisateur s'attend à une certaine homogénéité sur l'itinéraire.
- deux courbes de même sens doivent être séparées par une longueur d'alignement droit.

VII. Paramètres fondamentaux :

Pour notre projet il s'agit d'une route de catégorie (C3) et d'environnement (E2), avec une vitesse de base $VB = 60 \text{ km/h}$. Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées des normes du B40.

Paramètres	symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	60
Longueur minimale (m)	Lmin	84
Longueur maximale (m)	Lmax	1000
Devers minimal (%)	Dmin	3
Devers maximal (%)	Dmax	8
Temps de perception réaction(s)	Tl	2
Frottement longitudinal	fL	0.46
Frottement transversal	ft	0.18
Distance de freinage (m)	d0	31
Distance d'arrêt (m)	dl	64
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	dm	250
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	dn	350
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	dmd	120
Rayon minimal absolu (8%) (m)	RH _{min}	115
Rayon minimal normal (6%) (m)	RH _N	220
Rayon au devers minimal (3%) (m)	RH _d	450
Rayon non déversé (-3 %) (m)	RH _{nd}	700

Tableau III.2: Paramètres fondamentaux de l'axe en plan.

VIII. Calcul d'axe :

Le calcul d'axe est l'opération de base par laquelle toute l'étude d'un projet routier doit commencer. Elle consiste au calcul d'axe point par point du début du tronçon à sa fin.

On a le nuage de point avec ces coordonnées (X,Y) des sommets qui sont déterminés par simple lecture à partir de la carte d'état major et les rayons choisis pour les différentes directions.

Nous allons procéder à la conception du projet avec le logiciel PISTE 5 et nous expliquerons son fonctionnement.

VIII.1.Construction du terrain :

Pour représenter le terrain sur le logiciel nous devons effectuer certaines opérations :

Copier tout le nuage de point du logiciel COVADIS \implies Fichier \implies Enregistrer sous \implies
Type de fichier \implies DXF Auto CAD 2007(.dxf)

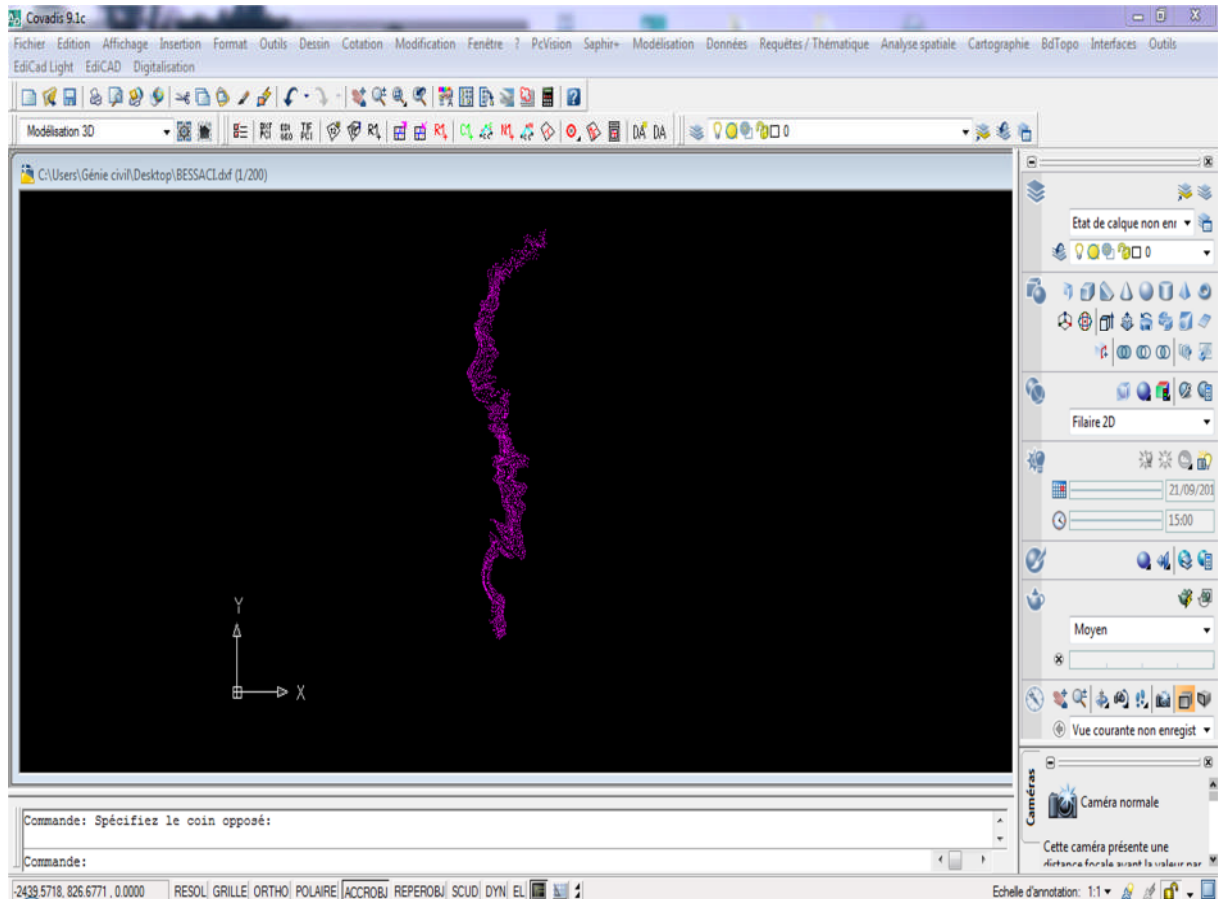


Figure III-1 : Nuages de point

Piste \implies Fichier \implies Nouveau \implies Fond de plan TPL.(seg) \implies OK

Enregistrer \implies Nom :.... \implies OK \implies OK

Fichier \implies Lire

On obtient alors le nuage de point suivant :

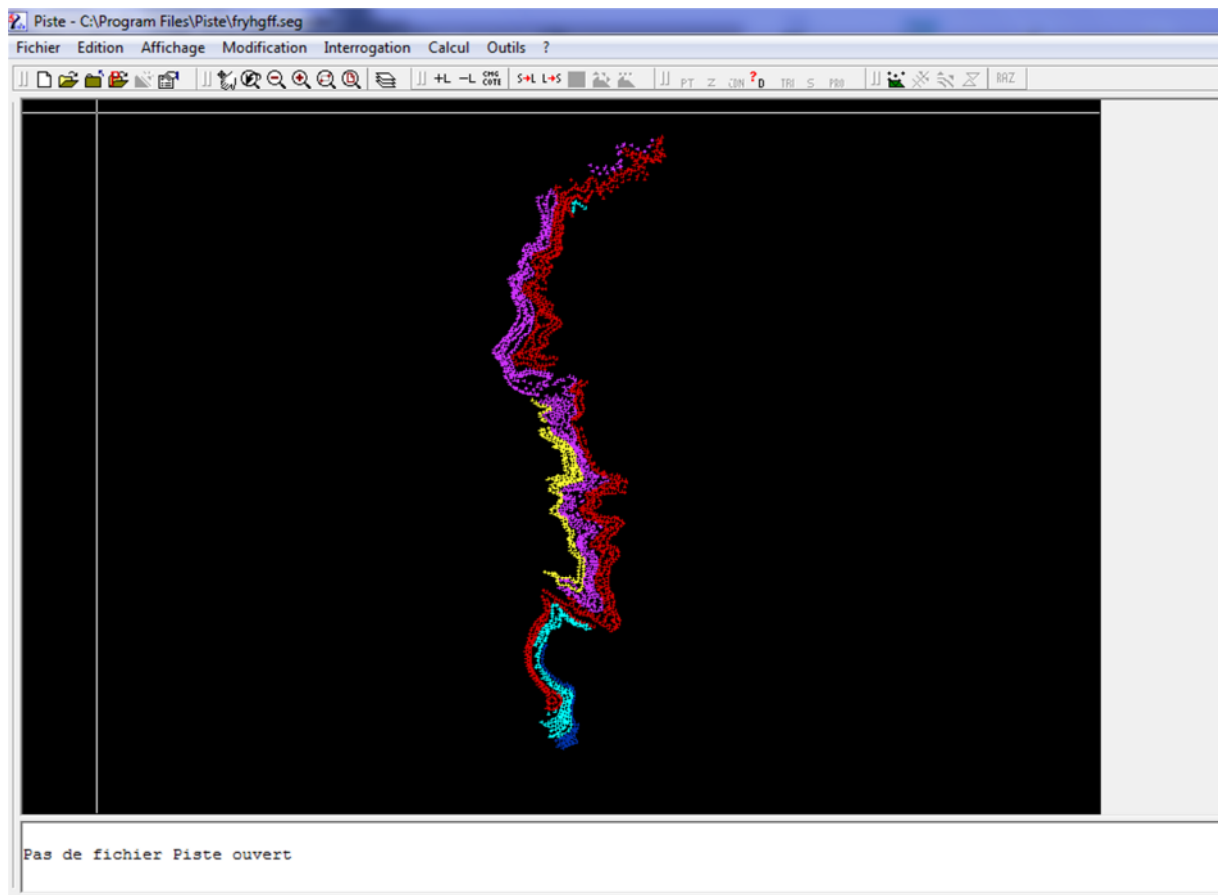


Figure III-2 :Triangulation et calcul de courbe de niveau

Note : avant d'entrer dans ce repertoire (longitudinale), il faut ouvrir le fichier.Seg ou encore suivre les étapes suivantes :

Fond de plan \implies Ouvrir (votre fichier.Seg)

Fond de plan TPL \implies Calcul \implies trianguler

Calcul \implies courbe de niveau

Calcul \implies point haut et bas

VIII.2. construction des éléments de l'axe :

Fichier \implies Nouveau \implies Conception plane(dap) \implies créer un fichier DAP) \implies

Ouvrir le fond de plan

Dessiner l'axe en plan par ordre

✓ **Les points :**

Point \implies nom d'élément \implies POI P1 \implies Graphiquement \implies exécuté

✓ **Les droites :**

Droite \implies nom d'élément \implies D1 P1 P2 (entre 2 points) \implies exécuté

✓ **Les liaisons :**

Distance \implies nom d'élément \implies R1

Liaison \implies Cercle1 \implies D1 D2 \implies Parametre Nul \implies R1 \implies exécuté

Note : on refait ces procédures pour les autres paramètres

VIII.3. Construction de l'axe :

Axe \implies Nom d'élément \implies AXE1 P1 Fin automatique \implies exécuté

Calcul \implies zone \implies axe \implies saisir une valeur (par exemple chaque 10 metres nous saisissons AXE1 0 a 10 \implies Exécuté

Un clic sur F2 nous permet de voir les resultats en mode texte, nous les donnerons en annexe.

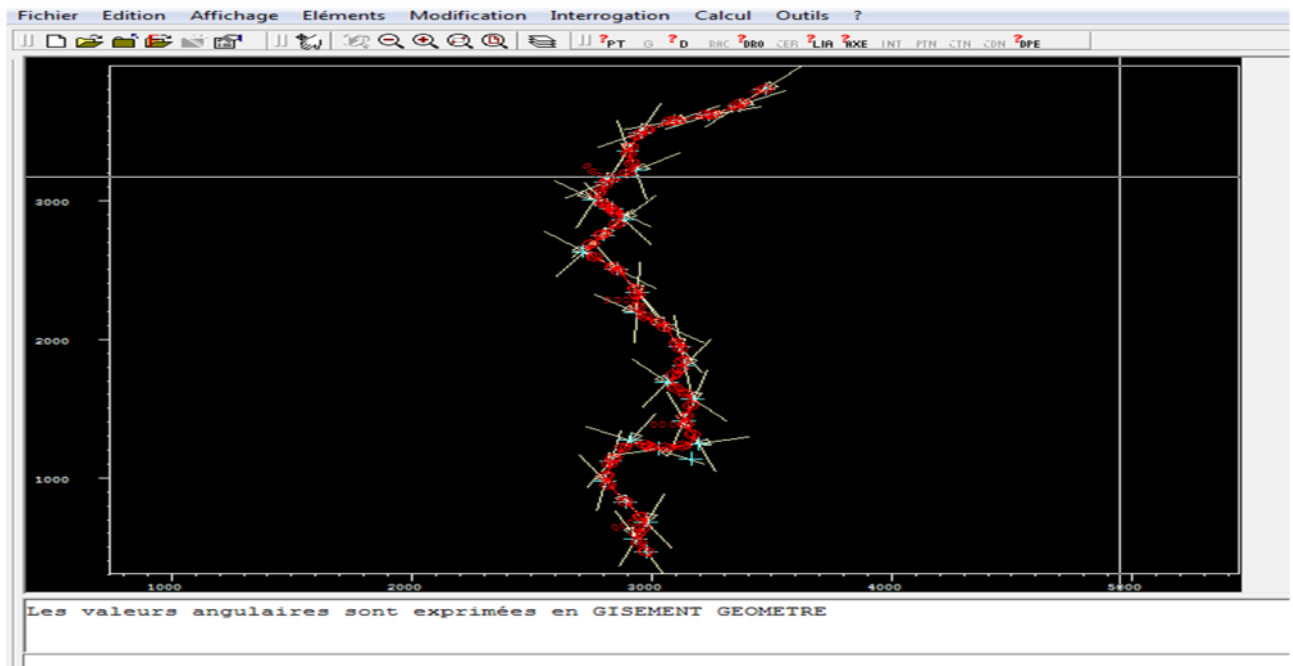


Figure III-3 : Axe en plan.

I. Définition :

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une Coupe longitudinale fictive. Donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des cercles.

II. Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte, sauf dans des cas exceptionnels lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

III. Coordination du tracé en plan et du profil en long :

Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin:

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- De prévoir de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultants d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre:
- D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- D'amorcer la courbe en plan avant un point haut.
- lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).

IV. Définition d'une déclivité :

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

IV.1. Déclivité Minimale :

Dans un terrain plat on emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement à 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.

IV.2. Déclivité Maximale :

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

- la réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- l'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

Donc, La déclivité maximale dépend de :

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

Les valeurs préconisées par le B40 pour les pentes max sont résumées dans le tableau suivant :

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

Tableau IV.1 : Les pentes maximums.

Pour notre cas la vitesse **Vr=60 Km/h** donc la pente maximale **Imax =7%**.

V. Raccordements en profil en long :

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

On distingue deux types de raccordements :

V.1. Raccordements convexes (angle saillant) :

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

Leur conception doit satisfaire aux conditions de :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

➤ **Condition de confort dynamique :**

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

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

D'où:

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

Tel que :

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

➤ **Condition de visibilité :**

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

Il faut que deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + \sqrt{(h_0 + h_1)})}$$

Avec :

D_1 : Distance d'arrêt (m)

h_0 : Hauteur de l'œil (m)

h_1 : Hauteur de l'obstacle (m)

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et de la catégorie, pour choix bidirectionnelle et pour une vitesse de base choisie $V_r = 60\text{Km/h}$ et pour la catégorie C3 on a :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R_{v_m}	1300
Min-normal	R_{v_n}	3500
Dépassement	R_{v_d}	5000

Tableau IV.2: Rayons des raccordements convexes.

V.2. Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

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

Avec : R'_v : rayon minimum du cercle de raccordement.

d_1 : distance d'arrêt

Pour une chaussée bidirectionnelle avec une $V_r = 60$ Km/h et catégorie C3 on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R_{v_m}	1100
Min-normal	R_{v_n}	1600

Tableau IV.3: Rayons des raccordements concaves.

VI. Application au projet :

➤ La conception longitudinale :

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

Pour les distances, nous saisissons sauf les valeurs de (R_1 et R_2 ).

Parabole → nom d'élément → par pr1 → droite (entre deux droites).

Distance → choisir une valeur de R → exécuter → (échappe).

Axe → point (P1) → fin automatique → exécuter → (échappe).

Zone de tabulation → axe en plan → saisir une valeur (par exemple tous 20 mètres, nous saisissons 0 20 (il existe un petit espace entre 0 et 20)). → exécuter la commande

La conception longitudinale prend fin, on fait donc fichier → fermer.

Ci-dessous nous allons voir l'image du profil en long après la tabulation.

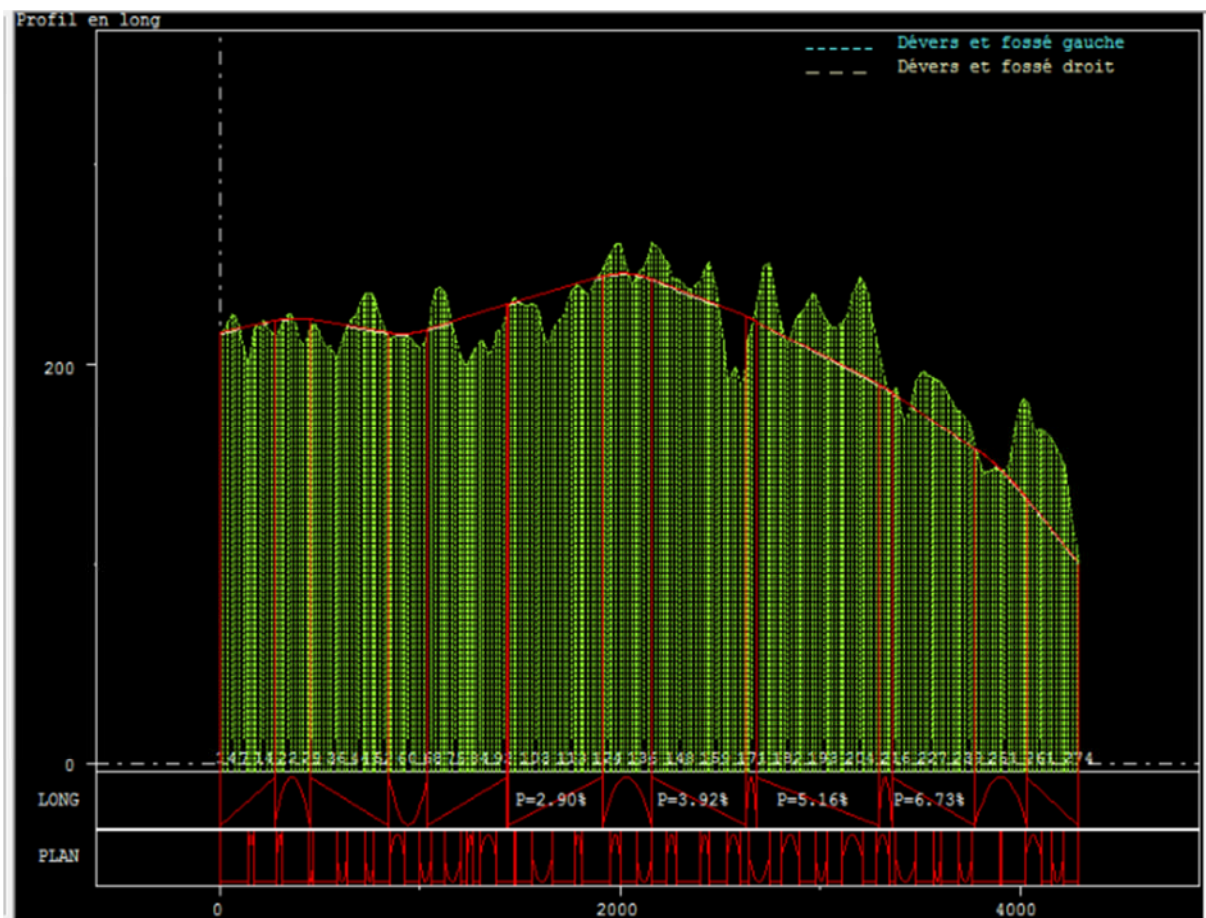


Figure IV-1 Elément du profil en long.

I. 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.

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

II. Les éléments de composition du profil en travers :

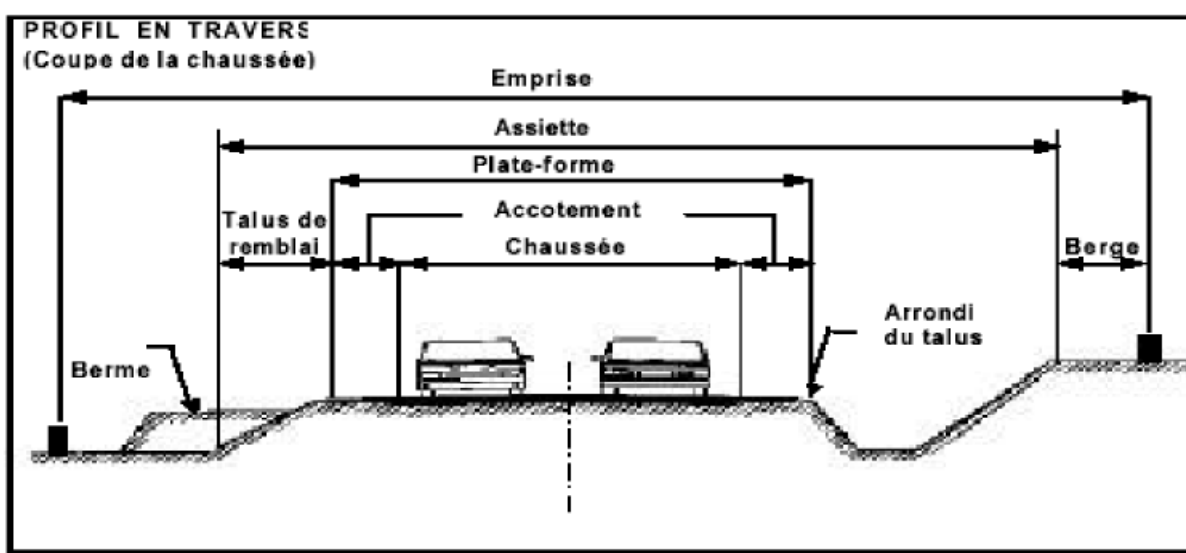


Figure V.1 : schéma des éléments du profil en travers

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

- **La chaussée :**

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules.

La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

- **La largeur roulable :**

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

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

- **La plate forme :**

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

- **Assiette :**

Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

- **L'emprise :**

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc....), elle coïncidant généralement avec le domaine public.

- **Les accotements :**

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

- **Les fossés :**

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

III. Classification du profil en travers :

On distingue deux types de profils :

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

III.1. Profil en travers courant :

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

III.2. Profil en travers type :

C'est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

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

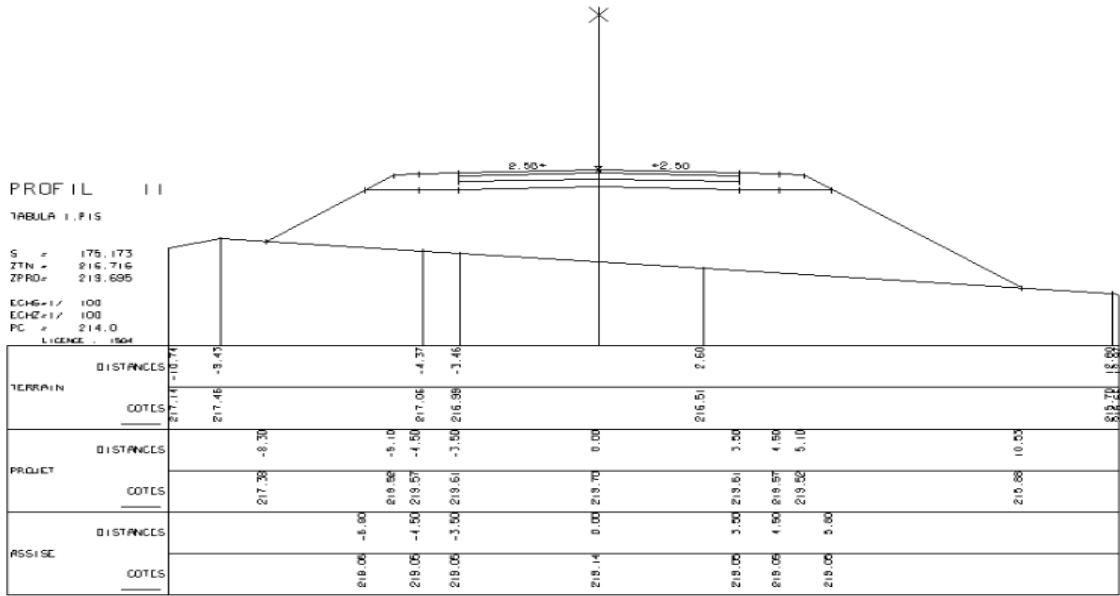


Figure V.2 : Profil en travers (situation en remblais)

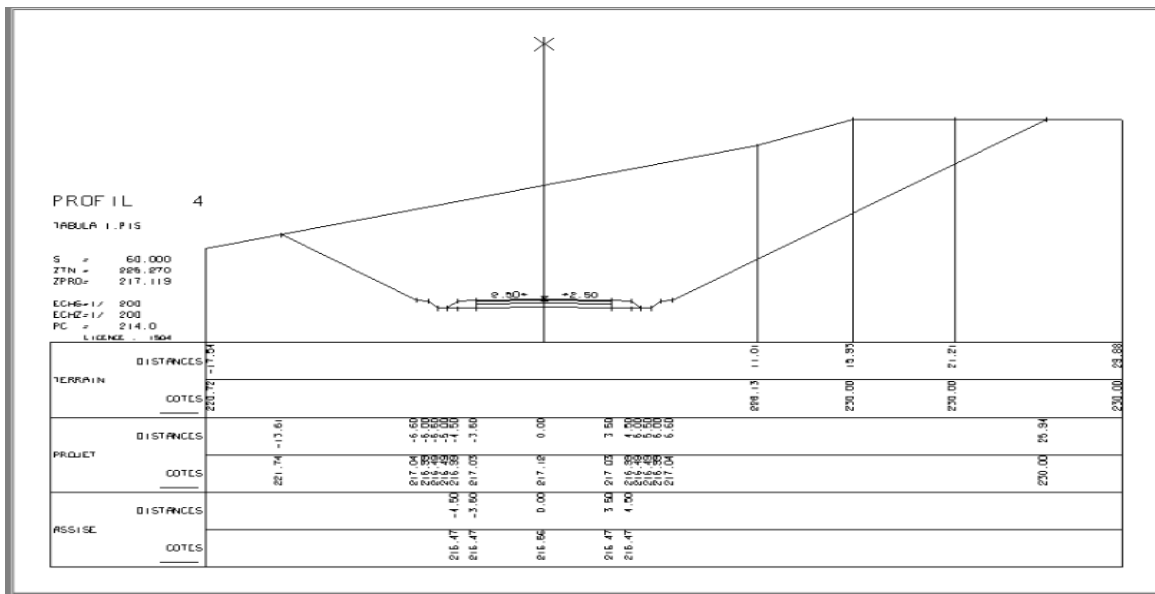


Figure V.3 : en travers (situation en déblais)

IV. Application au projet :

➤ La conception transversale :

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

Conception transversale \implies nom de fichier pis (AXE1 pis) \implies OK

Calcul \implies Devers \implies calculer \implies recherche semi automatique (compléter le tableau)

Devers \implies calculé \implies fermé

Devers \implies fin \implies crée un fichier dvt \implies ✕

Projet \implies crée un fichier type

Profil type \implies nom de profile type (t1)

Créer \implies nouveau \implies ok

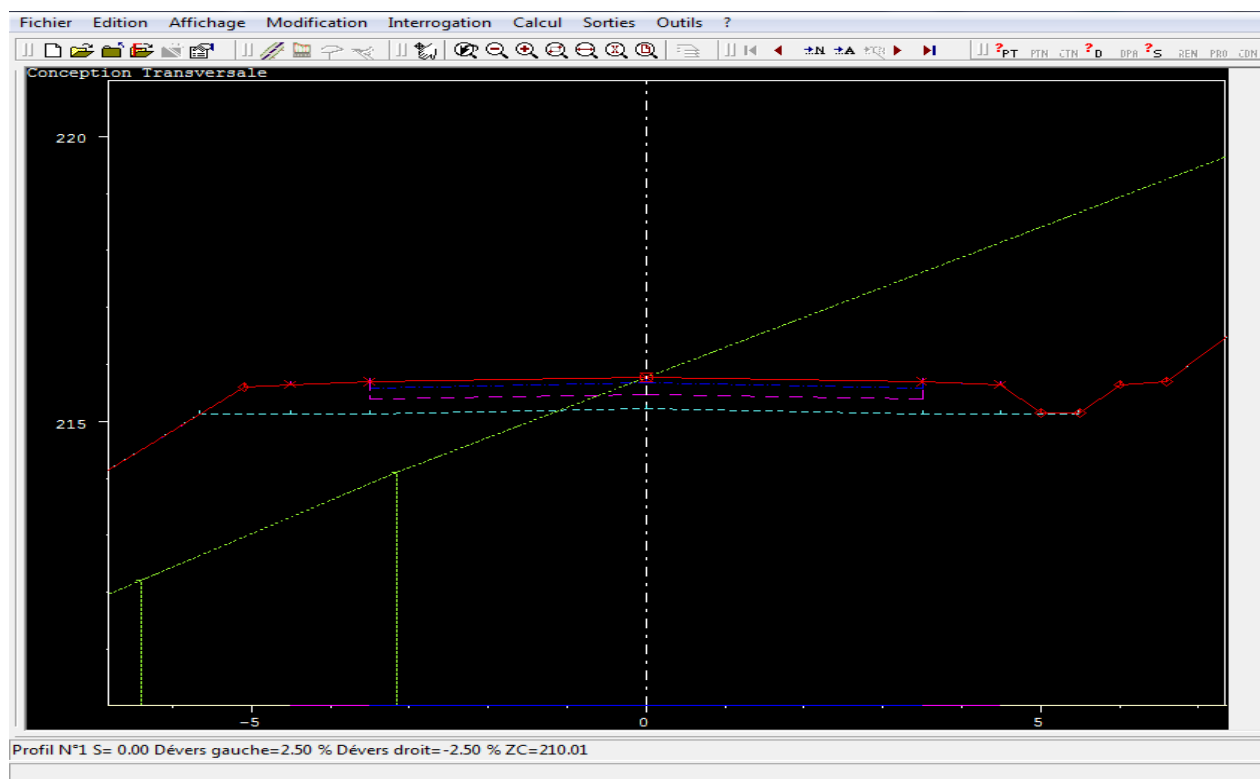


Figure V-4 : Profil en travers (mixte)

V. Profil en travers type de notre projet :

Après l'étude du trafic, notre projet comportera un profil en travers type avec un tracé d'une chaussée bidirectionnelle, et qui contient les éléments constitutifs suivants

- ✓ Chaussée : $3,5\text{m} \times 2 = 7\text{m}$
- ✓ Accotement $1,5\text{m} \times 2 = 3\text{m}$
- ✓ Plate forme := 10m

VI. Conclusion :

Nous avons vu dans ces chapitres le tracé en plan, le profil en long, le profil en travers et les conditions à respecter pour les obtenir, ainsi l'illustration des étapes par les schémas.

Nous avons aussi injectés des données relatives à notre projet dans le logiciel piste5, les résultats de calcul sont joints aux annexes.

I. Généralités :

La réalisation d'un ouvrage génie civil nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté.

Pour les voies de circulations ceci est très visible sur les profils en longs et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai.

Soit par excavation des terres existantes au dessus du niveau de la ligne rouge : déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre se trouve entre le tracé du projet et celui du naturel.

II. Définition :

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

Les éléments qui permettent cette évaluation 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'il représente.

III. Méthode de calcul utilisé :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai, parmi lesquelles nous citerons :

- Méthode de la moyenne des aires (méthode par excès.)
- Méthode de l'air moyenne : (méthode par défaut.)

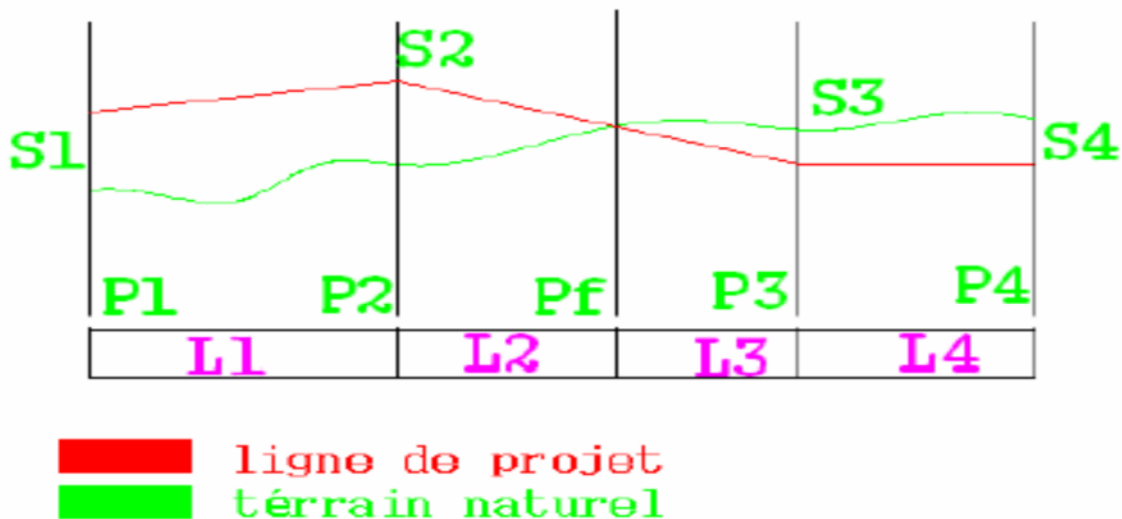
- Méthode de la longueur applicable.
- Méthode approchée.

Pour calculer un volume, nous utilisons la méthode de la moyenne des aires, qui est une méthode très simple mais elle présente l'inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par un coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

III.1. Description de la méthode :

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

$$V = \frac{L}{6}(S1+S2+4S)$$



Pf : profil fictif, c'est le profil ou 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 a mi-distance de P1 et P2)

Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S1 et S2 sera égale a :

$$V = \frac{L_1}{6}(S_1+S_2+4S_{\text{moy}})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions.

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

D'ou : $V_1 = \frac{L_1}{2}(S_1+S_2)$

Donc les volumes seront entre P1 et P2 : $V_1 = \frac{L_1}{2}(S_1+S_2)$

Entre P2 et PF : $V_2 = \frac{L_2}{2}(S_1+0)$

Entre PF et P3 : $V_3 = \frac{L_3}{2}(0+S_2)$

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

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

C'est la méthode de la moyenne des aires la plus utilisées en travaux publics. Elle est utilisée avec la moyenne des distances partielles.

Ou : $\frac{L_1}{2}$, $\frac{L_1+L_2}{2}$,etc sont appelées : longueur d'application

III.2. Méthode classique :

Dans cette méthode on distingue deux différentes sous méthode de calcul dont la première est celle dite GULDEN ou les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil.

Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application a l'axe (indépendant de la courbure).

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel PISTE 5 nous avons utilisé la méthode de GULDEN et les résultats obtenus sont les suivants.

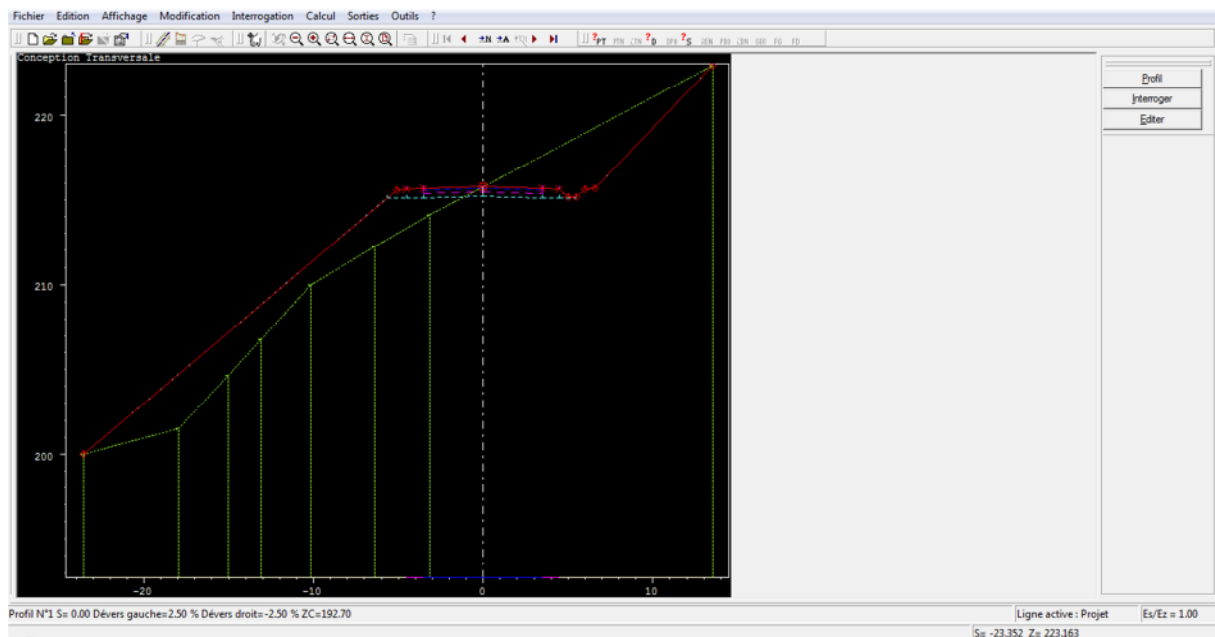


Figure XII-1 : Profil en travers.

IV. Application au projet :

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 les suivants :

- **Volume des remblais V_R : 1027402 m³**
- **Volume des déblais V_D : 1159699 m³**
- **Volume de décapage V_d : 132297 m³**

Commentaire : on remarque que le volume du déblais est supérieur à celui du remblais

Donc il faudrait chercher une zone de dépôt.

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 et qui s'exige des reconnaissances géotechniques.

II. Objectif d'une étude géotechnique:

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- L'étude géotechnique permet de dimensionner la couche de chaussée ainsi que de fixer les pentes de remblai et de déblai.
- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- L'identification des sources d'emprunte des matériaux et la capacité de ses gisements.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles

L'ingénieur routier a principalement deux objectifs de qualités conditionnées par le comportement des sols.

- La résistance des remblais et couches de chaussées aux déformations.
- La tenue des talus.

III. Aperçu sismique et géologique:

III.1. Sismicité :

Le paramètre sismique est un facteur déterminant dans le calcul des structures à long terme, de ce fait, la sismicité de la zone de projet doit être déterminée en se référant aux règles parasismiques algériennes RPA 99/version 2003.

Notre projet doit être classé dans l'un des quatre groupes définis ci-après :

- **Groupe 1A** : Ouvrages d'importance vitale.
- **Groupe 1B** : Ouvrages de grande importance.
- **Groupe 2** : Ouvrages courants ou d'importance moyenne.
- **Groupe 3** : Ouvrages de faible importance.

Gro	Zone sismique			
	I	Ila	II	III
1A	0	0,25	0,	0,40
1B	0	0,20	0,	0,30
2	0	0,15	0,	0,25
3	0	0,10	0,	0,18

Tableau VIII-1 : zone sismique.

La carte de zonage sismique ci-dessous, révèle l'appartenance de la région de Tizi-Ouzou à la **Zone IIa**, le coefficient d'accélération à prendre en compte est **A = 0.25**.

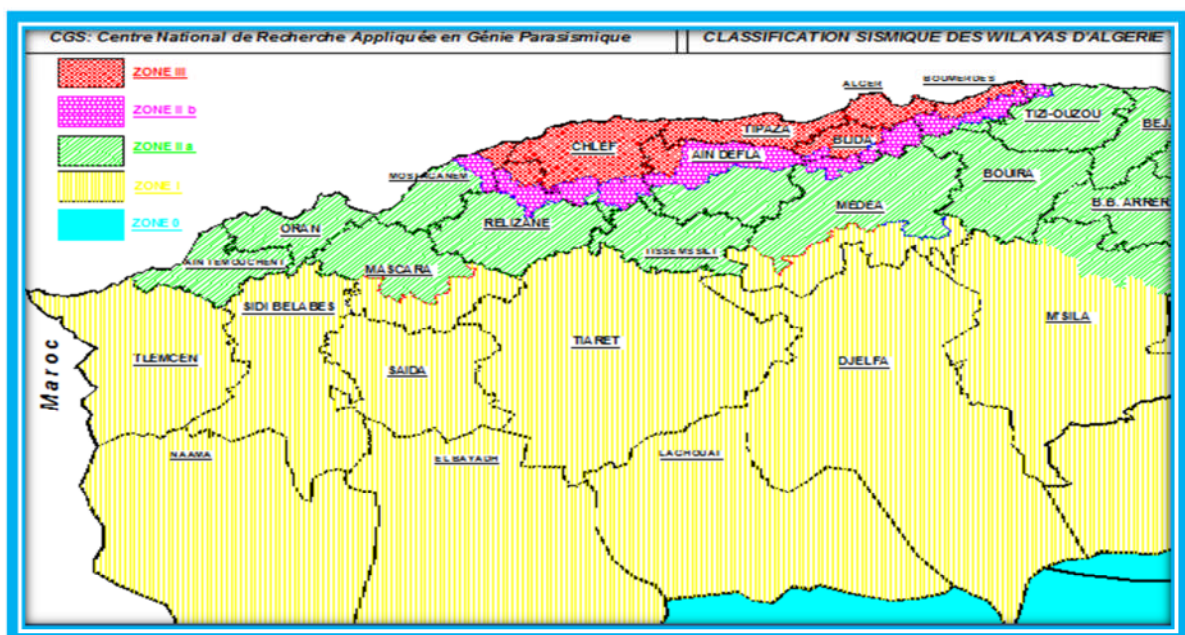


Figure VIII-1 : Classification sismique des wilayas d'Algérie

III.2. Géologie et hydrologie :

La connaissance de l'hydrogéologie de la zone concernée par ce projet, est nécessaire pour mieux appréhender les problèmes d'inondations de la chaussée en saison pluviale.

Le niveau de la nappe doit être déterminé, pour se prémunir contre la remontée des eaux lors des travaux de terrassements, et durant la mise en service de l'infrastructure autoroutière.

L'étude géologique, doit être basée essentiellement sur :

- ✓ La consultation conjointe des cartes géologiques au 1/50 000^{ème} de Tizi-Ouzou.
- ✓ La visite du site.
- ✓ La description des coupes lithologiques (partie histoire naturelle) des sondages carottés et des puits de reconnaissance géotechnique, pour s'imprégner de la géologie en profondeur.

IV. Les différents essais en laboratoire:

Les essais réalisés en laboratoire sont :

Les essais d'identification et les essais mécaniques

➤ **Les essais d'identification :**

- Teneur en eaux et masse volumique.
- Analyse granulométrique.
- Limites d'Atterberg.
- Equivalent de sable.

➤ **Les essais mécaniques :**

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

IV.1. Les essais d'identification :

IV.1.1. Teneur en eau et masses volumiques :

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

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

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

- **Principe de l'essai**: on utilise le principe de la poussée d'Archimède. En effet, on mesure le volume d'eau déplacé hors de l'introduction d'un certain poids de sol sec, la connaissance du poids des grains solides et de leur volume permet de calculer le poids volumique des grains solides.
- **But de l'essai**: le but de cet essai est de déterminer expérimental au laboratoire de certains caractéristique physique des sols.
- **Domaine d'utilisation**: cet essai est utilisé pour classer les différents types de sols.

IV.1.2. Analyse granulométrique :

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

- **Principe de l'essai :** l'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoirs reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes
- **But de l'essai :** c'est un essai qui a pour objet de la détermination en poids des éléments d'un sol (matériaux) suivant leurs dimensions (cailloux, graviers, gros sable, sable fin, limon et argile).
- **Domaine d'utilisation :** la granulométrie est utilisée pour la classification des sols en vue de leur utilisation dans la chaussée.



Figure VIII-2 : Analyse granulométrique

IV.1.3. Limites d'Atterberg :

a. Limite de plasticité (W_p) : caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plasticité. Elle varie de **0%** à **100%**, mais elle demeure généralement inférieure à **40%**.

b. Limite de liquidité (W_L) : caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide

$$W_L = \omega (N/25)^{0,121} \quad \text{avec :}$$

ω : teneur en eau au moment de l'essai donnant (N) coups

N: nombre de coups

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

- **Principe de l'essai :** la détermination de **WL** et **WP** nous donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permet de le classer grâce à l'abaque de plasticité de **Casagrande**.
- **But de l'essai :** cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action de la teneur en eau, il se fait uniquement sur les éléments fins du sol (caractériser les sols fins).
- **Domaine d'application:** l'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme)



Figure VIII-3 : Limites d'Atterberg

IV.1.4. Equivalent de sable :

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

- **Principe de l'essai :** l'essai équivalent de sable s'effectue sur la fraction des sols passant au tamis de 5mm ; il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments les plus fins contenus dans cette fraction, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments dits sableux et les éléments plus fins (argileux par exemple).
- **But de l'essai :** cet essai permet de mettre en victoire la proportion de poussière fine nuisible dans un matériau. Et surtout utilisé par les matériaux routiers et les sables à béton. Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les limons et argiles. Cet essai révèle très intéressant au laboratoire et sur chantier grâce à sa simplicité, sa rusticité, son faible coût et sa rapidité.
- **Domaine d'application:** cette détermination trouve son application dans de nombreux domaines notamment les domaines suivants :
 - classification des soles.
 - Etude des sables et sols fins peu plastique.
 - Choix et contrôle des soles utilisable en stabilisation mécanique.
 - Choix et contrôle des sables à béton.
 - Contrôles des sables utilisés en stabilisation chimique.
 - Choix et contrôle des granulats pour les enrobes hydrocarbonés.

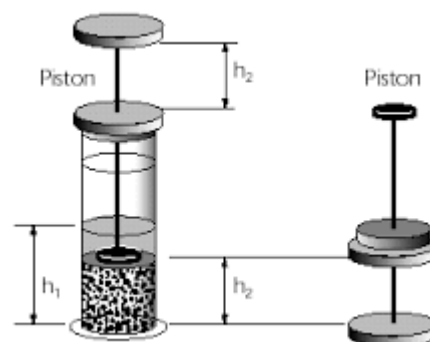


Figure VIII-4 : Equivalent de sable

IV.2. Les Essais Mécaniques :

IV.2.1. Essai PROCTOR :

L'essai Proctor est un essai routier, il s'effectue à l'énergie dite modifiée, il y a aussi l'énergie normale.

- **Principe de l'essai** : l'essai consiste à mesurer le poids volumique sec d'un sol disposer en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couches étant compacter avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage. Les grains passants par le tamis de **5 mm** sont compactés dans le moule Proctor.
- **But de l'essai** : l'essai **Proctor** consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage (la réduction de son volume par réduction des vides d'air) et une teneur en eau c'est-à-dire la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour un compactage bien défini.
- **Domaine d'utilisation**: cet essai est utilisé pour les études de remblai en terre, en particulier pour les sols de fondations (route, piste d'aérodromes).



Figure VIII-5 : Essai PROCTOR

IV.2.2. Essai C.B.R (California Bearing Ratio):

Dans les travaux routiers où l'on ne peut admettre que de faibles déformations du sol, on détermine la portance du sol, c'est à dire sa résistance à la rupture par un essai particulier appelé Essai CBR (Californian-bearing-ratio) qui détermine l'indice CBR. C'est un essai qui

est toujours précédé par l'Essai Proctor parce qu'il est réalisé avec les caractéristiques Proctor (optimum Proctor).

Il existe deux types d'indices CBR :

- L'indice CBR immédiat.
- L'indice CBR après immersion.

L'indice CBR est déterminé par le diagramme des indices portants en fonction des compacités.

L'indice CBR après immersion se calcule comme l'indice CBR immédiat après une période d'imbibition de 04 jours.

Les passants sur le tamis inférieur à **20 mm** dans le moule **CBR**.

- **But de l'essai** : l'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.
- **Domaine d'utilisation**: cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.



Figure VIII-6 : Essai C.B.R

IV.2.3. Essai Los Angeles :

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

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

- **But de l'essai :** l'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.
- **Domaine d'application:** l'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement).



Figure VIII-7 : Essai Los Angeles

IV.2.4. Essai Micro Deval :

Plusieurs techniques ont été élaborées, afin de trouver des matériaux adoptables au genre du trafic circulant sur la route considérée.

Parmi ces techniques de sélection de matériaux, on s'intéressera dans ce présent rapport, à l'essai, **MICRO- DEVAL** qui permet de mesurer la résistance combinée à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottement des éléments d'un granulat, et qui est spécifique aux granulats utilisés dans les corps de chaussées.

Cet essai nous donne des renseignements et des conditions d'utilisation des matériaux surtout dans les essais de chaussée en cas de rabattement de la nappe.

- **Principe de l'essai :** l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1.6 mm** (Tamis de **1.6 mm**) produits dans la machine **Deval** par les frottements réciproques.
- **But de l'essai :** l'essai **Micro-Deval** humide permet de mesurer la résistance à l'usure des matériaux dans des conditions bien définies. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.
- **Domaine d'application:** choix des matériaux utilisés dans les structures de chaussée.



Figure VIII-8 : Essai Micro Deval

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.

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

I. Introduction:

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

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

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

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

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

II. La chaussée:

II.1. Définition :

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

II.2. Les différents types de chaussée :

Il existe trois types de chaussée :

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

II.2.1. Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

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

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

a. Couche de roulement (surface) :

Cette couche en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieur, elle est composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison.

➤ Rôle de couche de roulement :

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer la sécurité (adhérence) et le confort (bruit et uni).

➤ Rôle de couche de liaison :

- Elle a pour rôle essentiel d'assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

b. Couche de base :

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

c. Couche de fondation :

Assurer une bonne unie et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, elle a le même rôle que celui de la couche de base. La couche de base et couche de fondation forment le « corps de chaussée ».

d. Couche de forme :

Elle est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol support:

- **Sur un sol rocheux** : elle joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.
- **Sur un sol peu portant (argileux à teneur en eau élevée)** : elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

Actuellement, on tient de plus en plus compte du rôle de portance à long terme apporté par la couche de forme dans le dimensionnement et l'optimisation des structures de chaussées.

Couche De Surface	Couche de roulement. Couche de liaison.
Corps De Chaussée	Couche de base. Couche de fondation. Sous couche (éventuellement.) Couche de forme (éventuellement.)

II.2.2. Chaussée semi-rigide :

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,...)

La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15cm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

- Les chaussées comportante une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

II.2.3. Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé

mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

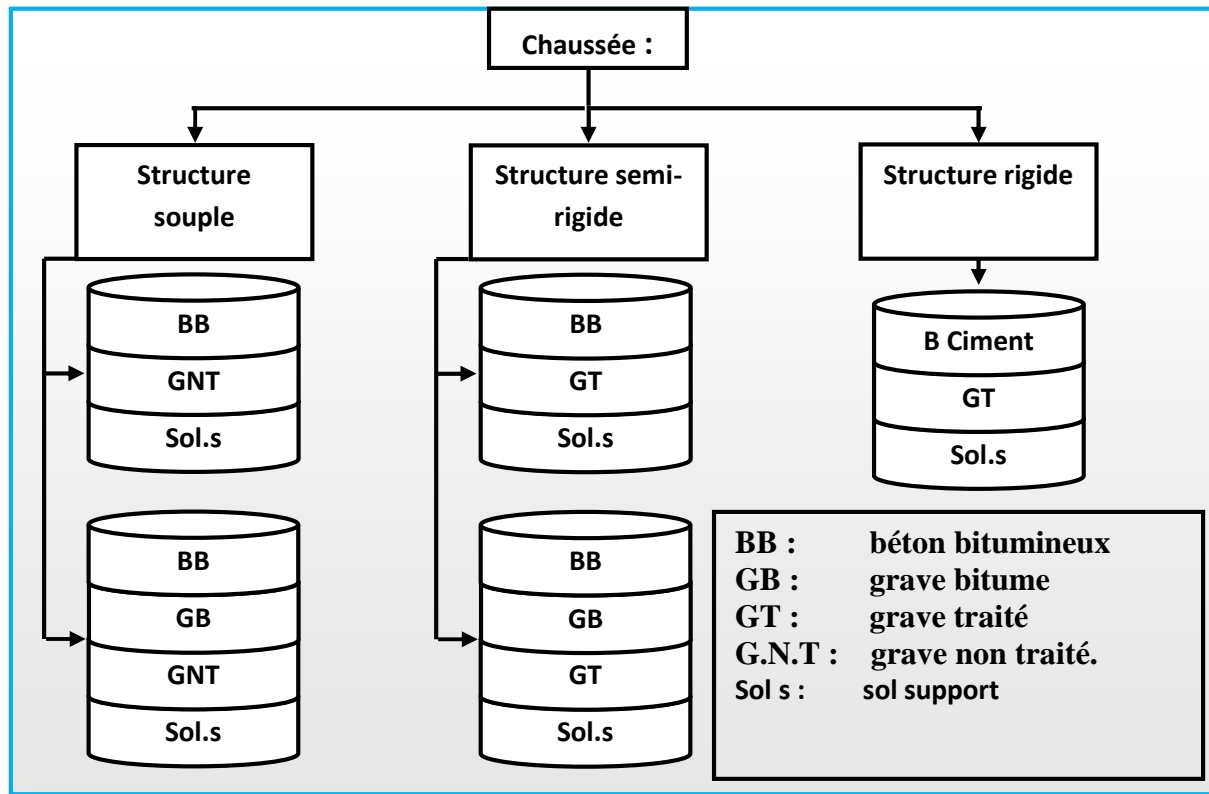


Figure IX-1: les différentes catégories de chaussées.

III. Méthode de dimensionnement des chaussées:

On distingue deux familles des méthodes :

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

III.1. Method C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

Le C.B.R retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

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

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

I_{CBR} : indice CBR

En tenant compte de l'influence du trafic, on aboutit à la formule de PELTIER qui est la suivante :

$$e = \frac{100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log \frac{N}{10})}{\text{ICBR} + 5}$$

Avec :

P : Charge maximale par roue P = 6,5 t (Essieu = 13 t)

N : moyen journalier de véhicules de plus 1500 kg à vide.

ICBR : Indice CBR (sans unité).

log : Logarithme décimal (de base 10).

e: Epaisseur équivalente en cm.

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

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches, elle est donnée par la formule suivante :

$$e = \sum a_i e_i$$

a_i : coefficient d'équivalence de chacun de matériau à utiliser.

e_i : épaisseur de chaque couche.

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

matériaux utilisés	coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.60 à 1.70
Tuf	0.60

Tableau IX. 1 : Coefficient d'équivalence.

Remarque :

L'épaisseur totale de la chaussée est :

$$e = a_1e_1 + a_2e_2 + a_3e_3$$

Avec :

a_1e_1 : couche de roulement.

a_2e_2 : couche de base.

a_3e_3 : couche de fondation.

Tel que :

a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

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

BB: 5-8cm GB: 10-25cm GC: 15-35cm TVO: 40-70cm

III.2 Méthode du catalogue des structures :

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées (trafic, matériaux, sol support et environnement..).

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :

- Approche théorique.
- Approche empirique.

III.2.1. Détermination de la classe du trafic :

Le trafic caractérisé par le nombre de poids lourds de charge utile supérieur à 50 KN par jour la voie la plus chargée.

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumule sur 20 ans
T ₁	$T < 7.3 \times 10^5$
T ₂	$3.7 \times 10^5 < T < 2 \times 10^6$
T ₃	$2 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
T ₄	$7.3 \times 10^6 < T < 4 \times 10^7$
T ₅	$T > 4 \times 10^7$

Tableau IX. 2 : Classe du trafic.

On commence par la détermination du trafic de poids lourds cumulé sur 20 ans et classer dans l'une des classes définies précédemment.

Le trafic cumulé est donné par la formule :

$$T_c = TPL \left[\frac{Ax(1 + \tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] \times 365$$

Avec :

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

n : durée de vie (n = 20 ans)

τ : taux d'accroissement annuel.

A : Coefficient d'agressivité.

III.2.2. Détermination de la classe du sol :

Le sol doit être classé selon la valeur de CBR de densité Proctor modifier maximal les différentes catégories sont données par le tableau indique les classe de sols :

Classe du sol	Indice C.B.R
S ₁	25 – 40
S ₂	10 – 25
S ₃	05 – 10
S ₄	< 5

Tableau IX. 3 : Classe du sol.

III.2.3. Sur classement des sols support :

Pour améliorer la portance d'un sol (< S₄, < S₃), on a recours aux couches de formes.

Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de couche de forme, le mode de sa mise en place (nombre de couche) et la nature du matériau utilisé (les plus répondants en Algérie) pour la réalisation de la couche de forme.

Les résultats de ces couches sont résumés dans tableau suivant :

Classe portance du sol terrassé (Si)	Matériaux de couche de forme	Epaisseur de couche de forme	Classe portance du sol support visée (Sj)
<S4	Matériau NT	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	Matériau NT	35 cm	S3
S4	Matériau NT	60 cm (en 2 couches)	S2
S3	Matériau NT	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	Matériau NT	70 cm (en 2 couches)	S2

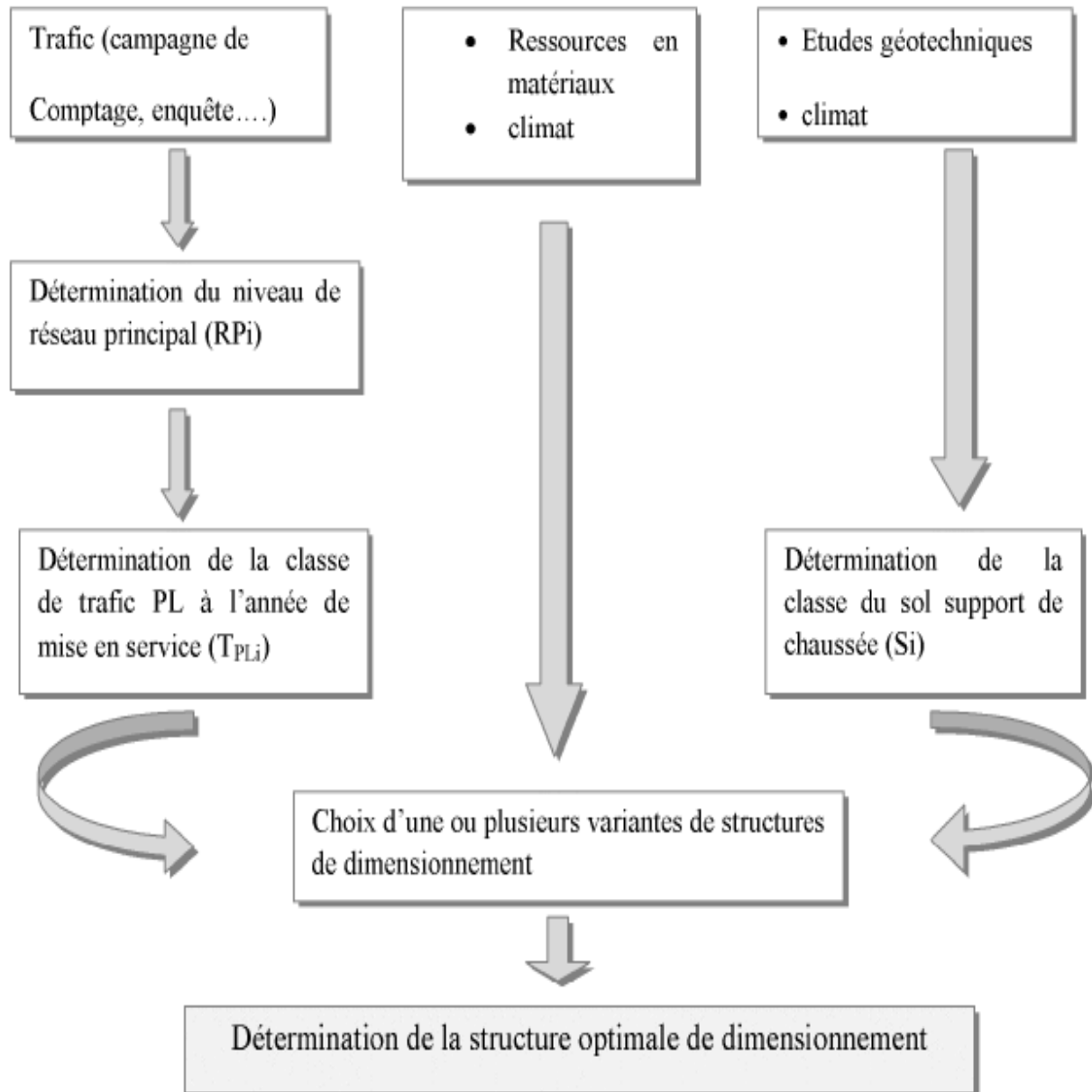
Tableau IX.4 : portance du sol support.

III.3. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP):

Le catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée. Cette méthode est une méthode rationnelle qui se base sur deux approches.

- ✓ Approche théorique.
- ✓ Approche empirique.

III.4. La démarche du catalogue :

IV. APPLICATION AU PROJET :**IV.1. méthode CBR :**

Le trafic moyen : $TJMA_{2015} = 2600 \text{ V / J}$

L'année de mise en service : 2019

Le pourcentage (%) des poids lourds : $Z = 20\%$

Taux d'accroissement annuel : $\tau = 4\%$

La durée de vie estimée : 20ans

Indice CBR : 5

$TJMA_{2019}$ (par sens) = 1571 v/j (année de mise de service)

$NPL_{2019} = 1571 \times 0,2 = 315 \text{ PL/j}$

$NPL_{2039} = 315 \times (1 + 0.04)^{20} = 689 \text{ PL/j/sens.}$

Calcul d'épaisseur équivalente :

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{689}{10})}{5 + 5} = 52.55$$

On prend :

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

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche :

- Couche de roulement : béton bitumineux (BB) a=2
- Couche de base: grave bitume (G B) a=1.5
- Couche de fondation: grave concassées (G C) a=1

Dans notre calcul on fixe la couche de roulement BB = 6 cm et la couche de base GB=14cm, puis on calcule l'épaisseur de la couche de fondation.

On a alors :

$$6 \times 2 + 14 \times 1.5 + e_3 \times 1 = 53$$

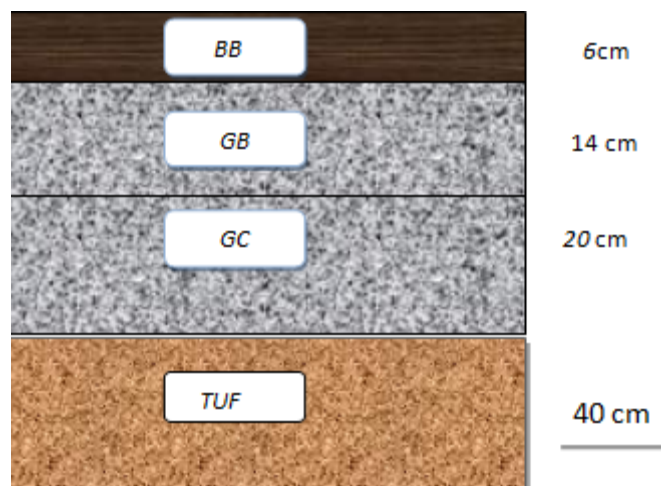
D'où : $e_3 = 20 \text{ cm}$

Les résultats sont donnés par le tableau suivant :

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ci)	Épaisseur Equivalente (cm)
BB	6	2	12
GB	14	1.5	21
GC	20	1	20
TOTAL	40		53

Comme le sol est de très faible portance on prévoit une couche de forme de 40cm.

Notre structure comporte : 6BB + 14GB + 20GC + 40TVO.



IV.2. Méthode de catalogue des structures :

IV.2.1. Détermination du type de réseau :

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

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

Tableau IX.5 : Type de réseau principal.

- Dans notre projet on a : $TJMA_{2019} = 3142 \text{ v/j} > 1500 \text{ v/j}$
- Donc le réseau principal est de niveau est de : **RP1**

IV.2.2. Choix des structures types par niveau de réseau principal :

D’après le catalogue de dimensionnement notre choix se fixe sur une structure de type : GB/GNT (chaussée souple).

Niveau de réseau	Matériaux type	Structures
RP1	MTB (traités au bitume)	GB/GB.GB/GNT. GB/TUF
	MTLH (traités aux liants hydrauliques)	GL/GL. Bcg/GC
RP2	MNT (non traités)	GNT/GNT TUF/TUF
	MTB (traités au bitume)	SB/SG

Tableau IX. 6 : Choix des structures types par niveau de réseau principal.

D’après le catalogue de dimensionnement notre choix se fixe sur la fiche structure :

- N° 2 traités au bitume \longrightarrow **GB/GNT.**

IV.2.3. Détermination de la classe de trafic :

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

Avec la classe **TPL_i** pour **RP1**

TPL_i	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

Tableau IX.7 : Classe du trafic.

D'après : $TJMA_{2019} = 3142 \text{ v/j}$

On calcul : $N_{PL} = (3142/2) \times 0.2 = 315 \text{ PL/j/sens}$

D'après le classement donné par le tableau ci-dessus, notre trafic est classé en : **TPL4 (Entre 300 et 600)**.

IV.2.4. classe de portance du sol support :

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

$$E \text{ (MPa)} = 5 \cdot \text{CBR}$$

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

Tableau IX.8: classe de portance de sol supports.

$$E \text{ (MPa)} = 5 \times 5 = 25 \text{ (MPa)}$$

$25 < 50 \longrightarrow$ la classe de portance de sol support est de S3.

IV.2.5. sur classement du sol support :

Le cas de sols de faible portance (S3 en RP1) est rencontré, le recours à une couche de forme devient nécessaire pour permettre la réalisation des couches de chaussées dans les conditions acceptable et d'utiliser le catalogue qui préconise le sol de classe S1 et S2.

Le tableau donne des indications sur le choix de la couche de forme à réaliser.

classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériaux de couche de forme	Epaisseur de matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol support visée (Si)
S3	Matériaux non traités (*)	40 cm (en 2 couches)	S2

Tableau IX.9 : sur classement avec couche de forme en matériau non traité.

Remarque :

Nous avons choisi le matériau non traité pour des conditions économiques.

IV.2.6. durée de vie :

La durée de vie fixée par niveau de réseau principal RP1 et par matériaux types est synthétisée dans le tableau 4, page 13, du catalogue-fascicule 2

- Alors la durée de vie soit égale à **20 ans**

IV.2.7. Risque de calcul :

Le risque de calcul (r%) adopté dans le dimensionnement de la structure est fonction du trafic et du niveau de réseau principal, il est donné dans le tableau 5, page 14, du catalogue-fascicule 2

- Alors **r= 15%**

IV.2.8. données climatiques :

La région d'étude est située au nord d'Algérie, caractérisée par un climat très humide, d'une pluviométrie supérieure à 600 mm/an

- Alors d'après le tableau 7, du catalogue-fascicule 2, page 15

Notre projet est situé dans **la zone climatique I**

IV.2.9. température équivalente :

La valeur de la température équivalente (θ_{eq}) retenue pour le calcul de dimensionnement est en fonction de la zone climatique, elle est donnée dans le tableau 8 du catalogue-fascicule 2 page 15.

- Alors soit : $\theta_{eq} = 20^{\circ}\text{C}$

IV.2.10. valeur du coefficient d'agressivité :

A : coefficient d'agressivité du poids lourd par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes

Il est défini dans le tableau 11 du catalogue-fascicule 2 page 17. Elle est en fonction du niveau de réseau principal.

- Alors soit : $A = 0.6$

IV.2.11. conditions aux interfaces :

Les conditions aux interfaces interviennent dans la modélisation de la structure pour le calcul des contraintes et déformation, elles sont en fonction du type de structure.

- Alors d'après le tableau 3 du catalogue-fascicule 2 page 11 : toutes les interfaces sont collées.

IV.2.12. Choix de dimensionnement :

Avec les données citées plus haut :

- Réseau principal (RP1).
- Taux d'accroissement (4%).
- La zone climatique I.
- Durée de vie de 20 ans.
- Portance de sol (S2).
- Classe de trafic (TPL4).

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (catalogue-fascicule 3 page 13) propose la structure suivante :

- Couche de roulement : $BB = 6 \text{ cm.}$
- Couche de base : $GB = 15 \text{ cm.}$
- Couche de fondation : $GNT = 35 \text{ cm}$
- Couche de forme : $TUF = 40 \text{ cm.}$

IV.3. Vérification a la fatigue des structures et de la déformation du sol support :**IV.3.1. Calcul théorique :**

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

- $\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \cdot k_{ne} \cdot k_{\theta} \cdot k_r \cdot k_c$
- $\epsilon_{t,ad} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \cdot \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b \cdot \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz})}{E(\theta_{eq}, 10\text{Hz})}} \cdot 10^{-tb\delta} \cdot k_c$
- $\epsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCEi)^{-0.235}$

IV.3.2. Calcul de la déformation admissible verticale :

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

IV.3.3. calcul du trafic cumulé de PL(TCi) :

Le TCi est le trafic cumulé de PL sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vie). Il est donné par la formule suivante.

$$TCi = TPLi \times 365 \times \frac{(1 + \tau)^n - 1}{\tau}$$

D'où

τ : Taux d'accroissement géométrique (pris égal à 0.04 dans le calcul de dimensionnement).

n : durée de vie considéré ($n=20$ ans).

$$TCi = 315 \times 365 \times \frac{(1 + 0.04)^{20} - 1}{0.04} = 3.42 \times 10^6$$

$$TCi = 3.42 \times 10^6$$

IV.3.4. calcul du trafic cumulé équivalent (TCEi) :

$$TCEi = TCi \times A = TPLi \times 365 \times \frac{(1 + \tau)^n - 1}{\tau}$$

$$TCEi = TCi \times A = 3.42 \times 10^6 \times 0.6 = 2.05 \times 10^6$$

$$TCEi = 2.05 \times 10^6$$

IV.3.5. Calcul des déformations admissible sur le sol support ($\epsilon_{z,ad}$) :

La déformation verticale ϵ_z calculée par le modèle **Alizé III**, devra être limitée à une valeur admissible ϵ_{ad} qui est donnée par une relation empirique déduite à partir d'une étude statique de comportement des chaussées algériennes. Cette formule est la suivante :

$$\epsilon_{z,ad} = 22 \times 10^{-3} (\text{TCEi})^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z,ad} = 22 \times 10^{-3} \times (2.05 \times 10^6)^{-0.235} = 722,68 \times 10^{-6}$$

$$\epsilon_{z,ad} = 722,68 \times 10^{-6}$$

IV.3.6. calcul des déformations admissibles à la base des couches bitumineuses ($\epsilon_{t,ad}$) :

($\epsilon_{t,ad}$) est donnée par la relation suivante :

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

Où :

- **$\epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz})$** : déformation limite au bout de 10^6 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz (essai de fatigue).
- **k_{ne}** : facteur lié au nombre 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 comportement observé sur chaussées.

Avec :

$$k_{ne} = \left(\frac{\text{TCEi}}{10^6} \right)^b$$

$$k_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C}, 10\text{Hz})}{E(\theta_{eq}, 10\text{Hz})}}$$

$$k_r = 10^{-tb\delta}$$

d'où :

$$\epsilon_{t,ad} = \epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \cdot \left(\frac{\text{TCEi}}{10^6}\right)^b \cdot \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz})}{E(\theta_{eq}, 10\text{Hz})}} \cdot 10^{-tb\delta} \cdot k_c$$

Avec:

- **TCEi**: trafic en nombre cumulé d'essieux équivalent de 13 tonnes sur durée de vie considérée.
- **b**: pente de droite de fatigue ($b < 0$).
- **E (10°C)** : module complexe du matériau bitumineux à 10°C.
- **E (θeq)** : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est en fonction de la zone climatique considérée.

$$\delta : f(\text{dispersion}) \longrightarrow \delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{C}{B} \times Sh\right)^2}$$

avec :

SN : dispersion sur la loi de fatigue.

Sh : dispersion sur les épaisseurs (en cm).

C : coefficient égal à 0.02

t : fractile de la loi normale, qui est fonction du risque adopté (r%).

D'après le tableau 13 du catalogue-fascicule 2, page 18 :

- $\epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) = 100 \times 10^{-6}$ (déformation sous la grave bitume).
- $b = -0.146$.
- $E(10^\circ\text{C}, 10\text{Hz}) = 12500\text{ MPa}$.
- $(\theta_{eq}, 10\text{Hz}) = 7000\text{ MPa}$.
- $SN = 0.45$ (GB).
- $Sh = 3\text{ cm}$ (GB).
- $k_c = 1.3$ (GB).

$$k_{ne} = \left(\frac{2.05 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0.146} = 0.901 \longrightarrow \mathbf{k_{ne} = 0.901}$$

$$k\theta = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = 1.33 \longrightarrow k\theta = 1.33$$

D'après le tableau 16 du catalogue-fascicule 2, page 20 :

- $t = 1.036$ ($r=15\%$)

$$\delta = \sqrt{(0.45)^2 + \left(\frac{0.2}{-0.146} \times 3\right)^2} = 0.61 \longrightarrow \delta = 0.61$$

$$k_r = 10^{-1.036 \times 0.146 \times 0.61} = 0.81 \longrightarrow k_r = 0.81$$

$$\epsilon_{t, ad} = 100 \cdot 10^{-6} \times 0.901 \times 1.33 \times 0.81 \times 1.3 = 1.26 \times 10^{-4}$$

$$\epsilon_{t, ad} = 126,18 \times 10^{-6}$$

V. Calcul automatique :(vérification du dimensionnement)

A l'aide du logiciel ALIZE III

Les déformations admissibles sont :

- ✓ $\epsilon_{z, ad}$: sol support = $722,68 \times 10^{-6}$
- ✓ $\epsilon_{t, ad}$: à la base de GB = $126,18 \times 10^{-6}$

La structure de la chaussée devra satisfaire à la condition (essai de simulation) pour le matériau traité au bitume : $\epsilon_z < \epsilon_{z, ad}$ et $\epsilon_t < \epsilon_{t, ad}$ où ϵ_z et ϵ_t peuvent être déterminés à partir d'un calcul automatique avec le logiciel Alize III.

Principe du programme du ALIZE III :

ALIZE III est un programme mis au point au laboratoire central des ponts et chaussée. PARIS (1975) il est permet de déterminer à partir d'un modèle multicouche, élastique et linéaire fondé sur l'hypothèse de BURIMESTER, les contraintes et les déformations aux différentes interfaces de la structure ayant jusqu'à six couches supposées infinies en plan. La charge prise en compte dans la modélisation est une charge unitaire correspondante à un demi-essieu de 13 tonnes présenté par une empreinte circulaire de rayon (r) avec une symétrie de révolution. Le problème est traité en coordonnées cylindriques.

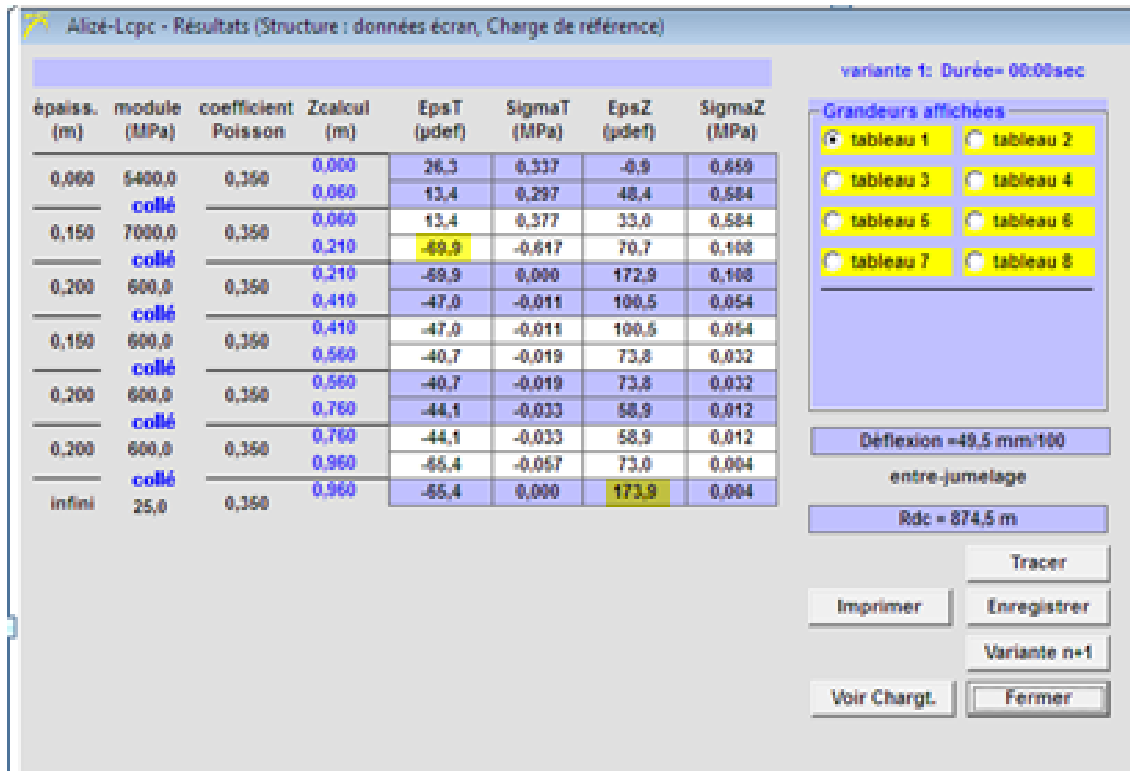


Tableau IX.10: Résultats de du calcul ALIZE.

Tableau récapitulatif :

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par ALIZE III
$\epsilon_{t,adm}=126.18 \times 10^{-6}$	$\epsilon_t=69.900 \times 10^{-6}$
$\epsilon_{z,adm}=722.68 \times 10^{-6}$	$\epsilon_z=173.900 \times 10^{-6}$

Tableau IX.11: Déformations.

D’après le tableau ci-dessus on constate que :

$$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_t < \epsilon_{t,adm} \\ \epsilon_z < \epsilon_{z,adm} \end{array} \right. \longrightarrow \text{Vérifié}$$

VI. CONCLUSION :

L'utilisation du logiciel ALIZE III a démontré que la structure dimensionnée précédemment est vérifiée.

I. Définition:

Un pont est une construction qui permet de franchir une dépression ou un obstacle (cours d'eau, voie de communication...) en passant par dessus. Les ponts font partie de la famille des ouvrages d'art.

Dans notre cas le pont représente un élément principal de l'échangeur et doit être pré-dimensionné de telle façon à assurer l'écoulement de la circulation dans tout les sens avec le maximum de rapidité et de sécurité.

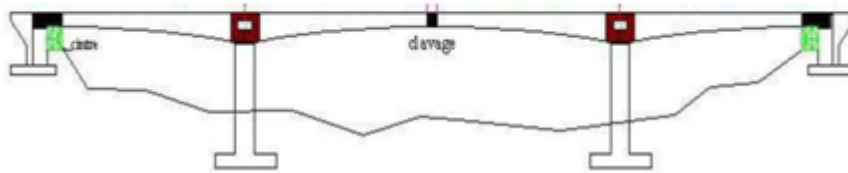


Figure IX-1 : Pont

II. Présentation de l'ouvrage:

Notre ouvrage d'art est constitué de deux ponts qui portent une route bidirectionnelle.

III. Profil en long:

Le pont 1 est constitué de trois travées isostatiques de longueur de 30m de chacune.

Le pont 2 est constitué de trois travées de longueur :

- 30m pour les travées de rives.
- 20m pour la travée intermédiaires.
- Les deux ponts reposant sur deux culées.

IV. Description de l'ouvrage:

L'ouvrage est constitué de deux ponts, sur le chemin de wilaya CW128, il se trouve au PK5+980 et l'autre sur PK7+460, ils comportent les caractéristiques suivantes :

- Gabarit: en Algérie le passage sur une voie express doit respecter un gabarit de 5.25m.
- Largeur rouable : $L_r = 7m$.
- Nombre de voies : 2 voies (bidirectionnelles) de 3,5 m.
- Largeur total de pont entre garde-corps est : 10m.
- Longueur total (portée) : $L = 90 m$.

V. Choix de type de l'ouvrage:

Notre but est de déterminer du point de vue technique et économique le type d'ouvrage le plus adéquat et de satisfaire le mieux possible toutes les conditions qu'imposent le type d'ouvrage (béton armé, béton précontraint, mixte).

Les principaux facteurs qui influent sur le type d'ouvrage sont :

- Le profil en long de la chaussée.
- La portée de l'ouvrage.
- La nature du sol.
- La position possible des appuis
- Le gabarit à respecter.

Afin de trouver la solution au type d'ouvrage le plus adéquat ; on a procédé à une comparaison entre tout les types d'ouvrage (variantes) qui peuvent être envisagés et cela en représentant toutes les caractéristiques des variantes.

Pour chaque type d'ouvrage énuméré, on portera sur le domaine d'utilisation, de l'ouverture de son tablier ainsi que son épaisseur.

Plusieurs solutions sont envisagées, alors on procédera par élimination des ouvrages qui ne répondent pas aux conditions imposées.

On a plusieurs propositions :

➤ Les ponts à poutre en béton armé :

Pour ce type, le tablier est constitué de poutres longitudinales, de longueur pouvant aller jusqu'à 20m.

➤ Les ponts en dalles en béton armé :

Le pont en dalle est préférable pour les portés allongés de 15 à 20m, on ne peut pas opter pour cette méthode pour la raison suivante :

- Elle consomme plus de béton et d'acier.

➤ Les ponts en dalle en béton précontraint :

Il est préférable d'utiliser ce type pour une longueur de travée de 15 à 23m environ qui est la portée économique. Par rapport aux ponts à poutres, les ponts en dalles à travées

indépendantes ne sont à envisager que dans le cas des ouvertures modérés et lorsque un grand élancement est indispensable.

➤ **Les ponts à poutre en béton précontraint :**

Les ponts à poutres en béton précontraint sont préconisés pour le franchissement des portées intermédiaires de l'ordre de 25m.

Leurs portées les plus économiques se situent entre 20 et 35m.

Avantage :

- Une meilleure utilisation de la matière puisqu'il n'y a pas de béton inutile.
- Les armatures à haute limite élastique utilisées en béton précontraint sont moins chères à force égale que les aciers de BA.
- La possibilité d'assembler des éléments préfabriqués sans échafaudages.
- La possibilité de franchir de plus grandes portées qu'avec des ouvrages en béton armé.

VI. Définition et rôle du mur de soutènement:

Le mur de soutènement est un mur vertical ou sub-vertical qui permet de contenir des terres (ou tout autre matériau granulaire ou pulvérulent) sur une surface induite. La retenue des terres par un mur de soutènement répond à des besoins multiples : préserver les routes et chemins des éboulements et glissement de terrain, structurer une berge naturelle en un quai (ports maritimes et voies navigables). Rendre cultivables des zones pentues et limiter l'érosion par ruissellement (culture en terrasses). Parer en soubassement les fondations d'édifices de grande hauteur ou de digue, créer des obstacles verticaux de grande hauteur (murs d'escarpe et glacis dans les fortifications), soutenir des fouilles et tranchées de chantier pour travailler à l'abri de l'eau (batardeau), établir des fondations ou créer des parkings souterrains, etc.

On trouve des murs de soutènement en pierres sèches, en moellons, en pierres de taille, en briques, en béton armé, en acier, en gabions, voire en bois ou en polymère (vinyle).



Figure IX-2 : Mur de soutènement

VI.1. principe du soutènement :

La principale considération dans le dimensionnement des soutènements, quel que soit leur type, est la correcte estimation de la poussée des terres ou du matériau retenu par cette paroi. Dans leur état naturel, les terres tendent à se conformer en un tas pyramidal conique à la façon d'un tas de sable présentant une pente de talus naturel. L'interposition d'un écran de soutènement dans un massif de terre se substitue à la partie manquante à la base et reçoit une partie du poids des terres restante en une composante biaise de poussée qui tend à faire basculer et en même temps glisser le mur de soutènement disposé. Pour combattre cette poussée des terres, le mur peut être constitué de différentes façons :

- Opposer un poids supérieur à la partie remplacée en contre-balancement de la poussée : tels sont les murs poids.
- Être ancré dans un corps mort fournissant une inertie ou ancré plus loin dans le sol à proximité qui ne fait pas partie de l'ensemble susceptible de glissement ou à une meilleure composition afin que la poussée soit continue, éviter le glissement et annuler le moment de basculement : ce sont les parois ancrées.
- Résister au basculement par une semelle insérée sous les terres, semelle de surface de base en rapport avec la hauteur fournissant le moment de renversement : murs cantilever (en L).
- Réduire la poussée par un épaulement des terres retenues entre deux contreforts : mur à redans

Le mur de soutènement quel que soit leur type doivent en principe être drainés, car la pression de l'eau retenue derrière un mur sans interstices d'évacuation augmente d'autant la poussée sur l'ouvrage et modifié la consistance du matériau en le fluidifiant ce qui apporte une transmission de poussée d'une partie plus importante, la friction (phénomène de s'agripper) en résistance au glissement ayant partiellement disparu, la pente naturelle du tas diminue.

VII. Conclusion:

Après avoir examiné tout les types d'ouvrages possibles nous avons choisis de prendre la variante du pont à poutre en béton précontraint, pour tous les avantages économique et la facilité de constructions et d'entretiens.

I. Introduction :

L'évacuation des eaux pluviales est l'une des préoccupations fondamentales dans le domaine des routes, car la présence d'eau provoque plusieurs inconvénients tels que les problèmes d'inondation ; glissement de terrains, ainsi que les problèmes d'érosion, de stabilité des talus, et la dégradation des chaussées par défaut de portance du sol.

La présente étude, nécessite la connaissance des données hydrauliques pour la détermination des débits de crues de différentes fréquences (décennal, cinquantenal, centennales) aux diverses traversées de la route par les écoulements naturels.

Donc une solution à ses problèmes fut adaptée, c'est de prévoir des dispositions adéquates pour évacuer l'eau loin de la route, l'ensemble de ses travaux porte le nom d'assainissement.

II. Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

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

III. Assainissement de la chaussée :

L'emprise du CW128 doit être assainie et ce conformément aux normes du B40 du Ministère de l'Équipement.

Des ouvrages d'assainissement ont été projetés dans le but d'assainir la chaussée dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

III.1. Fossé de pied du talus de déblai :

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plateforme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale, ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

III.2 Fossé de crête de déblai :

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

III.3. Fossé de pied de talus de remblai :

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

III.4. Drain :

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainante longeant la route. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

III.5. Descentes d'eau :

Dans les sections de la route en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont placées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement varie entre 30 m et 40 m.

IV. Choix des ouvrages d'évacuation :

Le choix des ouvrages d'évacuation des eaux superficielles doit s'appuyer sur les deux principes de base suivants :

- L'utilisation d'ouvrages superficiels dont les coûts d'investissement et d'entretiens sont plus faibles que ceux des ouvrages enterrés.
- Rejeter les eaux hors de la plate-forme chaque fois que cela est possible, afin de diminuer les déblais de transit.

V. Quelques définitions :

- **Bassin versant** : Surface naturelle telle que toute l'eau reçue sur sa surface s'écoule vers un point unique : l'exutoire du bassin versant.
- **Caniveau** : Famille d'ouvrages de collecte et de transport longitudinal des eaux de ruissellement de la route.

- **Dalot** : Ouvrage hydraulique enterré de section rectangulaire préfabriqué ou coulé en place et à forte capacité.
- **Buse** : Ouvrage hydraulique en béton utilisé pour le rétablissement des écoulements naturels.
- **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 des ouvrages d'évacuations :

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 (m^3/s).

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

Le débit d'apport est calculé en appliquant la formule de la méthode Rationnelle :

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

Avec :

K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s).

I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h)

C : coefficient de ruissellement.

A : aire du bassin versant (m^2).

VII. Etude Hydrologique :

L'étude hydrologique consiste en la détermination des débits de crue de chaque écoulement qui franchit le tracé routier. Par conséquent, tous les Oueds doivent être rétablis par des ouvrages hydrauliques (ponts, dalots et buses,...).

Cependant nous nous sommes basés dans nos calculs sur des données issues des supports suivants:

➤ Données topographiques :

- Carte d'état major éditée au 1/25000.
- Levés topographiques sur une bande de 10 m de largeur sur tout le long de l'axe routier considéré.

➤ **Données pluviométriques :**

Les caractéristiques de la pluie interviennent dans l'estimation des débits d'apport provenant du bassin versant.

La région de **TIZI OUZOU** est régie par un climat méditerranéen caractérisé par l'alternance d'une saison sèche avec une saison froide, humide et pluvieuse.

Les pluies sont importantes en automne et en hiver, elles tombent d'octobre à Mai avec un maximum en Novembre et un autre en Février.

D'après les informations récoltées au niveau local, les données pluviométriques se rapportant à la région de Tizi-Ouzou sont :

- ✓ La pluie journalière moyenne : **$P_j \text{ moy} = 60.35\text{mm}$** .
- ✓ Le coefficient de variation : **$C_v = 0.38$** .
- ✓ L'exposant climatique : **$b = 0,37$** .

➤ **Choix de la fréquence de pluie :**

Le dimensionnement des ouvrages courants (buses et dalots) consiste en l'analyse de leurs capacités d'évacuation des eaux de ruissellement d'un coté à l'autre de la route.

Il est recommandé que le débit de référence adopté pour le dimensionnement de tous les ouvrages de franchissement (buses, dalots) soit celui dont la période de retour est de 20 ans.

VII.1. Estimation du débit de crue :

Le calcul du débit maximum limite, de fréquence donnée, à l'intensité moyenne '**I**' de la pluie, et de durée '**t**' égal au temps de concentration, est effectué au moyen d'une formule donnant un débit approché par excès, celle-ci se dérive de la méthode dite rationnelle et elle est appliquée dans le cas des superficies inférieures à 200km^2 , elle est donnée par :

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

Avec :

Q_a : Débit maximum d'eau pluviale (m^3/s).

C : Coefficient de ruissellement.

I : Intensité de la pluie exprimée mm /h.

K : Coefficient de conversion des unités et est égale à 2,78

A : Aire du bassin d'apport (ha).

VII.1.1. Superficie des bassins versants :

Le tronçon routier CW 128, a long de 4.5 kilomètres, traverse plusieurs écoulements dont, la superficie de leurs bassins versants varie.

Pour notre projet, Il existe 14 bassins versants qui ont été délimités en fonction de la structure des talwegs et des lignes de crêtes sur la carte d'état major à l'échelle 1/25000^{ème}, leurs surfaces sont déterminées à l'aide du logiciel Autocad version 2010.

VII.1.2. Calcul de l'intensité de pluie I(t) :

On admet que l'intensité **I(t)** est celle dont la durée, sur une courbe intensité durée fréquence, est égale au temps de concentration du bassin .Ce temps est exprimé par **tc**.

- **Temps de concentration :**

1/ lorsque $A < 5 \text{ km}^2$: $tc = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$

2/ lorsque $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$ $tc = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A.L}}{\sqrt{P}}$

3/ lorsque $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$ $tc = \frac{4\sqrt{A}}{0.8} + \frac{1.5L}{\sqrt{H}}$

Où :

Tc : Temps de concentration (**heure**).

S : Superficie du bassin versant (**km²**).

L : Longueur de bassin versant (**km**).

P : Pente moyenne du bassin versant (**m.p.m**).

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

A partir du temps de concentration et des courbes I.D.F., on tire directement la valeur de l'intensité de pluie.

VII.1.3. Coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement "**C**", qui est un indicatif du pourcentage de l'eau ruisselant sur un sol saturé par les précipitations antérieures par rapport à la totalité de l'averse, sera estimé à partir de la méthode de KENESSEY (Hongrie) où "**C**" est la somme de trois coefficients partiels :

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

- **C1** : dépend de la pente "p" du thalweg principal estimée comme étant égal au rapport de la dénivelée du talweg (falaises exclues) par sa longueur développée. Ces informations sont obtenues généralement à partir des cartes topographiques disponibles. Les valeurs de "C1" sont présentées dans le Tableau.1 ci-dessous.
- **C2** : dépend de la perméabilité du sol, déterminée à partir des informations concernant la nature du sol et ses caractéristiques. Les valeurs du coefficient "C2" sont présentées dans le Tableau.2 ci-après.
- **C3** : dépend de la couverture végétale du bassin versant. Ces informations seront obtenues à partir d'une inspection visuelle des bassins versants, des photos prises du site et des photos aériennes. Les valeurs du coefficient "C3" sont présentées dans le Tableau.3 ci-après.

Pente (P) (%)	Coefficient (C1)
$P \leq 3.5$	0,01 – 0,05
$3,5 \leq P \leq 11$	0,06 – 0,10
$11 < P \leq 35$	0,12 – 0,20
$35 < P$	0,22 – 0,30

Tableau X.1 : Valeur du Coefficient "C1" pour Diverses Pentes.

Couverture Végétale	Coefficient (C2)
Imperméable	0,22 – 0,30
Peu perméable	0,10 – 0,20
Perméable	0,06 – 0,10
Très perméable	0,06 – 0,05

Tableau X.2: Valeur du Coefficient "C2" par Rapport à la Nature du Sol.

Couverture Végétale	Coefficient (C3)
Rocheux	0,22 – 0,30
Prairie	0,17 – 0,25
Labours – Champs	0,07 – 0,15
Forêts et Terrains Sableux	0,03 – 0,05

Tableau X.3: Valeur du Coefficient "C3" Relative à la Couverture du Sol.

N° BV	PK (Km)	Surface (Km ²)	Périmètre (Km)	Long (Km)	Hmax (m)	Hmin (m)	Pente (%)
01	PK3+200	0.043583	0.89101	0.22950	300	200	43.66
02	PK3+550	0.057248	1.13172	0.13331	280	210	32.92
03	PK3+600	0.076361	1.25695	0.21263	295	200	44.67
04	PK4+000	0.036974	0.78289	0.25090	340	210	51.81
05	PK4+080	0.026912	0.69375	0.23826	340	230	46.16
06	PK4+180	0.015141	0.50298	0.15245	300	220	52.47
07	PK4+255	0.072958	1.10914	0.24237	340	245	39.19
08	PK4+640	0.016294	0.88883	0.09152	270	225	49.94
09	PK4+960	0.025274	0.60745	0.11633	260	230	25.57
10	PK5+225	0.105569	1.55234	0.35718	400	230	47.59
11	PK5+670	0.145006	1.60667	0.52672	400	240	30.37
12	PK5+790	0.045347	0.95444	0.22641	370	240	57.41
13	PK6+020	0.053225	1.23118	0.13725	340	220	87.43
14	PK6+668	0.258132	2.24496	0.67093	400	170	34.28

Tableau X.4 : Caractéristiques morphologiques des bassins versants.

$$P = (H_{\max} - H_{\min}) / L$$

Avec :

L : longueur de thalweg

H_{max} : L'altitude maximale de B.V

H_{min} : L'altitude minimale de B.V

VII.2. Détermination de l'intensité de I(t) :

➤ Détermination du temps de concentration :

Exemple :

Pour (BV 01) (S= 0.043583, P=43.66 %)

S < 5 km², on applique la formule de Ventura

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{S}{P}} \quad t_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.043583}{43.66}} = 0.0040 \text{ h}$$

NB : les résultats sont résumés dans le **tableau-5-** suivant :

Désignation	Numéro BV	Temps de concentration (heure)
Ecoulement 01	(BV1)	0.00403
Ecoulement 02	(BV2)	0.00277
Ecoulement 03	(BV3)	0.00529
Ecoulement 04	(BV4)	0.00525
Ecoulement 05	(BV5)	0.00306
Ecoulement 06	(BV6)	0.00215
Ecoulement 07	(BV7)	0.00547
Ecoulement 08	(BV8)	0.00229
Ecoulement 09	(BV9)	0.00339
Ecoulement 10	(BV10)	0.00598
Ecoulement 11	(BV11)	0.00877
Ecoulement 12	(BV12)	0.00356
Ecoulement 13	(BV13)	0.00313
Ecoulement 14	(BV14)	0.01102

Tableau X.5: Détermination du temps de concentration.

A partir du temps de concentration et des courbes I.D.F., on tire directement la valeur de l'intensité de pluie

VII.3.Détermination des débits d'apport: Qa

Désignation	C	I (l/s/Km)	S(Km ²)	Débit théorique Q (m ³ /s)
Ecoulement 01	0.36	63.01	0.043583	2.74
Ecoulement 02	0.38	76.00	0.057248	4.59
Ecoulement 03	0.38	54.99	0.076361	4.43
Ecoulement 04	0.35	55.20	0.036974	1.98
Ecoulement 05	0.36	72.31	0.026912	1.94
Ecoulement 06	0.38	86.26	0.015141	1.37
Ecoulement 07	0.37	54.08	0.072958	4.05
Ecoulement 08	0.38	83.58	0.016294	1.43
Ecoulement 09	0.33	68.70	0.025274	1.59
Ecoulement 10	0.35	51.72	0.105569	5.31
Ecoulement 11	0.35	42.71	0.145006	6.02
Ecoulement 12	0.37	67.04	0.045347	3.12
Ecoulement 13	0.37	71.49	0.053225	3.91
Ecoulement 14	0.35	38.10	0.258132	9.56

Tableau X.6: Détermination des débits des bassins versant.**VIII. Etude hydraulique :****VIII.1. Les ouvrages hydrauliques et drainage :**

La plate forme d'une route est protégée contre les effets de l'eau par des ouvrages permanents, ces ouvrages sont de deux types :

1. Les ouvrages hydrauliques assurant le transit des débits des bassins versants qui traversent la route. (Buses, dalots, ponts,...).
2. Les ouvrages de collecte des eaux superficielles de ruissellement, (fossés, caniveaux, etc...).

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

$$P_j = \frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \times e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

Avec : P_j : pluie moyenne journalière

C_v : coefficient de variation climatique.

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

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	2.645	2.057	2.327

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.

Remarque :

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

VIII.1.1. Calcul de précipitation :

Pendant 10 ans :

$U = 1,282$

$C_v = 0,38$

$P_j = 60,35\text{mm}$

$$P_j(10\%) = \frac{60.35}{\sqrt{0.38^2 + 1}} \times e^{(1.282 \sqrt{\ln(0.38^2 + 1)})} = 90.53 \text{ mm}$$

Pendant 50 ans :

$U = 2,057$

$C_v = 0,38$

$P_j = 60,35\text{mm}$

$$P_j(2\%) = \frac{60.35}{\sqrt{0.38^2 + 1}} \times e^{(2.057 \sqrt{\ln(0.38^2 + 1)})} = 120,48 \text{ mm}$$

Pendant 100 ans :

$U = 2,327$

$C_v = 0,38$

$P_j = 60,35\text{mm}$

$$P_j(1\%) = \frac{60.35}{\sqrt{0.38^2 + 1}} \times e^{(2.327\sqrt{\ln(0.38^2+1)})} = 133,09 \text{ mm}$$

VIII.1.2. Calcul de l'intensité de l'averse I_t :

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

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

$$B = b - 1 = 0.37 - 1 = -0.63$$

Pour P_j (10%) = **90,53mm**

$$I = \frac{P_j(10\%)}{24} = \frac{90,53}{24} = 3,77 \text{ mm/h}$$

Donc l'intensité de la pluie est :

$$I_t = 3,77 \left[\frac{0,25}{24}\right]^{-0,63} = \mathbf{66,68 \text{ mm/h}}$$

Pour P_j (2%) = **120,48mm**

$$I = \frac{P_j(2\%)}{24} = \frac{120,48}{24} = 5,02 \text{ mm/h}$$

Donc l'intensité de la pluie est :

$$I_t = 5,02 \left[\frac{0,25}{24}\right]^{-0,63} = \mathbf{89,02 \text{ mm/h}}$$

Pour P_j (1%) = **133,09mm**

$$I = \frac{P_j(1\%)}{24} = \frac{133,09}{24} = 5,54 \text{ mm/h}$$

Donc l'intensité de la pluie est :

$$I_t = 5,54 \left[\frac{0,25}{24}\right]^{-0,63} = \mathbf{98,25 \text{ mm/h}}$$

VIII.1.3. Calculs des débits :

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

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

Avec :

- **K** : coefficient de concentration **K = 2,778**.
- **C** : coefficient de ruissellement.
- **I** : l'intensité de l'averse exprimée **mm /h**

➤ **Surface de l'écoulement :**

La surface du bassin versant : on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 100m en calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total.

Une largeur de talus: été prise défavorable égale (10m).

Donc :

Avec :

- ✓ $Q_c = K. I. C_c. A_c$
- ✓ $Q_t = K. I. C_t. A_t$
- ✓ $Q_{BV} = K.I. C_{tn}. A_{BV}$

Et:

- **Q_c** : débit rapporté par la chaussée.
- **Q_t** : débit rapporté par le talus.
- **Q_{BV}** débit rapporté par le terrain naturel.
- **Les coefficients de ruissellement:**
 - **C_c** : coefficient de ruissellement de la chaussée.
 - **C_{BV}** : coefficient de ruissellement du terrain naturel.
 - **C_t** : coefficient de ruissellement du talus.
- **Les surfaces prises en considération :**
 - **A_c** : surface de la chaussée.
 - **A_T** : surface du talus.

- A_{BV} : surface de bassin versant.

VIII.2. Exemple de calcul d'un fossé:

VIII.2.1. Dimensionnement Des Buses :

a. Calcul de surface :

❖ surface de la chaussée :

$$A_C = 7 \times 100 = 700 \text{ m}^2 = 0,07 \text{ ha.}$$

❖ surface du talus :

$$A_T = 10 \times 100 = 1000 \text{ m}^2 = 0,1 \text{ ha.}$$

❖ surface de l'accotement :

$$A_{AC} = 1 \times 100 = 100 \text{ m}^2 = 0,01 \text{ ha.}$$

b. Calcul des débits d'apport (Q_a) :

❖ Pour la chaussée :

Données:

$$C_C = 0.95 \quad P = 2.5\% \quad I(10\%) = 3.77 \text{ mm/h} \quad A_C = 0.07 \text{ ha}$$

$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \sqrt{\frac{0.07}{2.5}} = 0.021 \text{ h}$$

$$I_t = I \left(\frac{T_c}{24}\right)^{b-1} = 3,77 \left(\frac{0,021}{24}\right)^{0,37-1} = 318,32 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_C = K.C.I.A = 2.778 \times 10^{-3} \times 0.95 \times 318.32 \times 0.07 = 0.058 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$(Q_a)_c = 0.058 \text{ m}^3/\text{s}$$

❖ Pour le talus:

Données:

$$C = 0.25 \quad P = 66\% \quad I(10\%) = 3.77 \text{ mm/h} \quad A_T = 0.10 \text{ ha}$$

$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \sqrt{\frac{0,10}{66}} = 0,005 \text{ h}$$

$$I_t = I \left(\frac{T_c}{24} \right)^{b-1} = 3,76 \left(\frac{0,005}{24} \right)^{0,37-1} = 784,09 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_T = K.C.I.A = 2.778.10^{-3} \times 0.25 \times 784.09 \times 0.10 = 0.054 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$(Q_a)_T = \mathbf{0.054 \text{ m}^3/\text{s}}$$

❖ Pour l'accotement:

Données:

$$C = 0.4 \quad P = 4\% \quad I(10\%) = 3.77 \text{ mm/h} \quad A_T = 0.01 \text{ ha}$$

$$T_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \sqrt{\frac{0,01}{4}} = 0,0063 \text{ h}$$

$$I_t = I \left(\frac{T_c}{24} \right)^{b-1} = 3,77 \left(\frac{0,0063}{24} \right)^{0,37-1} = 676,28 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_T = K.C.I.A = 2.778.10^{-3} \times 0.4 \times 676.28 \times 0.01 = 0.0075 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$(Q_a)_T = \mathbf{0.0075 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Alors le débit d'apport (**Qa**) sera : $Q_a = Q_T + Q_C + Q_{AC}$

$$Q_a = 0.054 + 0.058 + 0.0075 = 0.1195 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_a = \mathbf{0.1195 \text{ m}^3/\text{s}}$$

VIII.2.2 Calcul des débits des bassins versant :

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

Avec :

- ✓ **S_m** : surface mouillée = $1/2 \times \pi \times R^2$
- ✓ **R_h** : rayon hydraulique = $R/2$
- ✓ **K_{st}** = **80** (pour les buses)
- ✓ **I** : la pente de pose qui vérifie la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à **4 m/s**. Pour notre cas ; On a **I = 2.5%**

$$R^3 = \frac{Q_a \times 2^3}{K_s \times \frac{1}{2} \times \pi \times I^2}$$

Une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé commercial tel que : Φ 400, Φ 500, Φ 800, Φ 1000, Φ 1200, Φ 1500...etc.

Remarque :

Nous éviterons dans notre projet d'utiliser les buses métalliques pour tous les inconvénients qu'elles peuvent avoir comme la corrosion, dégradation des matériaux, l'enfoncement, poinçonnements et dégradations locales des tôles.

$$Q_a = Q_{ach} + Q_{acc} + Q_{ata} + Q_{BV}$$

Les résultats des calculs des bassins versant sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Bassin versant	PK	Débit Q_a m ³ /s
BV : 01	PK3+200	2.85
BV : 02	PK3+550	4.71
BV : 03	PK3+600	4.55
BV : 04	PK4+000	2.09
BV : 05	PK4+080	2.05
BV : 06	PK4+180	1.48
BV : 07	PK4+255	4.16
BV : 08	PK4+640	1.55
BV : 09	PK4+960	1.70
BV : 10	PK5+225	5.42
BV : 11	PK5+670	6.13
BV : 12	PK5+790	3.23
BV : 13	PK6+020	4.02
BV : 14	PK6+668	9.68

Tableau 7 : localisation des ouvrages d'arts et leurs débits.

VIII.2.3. Dimensionnement du fossé:

Le profil en travers hypothétique du fossé est donné dans la figure ci-dessous :

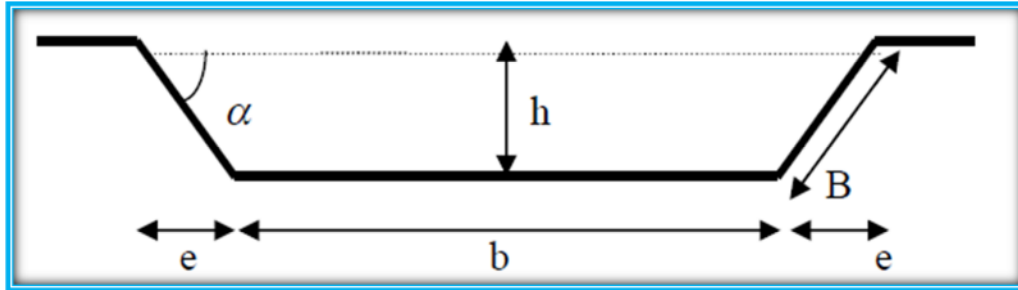


Figure X.1: Représentation d'un fossé.

Avec :

- ✓ S_m : surface mouillée : $S_m = h \cdot (b + n \cdot h)$
- ✓ P_m : périmètre mouillé : $P_m = b + 2 h \cdot \sqrt{1 + n^2}$
- ✓ R_h : rayon hydraulique : $R_h = S_m / P_m$
- ✓ P : pente du talus : $P = 1/n$

On fixe la base du fossé à ($b = 50 \text{ cm}$) et la pente du talus à ($1/n = 1/1.5 = 60\%$) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h .

Pour les fossés en béton $K_{ST} = 70$ et la pente de pose de l'ouvrage égale à 2,5%

Pour les fossés en terre $K_{ST} = 3$ Pente de fossé $I = 4\%$

➤ Calcul des dimensions des fossés :

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

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

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

➤ Application numérique:

$$Q_s = Q_a = K \cdot S_m \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Données: $Q_a = 0.1195 \text{ m}^3/\text{s}$ $K = 70$ $I = 2.5\%$

$$Q_s = K \cdot I^{1/2} \times h(nh + b) \times \left[\frac{h(nh + b)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3}$$

Après calcul itératif on trouve $H = 0.29 \text{ m}$.

On prend $H = 0.3 \text{ m}$

D'où les dimensions du fossé sont :

$$B \times H = 0.5 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}$$

Vérification:

$$Q_s = 70 \times 0,025^{1/2} \times 0,30(1,5 \times 0,30 + 0,50) \times \left[\frac{0,30(1,5 \times 0,30 + 0,5)}{0,5 + 2 \times 0,30(\sqrt{1 + 1,5^2})} \right]^{2/3}$$

$$Q_s = 1,0063 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_s > Q_a$  c'est vérifié.

VIII.2.4. Exemple de calcul d'un dalot:

La section du dalot est calculée comme pour le fossé. Seulement, on change la hauteur de remplissage par la hauteur du dalot.

-Pour dimensionner les dalots il faut que le débit rapporté par le bassin versant (connu), doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot Ce débit est donné par la formule de MANNING STICKLER.

$$Q_s = S \cdot KST \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Avec :

- KST : pour les dalots (béton armé) nous avons pris un coefficient de rugosité égal à 70.
- Pour les dalots, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :

$$H_r = 0,80 H \quad \text{si } H \leq 2. \text{ m}$$

$$H_r = H - 0.50 \quad \text{si } H > 2. \text{ m}$$

H : hauteur du dalot

$$H = \frac{1}{0,8B} \left(\frac{Qa}{Kst \cdot I^2} \right)^{\frac{3}{5}} (1,6H + B)^{\frac{2}{5}}$$

On fixe : $B = 2\text{m}$ \longrightarrow Et par calcul itératif

On trouve $H=1,5\text{ m}$.

Conclusion : Enfin notre dalot sera de dimensions :

$$H \times B = 1,5\text{ m} \times 2\text{ m}$$

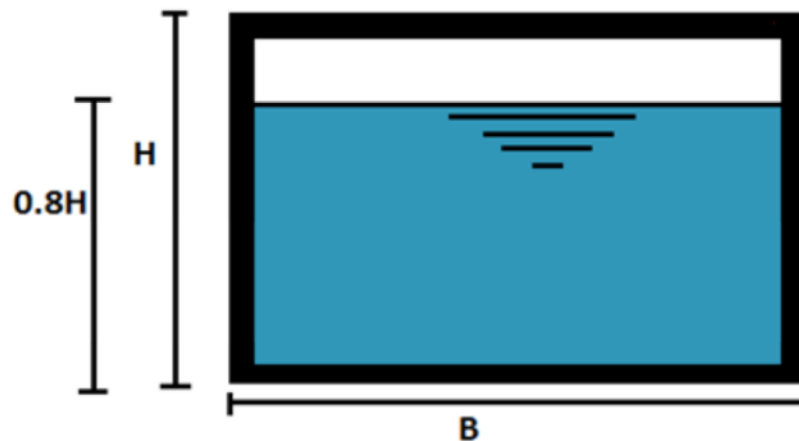


Figure X.2 : représentation d'un dalot.

Exemple : pour le BV1

$$R^{\frac{8}{3}} = \frac{Qa \times 2^{\frac{2}{3}}}{Ks \times \frac{1}{2} \times \pi \times I^{\frac{1}{2}}} = \frac{2,85 \times 2^{\frac{2}{3}}}{80 \times \frac{1}{2} \times 3,14 \times 0,025^{\frac{1}{2}}}$$

\longrightarrow $R=0,442\text{m}$, Alors on aura : $D=2R= 0,884\text{m}$

D'où le diamètre de la buse est : $\Phi 1000\text{ mm}$

IX- Conclusion :

Les résultats calculés dans le cadre de notre étude (projet) sont récapitulés dans le tableau suivant :

Bassin versant	Ouvrage à prévoir	Localisation
BV 1	Buse Ø1200mm	PK3+200
BV 2	Buse Ø1500mm	PK3+550
BV 3	Dalot2×1.5m	PK3+600
BV 4	Buse Ø1000mm	PK4+000
BV 5	Buse Ø1000mm	PK4+080
BV 6	Buse Ø1000mm	PK4+180
BV 7	Buse Ø1500mm	PK4+255
BV 8	Buse Ø1000mm	PK4+640
BV 9	Buse Ø800mm	PK4+960
BV 10	Dalot2×1.5m	PK5+225
BV 11	Dalot2×1.5m	PK5+670
BV 12	Buse Ø1200mm	PK5+790
BV 13	Buse Ø1500mm	PK6+020
BV 14	Dalot 2×3m	PK6+668

I. Introduction:

La construction d'un aménagement routier est une tâche délicate à accomplir et est perçue aujourd'hui comme étant une action susceptible de porter atteinte à l'environnement. En effet l'extraction de matériaux, les déboisements, l'utilisation des ressources en eau et l'émission de bruits engendrés par ce type de projets sont des actions qui peuvent altérer la qualité des paysages ainsi que les ressources naturelles.

L'effort technologique vise à maîtriser c'est connaître, contrôler et minimiser les différents impacts dus à ce type d'aménagement, qu'il s'agisse de la protection des eaux, de la protection contre le bruit, ou de la conservation de la flore et de la faune.

II. Cadre juridique:

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du 27 février 1990, stipulant qu'une telle étude doit comprendre :

- Une analyse détaillée du projet ;
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement.
- Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet, et sur son environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants

III. Définition:**III.1. Environnement :**

C'est l'ensemble des facteurs biotiques et abiotiques de l'habitat susceptibles d'avoir des effets directs et indirects sur les êtres vivants, y compris sur l'homme (TOUFFET, 1982).

III.2. Impact sur l'environnement:

Selon (ANONYME 1992) un impact sur l'environnement constitue toute altération de l'état initial d'un site due à la construction, la modification et l'exploitation d'une installation, dans n'importe quel domaine qu'il soit.

IV. Etude d'impact sur l'environnement:

C'est l'identification de l'ensemble des effets ou impacts sur les milieux physiques, humains et sur l'environnement naturel d'un projet donné.

C'est une étude scientifique et technique multidisciplinaire, qui permet d'analyser et d'évaluer les effets et les mesures par rapport à chacune des composantes environnementales d'un projet.

L'environnement est l'expression même des intersections homme – nature, l'homme vit dans le système complexe et fragile, et en faisant partie intégrante de ce système, il est dans son intérêt de le préserver.

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 peut être aussi les conséquences de cette intervention.

L'introduction de la procédure d'études d'impact a permis de contrôler et de minimiser les différents impacts. Ces impacts peuvent concerner :

IV.1. Les ressources en eau :

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

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

IV.2. La qualité de l'air:

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

- Limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO₂ (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation des moteurs.
- Utiliser d'autres modes de transport.
- Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique.
- Utiliser d'autres sources d'énergie.
- Régler le trafic.
- Contrôler les véhicules et les vitesses.
- Encourager des plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'air.

IV.3. La faune et la flore:

Les projets routiers peuvent générer des impacts importants sur le milieu naturel et il est important de prendre en compte les effets indirects et d'étudier les conséquences du projet sur l'écosystème dans son ensemble.

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

IV.4. Le bruit :

C'est un des impacts les plus manifestes de la circulation routière et peut apparaître pendant la phase de la construction. Pour les travaux d'excavation ou d'emprunt dans les zones sensibles, une attention particulière doit être accordée aux normes applicables au niveau sonore des engins, aux horaires de travail, aux itinéraires de transport des matériaux et à tout autre aspect ayant trait à la gestion du chantier.

Concernant l'urbanisme, la voirie nouvelle et l'habitat, des progrès importants sont à attendre dans ce domaine qui demande à être davantage explorés.

Le niveau moyen du bruit diminue avec l'éloignement par rapport à la voie de circulation. Ceci montre que les possibilités d'amélioration en matière de protection contre le bruit peuvent être attendues :

- D'une part, de l'éloignement des habitations par rapport aux voies de circulation (éloignement qui peut jouer soit en surface soit en élévation).
- D'autre part, de l'orientation de l'habitation par rapport à ces voies ou au moins par rapport aux points singuliers de circulation, tels que les feux, les carrefours, les rampes.

Des résultats positifs peuvent également être atteints par une bonne insertion des voies nouvelles en tissu urbain, comportant notamment :

- La diminution de la réflexion due à l'existence de façades parallèles de murs.
- La mise en tranchée ou en tunnel des voies de circulation.
- La protection par des écrans pleins (béton, verre ...etc.)
- La réalisation de plantations (mais celles – ci n'ont d'efficacité que pour des épaisseurs importantes).

IV.5. La destruction :

La destruction touche seulement les gens qui n'ont pas respecté le plan foncier établi par la commune ainsi que le plan directeur d'architecture et d'urbanisme (P.D.A.U), en plus la destruction de quelques clôtures d'établissement qui gênent le passage de la route.

IV.6. La sécurité :

Pour assurer la sécurité des piétons on doit :

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

Pour assurer la sécurité des automobilistes on doit:

- Réduire la vitesse au niveau des intersections.
- Des panneaux de signalisation seront implantés.

I. Signalisation

I. Introduction:

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'utilisateur de la route tout au long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent, en lui évitant des fausses manœuvres.

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

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

II. Définition:

La signalisation routière permet de gérer l'utilisation des routes par les usagers (Automobiles et camions, deux-roues ou piétons).

Elle consiste en deux grands ensembles, à savoir la signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, les balises et les feux tricolores et la signalisation routière horizontale, constituée des marquages au sol.

III. Types de signalisations:

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale
- Signalisation horizontale

III.1. Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide des panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

a. Signalisation avancée :

Le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection pour avertir les usagers de l'existence d'un danger sur la route et de leur indiquer la nature.

Le signal B3 qui notifie les usagers des obligations et des limites qui leurs sont accordées tel que les signaux de priorité ...etc.

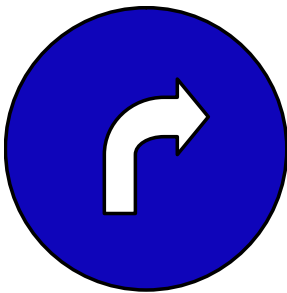
Les signaux B sont accompagnés dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) qui précise sur quelle branche d'un carrefour les usagers sont prioritaires.

b. Signalisation de position :

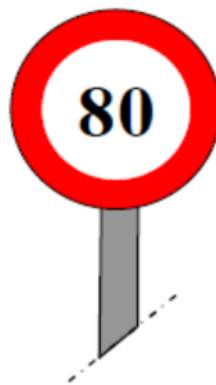
Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route ou les usagers doivent marquer l'arrêt.

c. Signalisation de direction :

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

✓ Exemple de la signalisation verticale :

Obligation de tourner à droite



Vitesse limitée à 80 Km/h



Interdiction de tourner dans le sens indiqué



III.2. Signalisations horizontales :

Elles comportent uniquement les marques sur chaussée, elle se devise en deux types :

a. Lignes longitudinales :

Elles sont utilisées pour délimiter les voies de circulation, on trouve :

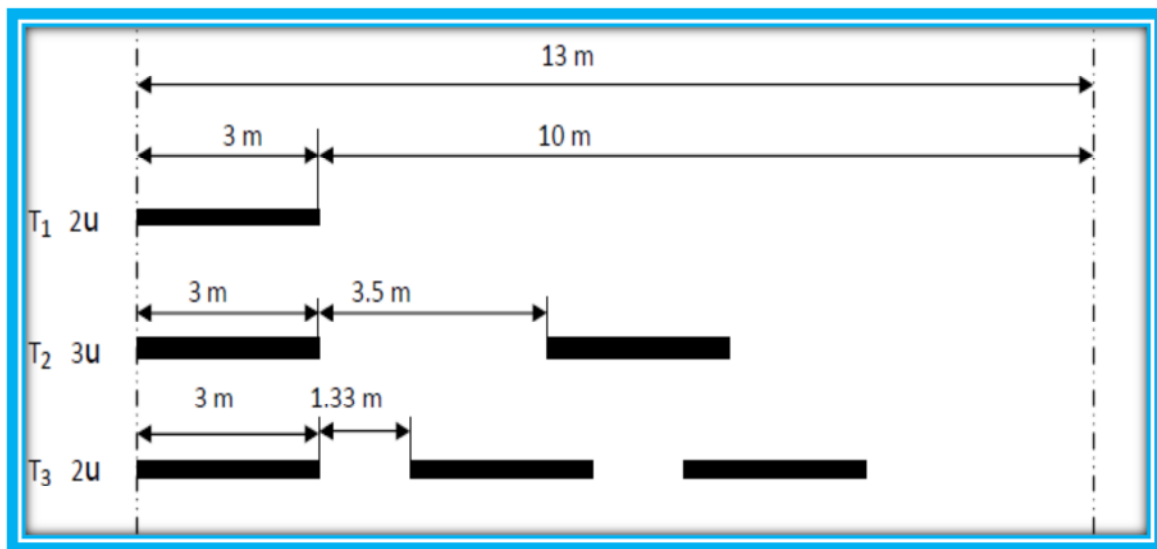
-les **lignes continues** : ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.

-les **lignes discontinues** : sont de type T1, T2 ou T3 (ligne d'avertissement, ligne de rive). voir le tableau de ci-dessous :

Type de modulation	Longueur de trait(m)	Intervalle entre deux traits successifs(m)	Rapport pleins vides
T1	3.00	10.0	Environ 1/3
T'1	1.50	5.00	
T2	3.00	3.50	Environ 1
T'2	0.50	0.50	
T3	3.00	1.33	Environ 3
T'3	20.0	6.00	

Tableau XII.1. : Les modulations des lignes discontinues

➤ **Marque sur chaussées :**



Avec :

- T1 2U : ligne axiale ou délimitation de voie.
- T2 3U : ligne de rive.
- T3 2U : ligne de délimitation des voies de décélération ou d'accélération ou d'entrecroisement.

- **Les lignes mixtes** : sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général

b. Lignes transversales : elles sont utilisées pour le marquage, on distingue :

- **Ligne stop** : c'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt.

❖ **Autres signalisation** :

➤ **Les flèches de rabattement** :

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

➤ **Les flèches de sélection :**

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

➤ **Largeur des lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :

U = 7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6 cm sur les routes et voies urbaines

U = 5 cm sur les autres routes.

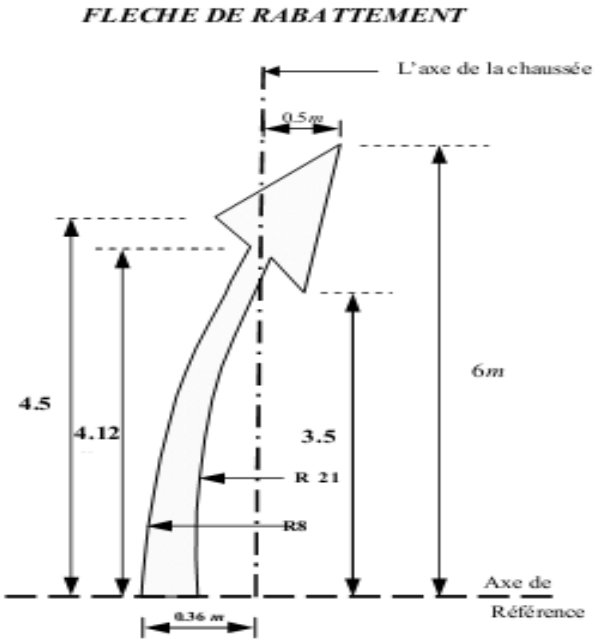
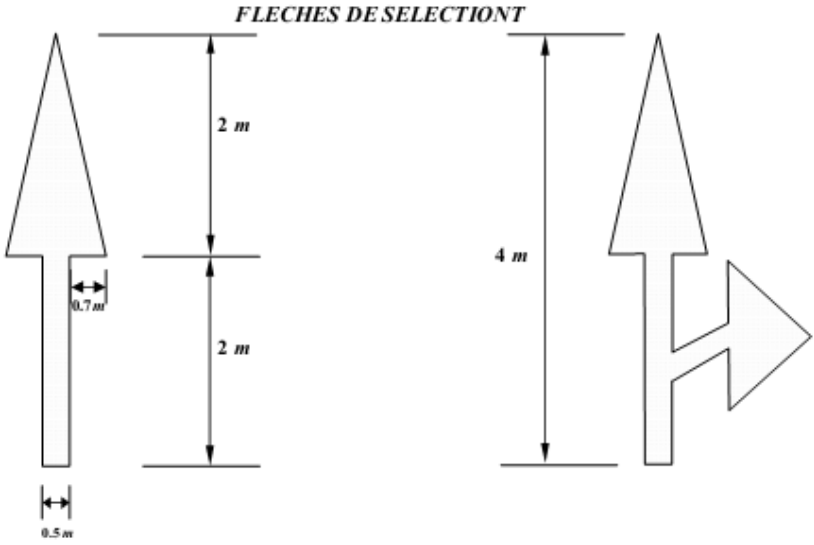
✓ **Exemple de la signalisation horizontale :**



Route bidirectionnelle



flèche de sélection



II. Eclairage:

I. Introduction :

Dans un trafic en augmentation constante, l'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

II. Catégories d'éclairages :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

III. Paramètres de l'implantation des luminaires :

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

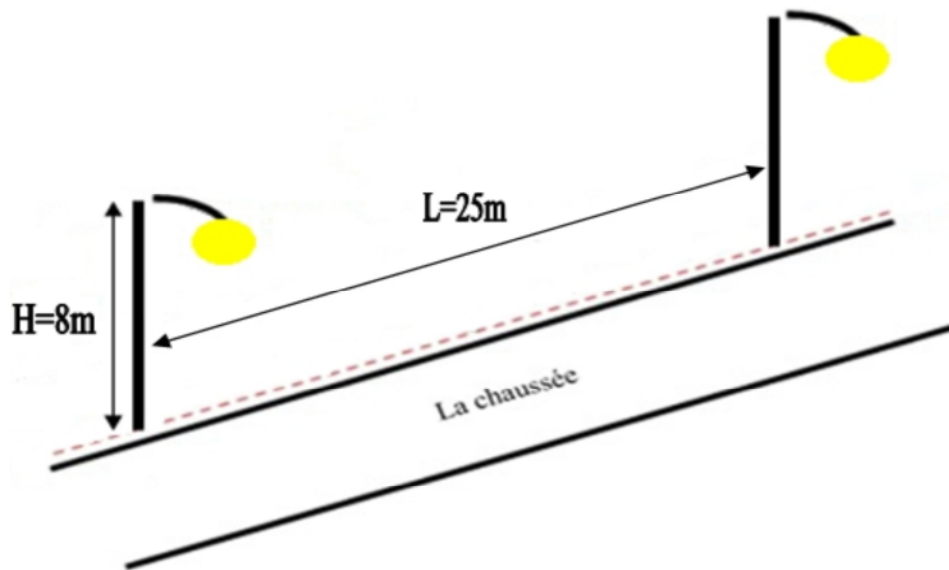


Figure XI.1 : Disposition des lampadaires.



Figure XI.2 : un lampadaire.

IV. Application au projet:

IV.1. Eclairage de la voie (le long de la route):

Pour l'éclairage de la voie, des lampadaires sont implantés dans les deux trottoirs avec un foyer porteur éclairant chacun une demi chaussée, espacés de 20m (entre lampadaire).

IV.2. Eclairage des carrefours:

Pour les carrefours on implant des lampadaires au périmètre de l'anneau central pour faire éclairer la demi chaussée intérieure du carrefour et des lampadaires dans chaque'un des quatre trottoirs pour éclairer le demi chaussée extérieur de la chaussée.

DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF

I. Introduction:

Dans cette partie, on devra évaluer les quantités correspondantes à chaque poste principal, le coût global de chacun d'eux et enfin le montant général du projet.

<i>DESIGNATION</i>	<i>UNITE</i>	<i>QUANTITE</i>	<i>Prix unitaire(DA) HT</i>	<i>Montant HT</i>
1) Acquisition de Terrain	M2	45 000,00	1 000,00	45 000 000,00
SOUS Total(1)= 45 000 000,00 DA				
2) L'installation de Chantier et Repliement	F	1	2 000 000,00	2 000 000,00
SOUS Total(2)= 2 000 000,00 DA				
3) Préparation de Terrain				
3.1) Débroussaillage et abatage d'arbres	M2	6 000,00	3 000,00	18 000 000,00
Décapage de la terre végétale Ep=0,50 m	M2	45 000,00	300,00	13 500 000,00
SOUS Total(3)=31 500 000,00 DA				
4) Terrassement				
4.1) Déblais (extraction transport et mise en dépôt)	M3	1159699	200,00	231 939 800,00
4.2) Remblais en provenance d'emprunts	M3	1027402	800,00	821 921 600,00
SOUS Total(4)= 1 035 861 400,00 DA				
5) Chaussée				
5.1) Couche de roulement en béton bitumineux Ep = 0.6 m	M3	27 000,00	4 200,00	113 400 000,00
5.2) Couche de fondation en GB Ep = 0.15 m	T	6 750,00	5 000,00	33 750 000,00
5.3) Couche de base en grave non traité GNT Ep = 0.35 m	T	15 750,00	2 000,00	31 500 000,00
5.4) Mise en place d'une Couche de forme en matériaux non traités (TUF) Ep = 0,40 m	M³	18 000,00	1 000,00	18 000 000,00
Sous Total(5)= 196 650 000,00 DA				

7) Ouvrage Courant et Assainissement	F	10% du total (3+4+5)	/	126 401 140,00
Sous Total(7)= 126 401 140,00DA				
8) Impact sur l'Environnement	F	1% du total (3+4+5)	/	12 640 114,00
Sous Total(8)= 12 640 114,00 DA				
10) Signalisation et Equipements routiers	F	5% du total (3+4+5)	/	63 200 570,00
SOUS Total(10)= 63 200 570,00 DA				
TOTAL EN HT				1 468 298 224,00 DA
TVA 17%				249 610 698,00 DA
TOTAL EN TTC				1 717 908 922,00 DA

Remarque :

Les prix unitaires pris en compte lors de l'élaboration de ce devis sont les plus couramment utilisés pour les travaux routiers, aussi l'absence des détails sur le mode d'exécution de certains postes et le manque de données font de notre montant une estimation approximative.

II. Conclusion:

Le montant total du projet est de : un milliards sept cents dix sept millions neuf cents huit mille neuf cent vingt deux dinars Algérien (1 717 908 922,00 da).

Conclusion générale

Dans notre étude, nous avons essayé de respecter toutes les normes existantes qu'on ne peut pas négliger et qu'on a prises en considération, le confort, la sécurité des usagers puis l'économie.

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation.

Cette étude d'APD nous a permis de cerner tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier.

Elle était l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine, et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration d'un projet de travaux publics.

Encore une fois, ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels: Piste+5.05, AUTOCAD, et ALISE-III, vue leur traitement rapide et la précision de leur résultats.

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	3472.510	3799.790
D1	GIS = 247.406g	143.270			
			143.270	3375.413	3694.440
C1	XC= 3301.881 YC= 3762.212 R = -100.000	31.903			
			175.173	3350.446	3674.797
D2	GIS = 267.716g	111.993			
			287.166	3252.548	3620.407
C2	XC= 3194.269 YC= 3725.305 R = -120.000	27.580			
			314.746	3227.118	3609.888
D3	GIS = 282.348g	129.759			
			444.505	3102.316	3574.368
C3	XC= 3126.953 YC= 3487.806 R = 90.000	23.234			
			467.739	3081.033	3565.210
D4	GIS = 265.913g	118.698			
			586.437	2978.947	3504.648
C4	XC= 3019.765 YC= 3435.844 R = 80.000	52.509			
			638.946	2945.442	3465.443
D5	GIS = 224.127g	88.376			
			727.322	2912.744	3383.339
C5	XC= 2987.067 YC= 3353.740 R = 80.000	46.854			
			774.176	2908.770	3337.323
D6	GIS = 186.842g	77.679			
			851.854	2924.710	3261.298
C6	XC= 2861.094 YC= 3247.959 R = -65.000	77.028			
			928.882	2897.388	3194.036
D7	GIS = 262.285g	72.196			
			1001.078	2837.496	3153.723
C7	XC= 2887.750 YC= 3079.060 R = 90.000	54.417			
			1055.495	2803.962	3111.919
D8	GIS = 223.792g	69.181			
			1124.676	2778.705	3047.513
C8	XC= 2839.218 YC= 3023.782 R = 65.000	80.901			
			1205.577	2797.349	2974.063

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
D9	GIS = 144.557g	30.600			
			1236.178	2820.756	2954.352
C9	XC= 2756.342 YC= 2877.861 R = -100.000	32.052			
			1268.229	2841.574	2930.163
D10	GIS = 164.961g	32.348			
			1300.577	2858.493	2902.592
C10	XC= 2798.830 YC= 2865.980 R = -70.000	84.882			
			1385.460	2854.035	2822.940
D11	GIS = 242.158g	87.440			
			1472.900	2800.271	2753.982
C11	XC= 2894.906 YC= 2680.198 R = 120.000	9.333			
			1482.232	2794.824	2746.406
D12	GIS = 237.207g	80.852			
			1563.084	2750.215	2678.974
C12	XC= 2808.596 YC= 2640.353 R = 70.000	100.351			
			1663.435	2762.353	2587.803
D13	GIS = 145.942g	108.000			
			1771.435	2843.429	2516.455
C13	XC= 2777.367 YC= 2441.383 R = -100.000	37.210			
			1808.645	2866.203	2487.299
D14	GIS = 169.631g	145.800			
			1954.446	2933.147	2357.776
C14	XC= 2853.195 YC= 2316.452 R = -90.000	46.393			
			2000.839	2943.128	2312.993
D15	GIS = 202.447g	82.033			
			2082.872	2939.975	2231.021
C15	XC= 3019.916 YC= 2227.946 R = 80.000	75.762			
			2158.634	2970.727	2164.856
D16	GIS = 142.158g	75.382			
			2234.016	3030.176	2118.506
C16	XC= 2968.689 YC= 2039.643 R = -100.000	47.629			
			2281.645	3059.490	2081.538
D17	GIS = 172.480g	122.394			

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			2404.039	3110.767	1970.402
C17	XC= 2992.726 YC= 1915.939 R = -130.000	40.360			
			2444.400	3121.762	1931.737
D18	GIS = 192.245g	89.892			
			2534.292	3132.686	1842.511
C18	XC= 3033.427 YC= 1830.359 R = -100.000	65.138			
			2599.429	3119.730	1779.844
D19	GIS = 233.712g	47.354			
			2646.783	3095.810	1738.976
C19	XC= 3164.852 YC= 1698.564 R = 80.000	99.669			
			2746.452	3104.513	1646.036
D20	GIS = 154.399g	59.867			
			2806.319	3143.822	1600.882
C20	XC= 3075.941 YC= 1541.788 R = -90.000	86.718			
			2893.037	3163.205	1519.764
D21	GIS = 215.739g	83.939			
			2976.976	3142.663	1438.376
C21	XC= 3239.623 YC= 1413.905 R = 100.000	58.232			
			3035.208	3145.185	1381.019
D22	GIS = 178.667g	76.533			
			3111.741	3170.354	1308.743
C22	XC= 3113.691 YC= 1289.012 R = -60.000	100.401			
			3212.142	3127.518	1230.627
D23	GIS = 285.196g	69.386			
			3281.528	3060.000	1214.636
C23	XC= 3039.259 YC= 1302.214 R = -90.000	66.764			
			3348.292	2995.380	1223.635
D25	GIS = 332.421g	27.649			
			3375.940	2971.240	1237.115
C24	XC= 2939.550 YC= 1180.363 R = 65.000	103.089			
			3479.029	2882.323	1211.188
D26	GIS = 231.455g	86.262			
			3565.291	2841.415	1135.243

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
C26	XC= 2947.064 YC= 1078.335 R = 120.000	38.120			
			3603.411	2828.926	1099.397
D27	GIS = 211.232g	90.713			
			3694.124	2813.005	1010.091
C27	XC= 2906.531 YC= 993.418 R = 95.000	66.790			
			3760.914	2824.402	945.669
D28	GIS = 166.474g	141.236			
			3902.150	2895.391	823.569
C28	XC= 2783.005 YC= 758.229 R = -130.000	0.276			
			3902.427	2895.529	823.330
D29	GIS = 166.609g	122.939			
			4025.366	2957.095	716.918
C29	XC= 2879.194 YC= 671.847 R = -90.000	78.600			
			4103.965	2963.773	641.086
D30	GIS = 222.207g	50.532			
			4154.498	2946.502	593.597
C30	XC= 3021.684 YC= 566.253 R = 80.000	60.649			
			4215.147	2948.291	534.416
D31	GIS = 173.944g	74.979			
			4290.126	2978.130	465.630
LONGUEUR DE L'AXE 4290.126					

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	409.7	278.5	0.0	0.0
2	20.000	200.5	1280.5	0.0	0.0
3	40.000	0.0	2854.5	0.0	0.0
4	60.000	0.0	4837.7	0.0	0.0
5	80.000	0.0	4224.0	0.0	0.0
6	100.000	18.8	588.1	0.0	0.0
7	120.000	7346.5	0.0	0.0	0.0
8	140.000	8323.5	0.0	0.0	0.0
9	143.270	7561.4	0.0	0.0	0.0
10	160.000	6399.0	0.0	0.0	0.0
11	175.173	443.4	0.0	0.0	0.0
12	180.000	203.3	6.8	0.0	0.0
13	200.000	591.8	0.0	0.0	0.0
14	220.000	0.4	349.9	0.0	0.0
15	240.000	2385.8	131.3	0.0	0.0
16	260.000	4362.7	0.0	0.0	0.0
17	280.000	4333.0	0.0	0.0	0.0
18	287.166	3553.4	0.0	0.0	0.0
19	300.000	3788.1	0.0	0.0	0.0
20	314.746	721.9	0.0	0.0	0.0
21	320.000	417.7	16.0	0.0	0.0
22	340.000	1.8	647.4	0.0	0.0
23	360.000	0.1	372.0	0.0	0.0
24	380.000	2278.3	0.0	0.0	0.0
25	400.000	7871.8	0.0	0.0	0.0
26	420.000	10119.9	0.0	0.0	0.0
27	440.000	5931.4	0.0	0.0	0.0
28	444.505	3779.0	0.0	0.0	0.0
29	460.000	2393.4	0.0	0.0	0.0
30	467.739	1643.5	0.0	0.0	0.0
31	480.000	2612.6	0.0	0.0	0.0
32	500.000	8392.8	0.0	0.0	0.0
33	520.000	17568.2	0.0	0.0	0.0
34	540.000	18718.7	0.0	0.0	0.0
35	560.000	18982.7	0.0	0.0	0.0
36	580.000	17155.1	0.0	0.0	0.0
37	586.437	11683.4	0.0	0.0	0.0
38	600.000	16233.6	0.0	0.0	0.0
39	620.000	11522.3	0.0	0.0	0.0
40	638.946	3670.6	0.0	0.0	0.0
41	640.000	4613.5	0.0	0.0	0.0
42	660.000	7170.4	0.0	0.0	0.0
43	680.000	7467.1	0.0	0.0	0.0
44	700.000	7786.6	206.6	0.0	0.0
45	720.000	3009.3	514.2	0.0	0.0
46	727.322	903.0	530.7	0.0	0.0
47	740.000	208.8	1260.3	0.0	0.0
48	760.000	973.9	1451.5	0.0	0.0
49	774.176	1266.3	1763.0	0.0	0.0
50	780.000	2942.6	2216.6	0.0	0.0
51	800.000	6950.3	0.0	0.0	0.0
52	820.000	8178.8	0.0	0.0	0.0
53	840.000	6637.9	0.0	0.0	0.0
54	851.854	5066.8	0.0	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
55	860.000	6432.8	0.0	0.0	0.0
56	880.000	8766.5	0.0	0.0	0.0
57	900.000	6106.0	0.0	0.0	0.0
58	920.000	6980.4	0.0	0.0	0.0
59	928.882	3677.9	0.0	0.0	0.0
60	940.000	5357.3	0.0	0.0	0.0
61	960.000	9123.3	0.0	0.0	0.0
62	980.000	8043.1	0.0	0.0	0.0
63	1000.000	2878.0	0.0	0.0	0.0
64	1001.078	2480.4	0.0	0.0	0.0
65	1020.000	1958.3	0.0	0.0	0.0
66	1040.000	360.5	4705.3	0.0	0.0
67	1055.495	0.0	5414.6	0.0	0.0
68	1060.000	0.0	7451.8	0.0	0.0
69	1080.000	0.0	23247.9	0.0	0.0
70	1100.000	0.0	30297.6	0.0	0.0
71	1120.000	0.0	14502.8	0.0	0.0
72	1124.676	0.0	11821.4	0.0	0.0
73	1140.000	0.0	16235.5	0.0	0.0
74	1160.000	0.0	11862.3	0.0	0.0
75	1180.000	0.0	5952.4	0.0	0.0
76	1200.000	1525.7	0.0	0.0	0.0
77	1205.577	1698.9	0.0	0.0	0.0
78	1220.000	4360.2	0.0	0.0	0.0
79	1236.178	3750.2	0.0	0.0	0.0
80	1240.000	4839.2	0.0	0.0	0.0
81	1260.000	5060.5	0.0	0.0	0.0
82	1268.229	3020.3	0.0	0.0	0.0
83	1280.000	3889.4	292.4	0.0	0.0
84	1300.000	1862.8	279.4	0.0	0.0
85	1300.577	2202.2	234.1	0.0	0.0
86	1320.000	2213.4	69.3	0.0	0.0
87	1340.000	11337.9	0.0	0.0	0.0
88	1360.000	4583.2	0.0	0.0	0.0
89	1380.000	516.4	0.0	0.0	0.0
90	1385.460	273.8	0.0	0.0	0.0
91	1400.000	313.5	0.0	0.0	0.0
92	1420.000	0.0	1145.3	0.0	0.0
93	1440.000	0.0	4561.3	0.0	0.0
94	1460.000	0.0	4514.2	0.0	0.0
95	1472.900	0.0	3013.5	0.0	0.0
96	1480.000	0.0	1406.1	0.0	0.0
97	1482.232	0.0	2808.8	0.0	0.0
98	1500.000	0.0	3742.4	0.0	0.0
99	1520.000	0.0	2430.1	0.0	0.0
100	1540.000	0.0	1744.9	0.0	0.0
101	1560.000	0.0	793.6	0.0	0.0
102	1563.084	0.0	707.2	0.0	0.0
103	1580.000	109.9	736.5	0.0	0.0
104	1600.000	1776.0	0.0	0.0	0.0
105	1620.000	9773.1	0.0	0.0	0.0
106	1640.000	13459.5	0.0	0.0	0.0
107	1660.000	6644.9	0.0	0.0	0.0
108	1663.435	5973.0	0.0	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
109	1680.000	8555.9	0.0	0.0	0.0
110	1700.000	6675.7	0.0	0.0	0.0
111	1720.000	6843.2	0.0	0.0	0.0
112	1740.000	5030.7	104.9	0.0	0.0
113	1760.000	0.0	794.3	0.0	0.0
114	1771.435	0.0	602.4	0.0	0.0
115	1780.000	0.0	943.8	0.0	0.0
116	1800.000	0.0	640.2	0.0	0.0
117	1808.645	0.0	188.7	0.0	0.0
118	1820.000	114.9	0.0	0.0	0.0
119	1840.000	612.0	0.0	0.0	0.0
120	1860.000	125.2	109.5	0.0	0.0
121	1880.000	0.0	1807.2	0.0	0.0
122	1900.000	0.0	3979.2	0.0	0.0
123	1920.000	0.0	5869.2	0.0	0.0
124	1940.000	0.0	7609.8	0.0	0.0
125	1954.446	0.0	5570.9	0.0	0.0
126	1960.000	0.0	7176.9	0.0	0.0
127	1980.000	0.0	14970.3	0.0	0.0
128	2000.000	0.0	6818.6	0.0	0.0
129	2000.839	0.0	7089.5	0.0	0.0
130	2020.000	0.0	5741.6	0.0	0.0
131	2040.000	0.0	1389.7	0.0	0.0
132	2060.000	1067.0	0.0	0.0	0.0
133	2080.000	208.2	1114.9	0.0	0.0
134	2082.872	108.0	1409.3	0.0	0.0
135	2100.000	0.0	4467.8	0.0	0.0
136	2120.000	0.0	7026.4	0.0	0.0
137	2140.000	0.0	13906.1	0.0	0.0
138	2158.634	0.0	10718.5	0.0	0.0
139	2160.000	0.0	10050.0	0.0	0.0
140	2180.000	0.0	17486.3	0.0	0.0
141	2200.000	0.0	18933.8	0.0	0.0
142	2220.000	0.0	15188.7	0.0	0.0
143	2234.016	0.0	8148.2	0.0	0.0
144	2240.000	0.0	8867.3	0.0	0.0
145	2260.000	0.0	11939.9	0.0	0.0
146	2280.000	0.0	6833.5	0.0	0.0
147	2281.645	0.0	7476.2	0.0	0.0
148	2300.000	0.0	14305.6	0.0	0.0
149	2320.000	0.0	15109.5	0.0	0.0
150	2340.000	0.0	14941.7	0.0	0.0
151	2360.000	0.0	16832.8	0.0	0.0
152	2380.000	0.0	19699.6	0.0	0.0
153	2400.000	0.0	14602.2	0.0	0.0
154	2404.039	0.0	12034.5	0.0	0.0
155	2420.000	0.0	30408.6	0.0	0.0
156	2440.000	0.0	26520.4	0.0	0.0
157	2444.400	0.0	22411.9	0.0	0.0
158	2460.000	0.0	36636.3	0.0	0.0
159	2480.000	0.0	33271.8	0.0	0.0
160	2500.000	0.0	20144.2	0.0	0.0
161	2520.000	0.0	3095.1	0.0	0.0
162	2534.292	1693.7	0.0	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
163	2540.000	2169.6	0.0	0.0	0.0
164	2560.000	2833.3	1898.0	0.0	0.0
165	2580.000	2537.0	1465.2	0.0	0.0
166	2599.429	1522.0	0.0	0.0	0.0
167	2600.000	1563.3	0.0	0.0	0.0
168	2620.000	5395.3	0.0	0.0	0.0
169	2640.000	0.0	1570.3	0.0	0.0
170	2646.783	0.0	2998.6	0.0	0.0
171	2660.000	0.0	10906.5	0.0	0.0
172	2680.000	0.0	22967.2	0.0	0.0
173	2700.000	0.0	35023.7	0.0	0.0
174	2720.000	0.0	43467.7	0.0	0.0
175	2740.000	0.0	28895.0	0.0	0.0
176	2746.452	0.0	21542.7	0.0	0.0
177	2760.000	0.0	25733.6	0.0	0.0
178	2780.000	0.0	15126.4	0.0	0.0
179	2800.000	0.0	3187.1	0.0	0.0
180	2806.319	0.0	1234.6	0.0	0.0
181	2820.000	897.3	1.5	0.0	0.0
182	2840.000	7927.5	0.0	0.0	0.0
183	2860.000	1274.9	0.0	0.0	0.0
184	2880.000	0.0	829.1	0.0	0.0
185	2893.037	0.0	817.6	0.0	0.0
186	2900.000	0.0	1404.1	0.0	0.0
187	2920.000	0.0	5527.0	0.0	0.0
188	2940.000	0.0	8416.0	0.0	0.0
189	2960.000	0.0	8975.2	0.0	0.0
190	2976.976	0.0	4029.3	0.0	0.0
191	2980.000	0.0	4944.8	0.0	0.0
192	3000.000	298.8	3451.9	0.0	0.0
193	3020.000	3474.0	0.0	0.0	0.0
194	3035.208	3169.6	0.0	0.0	0.0
195	3040.000	5031.8	0.0	0.0	0.0
196	3060.000	10584.7	0.0	0.0	0.0
197	3080.000	12447.1	0.0	0.0	0.0
198	3100.000	9355.0	0.0	0.0	0.0
199	3111.741	5502.5	0.0	0.0	0.0
200	3120.000	7384.8	0.0	0.0	0.0
201	3140.000	7939.7	0.0	0.0	0.0
202	3160.000	655.9	514.4	0.0	0.0
203	3180.000	0.0	3623.7	0.0	0.0
204	3200.000	0.0	5388.9	0.0	0.0
205	3212.142	0.0	3682.4	0.0	0.0
206	3220.000	0.0	6355.7	0.0	0.0
207	3240.000	32.0	3938.6	0.0	0.0
208	3260.000	5629.4	0.0	0.0	0.0
209	3280.000	7112.2	0.0	0.0	0.0
210	3281.528	7625.4	0.0	0.0	0.0
211	3300.000	22476.4	0.0	0.0	0.0
212	3320.000	30404.6	0.0	0.0	0.0
213	3340.000	20985.3	0.0	0.0	0.0
214	3348.292	14590.1	0.0	0.0	0.0
215	3360.000	19243.3	0.0	0.0	0.0
216	3375.940	13260.7	0.0	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
217	3380.000	13318.7	0.0	0.0	0.0
218	3400.000	25209.2	0.0	0.0	0.0
219	3420.000	30839.9	0.0	0.0	0.0
220	3440.000	31372.2	0.0	0.0	0.0
221	3460.000	15373.7	0.0	0.0	0.0
222	3479.029	4428.3	0.0	0.0	0.0
223	3480.000	5727.7	0.0	0.0	0.0
224	3500.000	7037.7	0.0	0.0	0.0
225	3520.000				
226	3540.000	1524.5	282.6	0.0	0.0
227	3560.000	286.8	390.6	0.0	0.0
228	3565.291	135.7	381.7	0.0	0.0
229	3580.000	6.2	1092.2	0.0	0.0
230	3600.000	0.0	1085.6	0.0	0.0
231	3603.411	0.0	917.3	0.0	0.0
232	3620.000	75.5	1917.4	0.0	0.0
233	3640.000	429.5	2035.5	0.0	0.0
234	3660.000	1219.1	1516.9	0.0	0.0
235	3680.000	1162.2	714.0	0.0	0.0
236	3694.124	572.7	110.8	0.0	0.0
237	3700.000	744.0	200.8	0.0	0.0
238	3720.000	2087.5	0.5	0.0	0.0
239	3740.000	3087.5	57.6	0.0	0.0
240	3760.000	3458.3	0.0	0.0	0.0
241	3760.914	3932.2	0.0	0.0	0.0
242	3780.000	11835.5	0.0	0.0	0.0
243	3800.000	14599.8	0.0	0.0	0.0
244	3820.000	16324.8	0.0	0.0	0.0
245	3840.000	14841.5	0.0	0.0	0.0
246	3860.000	15394.7	0.0	0.0	0.0
247	3880.000	17381.1	0.0	0.0	0.0
248	3900.000	11242.6	0.0	0.0	0.0
249	3902.150	1255.1	0.0	0.0	0.0
250	3902.427	9224.7	0.0	0.0	0.0
251	3920.000	21188.9	0.0	0.0	0.0
252	3940.000	22845.5	0.0	0.0	0.0
253	3960.000	18290.3	0.0	0.0	0.0
254	3980.000	8823.0	0.0	0.0	0.0
255	4000.000	1623.9	2367.4	0.0	0.0
256	4020.000	0.0	3474.7	0.0	0.0
257	4025.366	0.0	2784.0	0.0	0.0
258	4040.000	0.0	4750.4	0.0	0.0
259	4060.000	0.2	3264.9	0.0	0.0
260	4080.000	0.0	3610.8	0.0	0.0
261	4100.000	0.0	4251.5	0.0	0.0
262	4103.965	0.0	4517.0	0.0	0.0
263	4120.000	0.0	12418.9	0.0	0.0
264	4140.000	0.0	16661.1	0.0	0.0
265	4154.498	0.0	11386.7	0.0	0.0
266	4160.000	0.0	15947.2	0.0	0.0
267	4180.000	0.0	26539.0	0.0	0.0
268	4200.000	0.0	24816.9	0.0	0.0
269	4215.147	0.0	14920.3	0.0	0.0
270	4220.000	0.0	18046.3	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
271	4240.000	0.0	17903.4	0.0	0.0
272	4260.000	0.0	3044.5	0.0	0.0
273	4280.000	0.0	1846.4	0.0	0.0
274	4290.126	0.0	39.6	0.0	0.0
		1027402	1159699	0	0

CUBATURES GEOLOGIQUES

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	409.7	0.0	0.0
2	20.000	200.5	0.0	0.0
3	40.000	0.0	0.0	0.0
4	60.000	0.0	0.0	0.0
5	80.000	0.0	0.0	0.0
6	100.000	18.8	0.0	0.0
7	120.000	7346.5	0.0	0.0
8	140.000	8323.5	0.0	0.0
9	143.270	7561.4	0.0	0.0
10	160.000	6399.0	0.0	0.0
11	175.173	443.4	0.0	0.0
12	180.000	203.3	0.0	0.0
13	200.000	591.8	0.0	0.0
14	220.000	0.4	0.0	0.0
15	240.000	2385.8	0.0	0.0
16	260.000	4362.7	0.0	0.0
17	280.000	4333.0	0.0	0.0
18	287.166	3553.4	0.0	0.0
19	300.000	3788.1	0.0	0.0
20	314.746	721.9	0.0	0.0
21	320.000	417.7	0.0	0.0
22	340.000	1.8	0.0	0.0
23	360.000	0.1	0.0	0.0
24	380.000	2278.3	0.0	0.0
25	400.000	7871.8	0.0	0.0
26	420.000	10119.9	0.0	0.0
27	440.000	5931.4	0.0	0.0
28	444.505	3779.0	0.0	0.0
29	460.000	2393.4	0.0	0.0
30	467.739	1643.5	0.0	0.0
31	480.000	2612.6	0.0	0.0
32	500.000	8392.8	0.0	0.0
33	520.000	17568.2	0.0	0.0
34	540.000	18718.7	0.0	0.0
35	560.000	18982.7	0.0	0.0
36	580.000	17155.1	0.0	0.0
37	586.437	11683.4	0.0	0.0
38	600.000	16233.6	0.0	0.0
39	620.000	11522.3	0.0	0.0
40	638.946	3670.6	0.0	0.0
41	640.000	4613.5	0.0	0.0
42	660.000	7170.4	0.0	0.0
43	680.000	7467.1	0.0	0.0
44	700.000	7786.6	0.0	0.0
45	720.000	3009.3	0.0	0.0
46	727.322	903.0	0.0	0.0
47	740.000	208.8	0.0	0.0
48	760.000	973.9	0.0	0.0
49	774.176	1266.3	0.0	0.0
50	780.000	2942.6	0.0	0.0
51	800.000	6950.3	0.0	0.0
52	820.000	8178.8	0.0	0.0
53	840.000	6637.9	0.0	0.0
54	851.854	5066.8	0.0	0.0

CUBATURES GEOLOGIQUES

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
55	860.000	6432.8	0.0	0.0
56	880.000	8766.5	0.0	0.0
57	900.000	6106.0	0.0	0.0
58	920.000	6980.4	0.0	0.0
59	928.882	3677.9	0.0	0.0
60	940.000	5357.3	0.0	0.0
61	960.000	9123.3	0.0	0.0
62	980.000	8043.1	0.0	0.0
63	1000.000	2878.0	0.0	0.0
64	1001.078	2480.4	0.0	0.0
65	1020.000	1958.3	0.0	0.0
66	1040.000	360.5	0.0	0.0
67	1055.495	0.0	0.0	0.0
68	1060.000	0.0	0.0	0.0
69	1080.000	0.0	0.0	0.0
70	1100.000	0.0	0.0	0.0
71	1120.000	0.0	0.0	0.0
72	1124.676	0.0	0.0	0.0
73	1140.000	0.0	0.0	0.0
74	1160.000	0.0	0.0	0.0
75	1180.000	0.0	0.0	0.0
76	1200.000	1525.7	0.0	0.0
77	1205.577	1698.9	0.0	0.0
78	1220.000	4360.2	0.0	0.0
79	1236.178	3750.2	0.0	0.0
80	1240.000	4839.2	0.0	0.0
81	1260.000	5060.5	0.0	0.0
82	1268.229	3020.3	0.0	0.0
83	1280.000	3889.4	0.0	0.0
84	1300.000	1862.8	0.0	0.0
85	1300.577	2202.2	0.0	0.0
86	1320.000	2213.4	0.0	0.0
87	1340.000	11337.9	0.0	0.0
88	1360.000	4583.2	0.0	0.0
89	1380.000	516.4	0.0	0.0
90	1385.460	273.8	0.0	0.0
91	1400.000	313.5	0.0	0.0
92	1420.000	0.0	0.0	0.0
93	1440.000	0.0	0.0	0.0
94	1460.000	0.0	0.0	0.0
95	1472.900	0.0	0.0	0.0
96	1480.000	0.0	0.0	0.0
97	1482.232	0.0	0.0	0.0
98	1500.000	0.0	0.0	0.0
99	1520.000	0.0	0.0	0.0
100	1540.000	0.0	0.0	0.0
101	1560.000	0.0	0.0	0.0
102	1563.084	0.0	0.0	0.0
103	1580.000	109.9	0.0	0.0
104	1600.000	1776.0	0.0	0.0
105	1620.000	9773.1	0.0	0.0
106	1640.000	13459.5	0.0	0.0
107	1660.000	6644.9	0.0	0.0
108	1663.435	5973.0	0.0	0.0

CUBATURES GEOLOGIQUES

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
109	1680.000	8555.9	0.0	0.0
110	1700.000	6675.7	0.0	0.0
111	1720.000	6843.2	0.0	0.0
112	1740.000	5030.7	0.0	0.0
113	1760.000	0.0	0.0	0.0
114	1771.435	0.0	0.0	0.0
115	1780.000	0.0	0.0	0.0
116	1800.000	0.0	0.0	0.0
117	1808.645	0.0	0.0	0.0
118	1820.000	114.9	0.0	0.0
119	1840.000	612.0	0.0	0.0
120	1860.000	125.2	0.0	0.0
121	1880.000	0.0	0.0	0.0
122	1900.000	0.0	0.0	0.0
123	1920.000	0.0	0.0	0.0
124	1940.000	0.0	0.0	0.0
125	1954.446	0.0	0.0	0.0
126	1960.000	0.0	0.0	0.0
127	1980.000	0.0	0.0	0.0
128	2000.000	0.0	0.0	0.0
129	2000.839	0.0	0.0	0.0
130	2020.000	0.0	0.0	0.0
131	2040.000	0.0	0.0	0.0
132	2060.000	1067.0	0.0	0.0
133	2080.000	208.2	0.0	0.0
134	2082.872	108.0	0.0	0.0
135	2100.000	0.0	0.0	0.0
136	2120.000	0.0	0.0	0.0
137	2140.000	0.0	0.0	0.0
138	2158.634	0.0	0.0	0.0
139	2160.000	0.0	0.0	0.0
140	2180.000	0.0	0.0	0.0
141	2200.000	0.0	0.0	0.0
142	2220.000	0.0	0.0	0.0
143	2234.016	0.0	0.0	0.0
144	2240.000	0.0	0.0	0.0
145	2260.000	0.0	0.0	0.0
146	2280.000	0.0	0.0	0.0
147	2281.645	0.0	0.0	0.0
148	2300.000	0.0	0.0	0.0
149	2320.000	0.0	0.0	0.0
150	2340.000	0.0	0.0	0.0
151	2360.000	0.0	0.0	0.0
152	2380.000	0.0	0.0	0.0
153	2400.000	0.0	0.0	0.0
154	2404.039	0.0	0.0	0.0
155	2420.000	0.0	0.0	0.0
156	2440.000	0.0	0.0	0.0
157	2444.400	0.0	0.0	0.0
158	2460.000	0.0	0.0	0.0
159	2480.000	0.0	0.0	0.0
160	2500.000	0.0	0.0	0.0
161	2520.000	0.0	0.0	0.0
162	2534.292	1693.7	0.0	0.0

CUBATURES GEOLOGIQUES

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
163	2540.000	2169.6	0.0	0.0
164	2560.000	2833.3	0.0	0.0
165	2580.000	2537.0	0.0	0.0
166	2599.429	1522.0	0.0	0.0
167	2600.000	1563.3	0.0	0.0
168	2620.000	5395.3	0.0	0.0
169	2640.000	0.0	0.0	0.0
170	2646.783	0.0	0.0	0.0
171	2660.000	0.0	0.0	0.0
172	2680.000	0.0	0.0	0.0
173	2700.000	0.0	0.0	0.0
174	2720.000	0.0	0.0	0.0
175	2740.000	0.0	0.0	0.0
176	2746.452	0.0	0.0	0.0
177	2760.000	0.0	0.0	0.0
178	2780.000	0.0	0.0	0.0
179	2800.000	0.0	0.0	0.0
180	2806.319	0.0	0.0	0.0
181	2820.000	897.3	0.0	0.0
182	2840.000	7927.5	0.0	0.0
183	2860.000	1274.9	0.0	0.0
184	2880.000	0.0	0.0	0.0
185	2893.037	0.0	0.0	0.0
186	2900.000	0.0	0.0	0.0
187	2920.000	0.0	0.0	0.0
188	2940.000	0.0	0.0	0.0
189	2960.000	0.0	0.0	0.0
190	2976.976	0.0	0.0	0.0
191	2980.000	0.0	0.0	0.0
192	3000.000	298.8	0.0	0.0
193	3020.000	3474.0	0.0	0.0
194	3035.208	3169.6	0.0	0.0
195	3040.000	5031.8	0.0	0.0
196	3060.000	10584.7	0.0	0.0
197	3080.000	12447.1	0.0	0.0
198	3100.000	9355.0	0.0	0.0
199	3111.741	5502.5	0.0	0.0
200	3120.000	7384.8	0.0	0.0
201	3140.000	7939.7	0.0	0.0
202	3160.000	655.9	0.0	0.0
203	3180.000	0.0	0.0	0.0
204	3200.000	0.0	0.0	0.0
205	3212.142	0.0	0.0	0.0
206	3220.000	0.0	0.0	0.0
207	3240.000	32.0	0.0	0.0
208	3260.000	5629.4	0.0	0.0
209	3280.000	7112.2	0.0	0.0
210	3281.528	7625.4	0.0	0.0
211	3300.000	22476.4	0.0	0.0
212	3320.000	30404.6	0.0	0.0
213	3340.000	20985.3	0.0	0.0
214	3348.292	14590.1	0.0	0.0
215	3360.000	19243.3	0.0	0.0
216	3375.940	13260.7	0.0	0.0

CUBATURES GEOLOGIQUES

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
217	3380.000	13318.7	0.0	0.0
218	3400.000	25209.2	0.0	0.0
219	3420.000	30839.9	0.0	0.0
220	3440.000	31372.2	0.0	0.0
221	3460.000	15373.7	0.0	0.0
222	3479.029	4428.3	0.0	0.0
223	3480.000	5727.7	0.0	0.0
224	3500.000	7037.7	0.0	0.0
225	3520.000			
226	3540.000	1524.5	0.0	0.0
227	3560.000	286.8	0.0	0.0
228	3565.291	135.7	0.0	0.0
229	3580.000	6.2	0.0	0.0
230	3600.000	0.0	0.0	0.0
231	3603.411	0.0	0.0	0.0
232	3620.000	75.5	0.0	0.0
233	3640.000	429.5	0.0	0.0
234	3660.000	1219.1	0.0	0.0
235	3680.000	1162.2	0.0	0.0
236	3694.124	572.7	0.0	0.0
237	3700.000	744.0	0.0	0.0
238	3720.000	2087.5	0.0	0.0
239	3740.000	3087.5	0.0	0.0
240	3760.000	3458.3	0.0	0.0
241	3760.914	3932.2	0.0	0.0
242	3780.000	11835.5	0.0	0.0
243	3800.000	14599.8	0.0	0.0
244	3820.000	16324.8	0.0	0.0
245	3840.000	14841.5	0.0	0.0
246	3860.000	15394.7	0.0	0.0
247	3880.000	17381.1	0.0	0.0
248	3900.000	11242.6	0.0	0.0
249	3902.150	1255.1	0.0	0.0
250	3902.427	9224.7	0.0	0.0
251	3920.000	21188.9	0.0	0.0
252	3940.000	22845.5	0.0	0.0
253	3960.000	18290.3	0.0	0.0
254	3980.000	8823.0	0.0	0.0
255	4000.000	1623.9	0.0	0.0
256	4020.000	0.0	0.0	0.0
257	4025.366	0.0	0.0	0.0
258	4040.000	0.0	0.0	0.0
259	4060.000	0.2	0.0	0.0
260	4080.000	0.0	0.0	0.0
261	4100.000	0.0	0.0	0.0
262	4103.965	0.0	0.0	0.0
263	4120.000	0.0	0.0	0.0
264	4140.000	0.0	0.0	0.0
265	4154.498	0.0	0.0	0.0
266	4160.000	0.0	0.0	0.0
267	4180.000	0.0	0.0	0.0
268	4200.000	0.0	0.0	0.0
269	4215.147	0.0	0.0	0.0
270	4220.000	0.0	0.0	0.0

CUBATURES GEOLOGIQUES

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
271	4240.000	0.0	0.0	0.0
272	4260.000	0.0	0.0	0.0
273	4280.000	0.0	0.0	0.0
274	4290.126	0.0	0.0	0.0
		1027402	0	0

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	215.777	215.777	3472.510	3799.790	347.406g	2.50	-2.5
2	20.000	216.369	216.274	3458.956	3785.084	347.406g	2.50	-2.5
3	40.000	220.920	216.771	3445.401	3770.377	347.406g	2.50	-2.5
4	60.000	225.270	217.268	3431.847	3755.671	347.406g	2.50	-2.5
5	80.000	224.585	217.764	3418.293	3740.964	347.406g	2.50	-2.5
6	100.000	218.992	218.261	3404.738	3726.258	347.406g	2.50	-2.5
7	120.000	207.083	218.758	3391.184	3711.551	347.406g	2.50	-2.5
8	140.000	201.951	219.254	3377.630	3696.845	347.406g	2.50	-2.5
9	143.270	201.480	219.336	3375.413	3694.440	347.406g	2.50	-2.5
10	160.000	206.008	219.751	3363.101	3683.142	358.057g	2.50	-2.5
11	175.173	216.716	220.128	3350.446	3674.797	367.716g	2.50	-2.5
12	180.000	218.826	220.248	3346.227	3672.453	367.716g	2.50	-2.5
13	200.000	218.275	220.745	3328.744	3662.740	367.716g	2.50	-2.5
14	220.000	221.876	221.241	3311.261	3653.026	367.716g	2.50	-2.5
15	240.000	218.617	221.738	3293.778	3643.313	367.716g	2.50	-2.5
16	260.000	216.421	222.235	3276.295	3633.600	367.716g	2.50	-2.5
17	280.000	215.068	222.731	3258.812	3623.887	367.716g	2.50	-2.5
18	287.166	214.893	222.909	3252.548	3620.407	367.716g	2.50	-2.5
19	300.000	217.265	223.228	3241.018	3614.785	374.525g	2.50	-2.5
20	314.746	220.912	223.594	3227.118	3609.888	382.348g	2.50	-2.5
21	320.000	221.984	223.725	3222.065	3608.450	382.348g	2.50	-2.5
22	340.000	225.274	224.221	3202.829	3602.975	382.348g	2.50	-2.5
23	360.000	225.224	224.718	3183.593	3597.500	382.348g	2.50	-2.5
24	380.000	219.603	225.215	3164.357	3592.026	382.348g	2.50	-2.5
25	400.000	211.916	225.712	3145.121	3586.551	382.348g	2.50	-2.5
26	420.000	210.000	226.208	3125.885	3581.076	382.348g	2.50	-2.5
27	440.000	213.300	226.705	3106.649	3575.601	382.348g	2.50	-2.5
28	444.505	216.455	226.817	3102.316	3574.368	382.348g	2.50	-2.5
29	460.000	220.000	227.202	3087.850	3568.867	371.387g	2.50	-2.5
30	467.739	220.000	227.394	3081.033	3565.210	365.913g	2.50	-2.5
31	480.000	220.000	227.698	3070.488	3558.954	365.913g	2.50	-2.5
32	500.000	216.106	228.195	3053.287	3548.750	365.913g	2.50	-2.5
33	520.000	210.000	228.692	3036.086	3538.545	365.913g	2.50	-2.5
34	540.000	207.726	229.189	3018.885	3528.341	365.913g	2.50	-2.5
35	560.000	208.928	229.685	3001.684	3518.137	365.913g	2.50	-2.5
36	580.000	202.945	230.182	2984.483	3507.932	365.913g	2.50	-2.5
37	586.437	203.565	230.342	2978.947	3504.648	365.913g	2.50	-2.5
38	600.000	207.526	230.679	2967.923	3496.775	355.120g	2.50	-2.5
39	620.000	214.768	231.175	2954.461	3482.055	339.204g	2.50	-2.5
40	638.946	218.897	231.646	2945.442	3465.443	324.127g	2.50	-2.5
41	640.000	219.034	231.672	2945.052	3464.464	324.127g	2.50	-2.5
42	660.000	222.514	232.169	2937.652	3445.883	324.127g	2.50	-2.5
43	680.000	224.386	232.561	2930.252	3427.303	324.127g	2.50	-2.5
44	700.000	228.588	232.754	2922.853	3408.722	324.127g	2.50	-2.5
45	720.000	233.853	232.747	2915.453	3390.141	324.127g	2.50	-2.5
46	727.322	235.167	232.694	2912.744	3383.339	324.127g	2.50	-2.5
47	740.000	235.604	232.540	2909.004	3371.239	314.039g	2.50	-2.5
48	760.000	235.196	232.132	2907.102	3351.382	298.123g	2.50	-2.5
49	774.176	232.818	231.722	2908.770	3337.323	286.842g	2.50	-2.5
50	780.000	231.422	231.525	2909.965	3331.623	286.842g	2.50	-2.5
51	800.000	224.133	230.718	2914.069	3312.048	286.842g	2.50	-2.5
52	820.000	218.230	229.710	2918.173	3292.474	286.842g	2.50	-2.5
53	840.000	215.186	228.504	2922.278	3272.900	286.842g	2.50	-2.5
54	851.854	213.078	227.743	2924.710	3261.298	286.842g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
55	860.000	213.013	227.221	2925.879	3253.241	294.820g	2.50	-2.5
56	880.000	214.320	225.937	2924.436	3233.373	314.409g	2.50	-2.5
57	900.000	215.525	224.653	2917.043	3214.874	333.997g	2.50	-2.5
58	920.000	214.709	223.369	2904.395	3199.483	353.585g	2.50	-2.5
59	928.882	214.479	222.799	2897.388	3194.036	362.285g	2.50	-2.5
60	940.000	214.176	222.085	2888.165	3187.828	362.285g	2.50	-2.5
61	960.000	212.755	220.801	2871.573	3176.660	362.285g	2.50	-2.5
62	980.000	209.505	219.517	2854.982	3165.493	362.285g	2.50	-2.5
63	1000.000	207.705	218.233	2838.390	3154.325	362.285g	2.50	-2.5
64	1001.078	207.783	218.164	2837.496	3153.723	362.285g	2.50	-2.5
65	1020.000	210.000	216.949	2823.020	3141.591	348.900g	2.50	-2.5
66	1040.000	214.868	215.665	2810.830	3125.787	334.753g	2.50	-2.5
67	1055.495	224.589	214.671	2803.962	3111.919	323.792g	2.50	-2.5
68	1060.000	227.554	214.383	2802.318	3107.725	323.792g	2.50	-2.5
69	1080.000	237.461	213.218	2795.016	3089.105	323.792g	2.50	-2.5
70	1100.000	238.636	212.243	2787.714	3070.486	323.792g	2.50	-2.5
71	1120.000	236.544	211.459	2780.412	3051.866	323.792g	2.50	-2.5
72	1124.676	235.924	211.303	2778.705	3047.513	323.792g	2.50	-2.5
73	1140.000	230.897	210.865	2774.836	3032.722	308.784g	2.50	-2.5
74	1160.000	220.231	210.461	2775.152	3012.804	289.196g	2.50	-2.5
75	1180.000	212.925	210.249	2781.486	2993.916	269.608g	2.50	-2.5
76	1200.000	205.304	210.226	2793.242	2977.834	250.019g	2.50	-2.5
77	1205.577	203.633	210.254	2797.349	2974.063	244.557g	2.50	-2.5
78	1220.000	200.419	210.394	2808.381	2964.773	244.557g	2.50	-2.5
79	1236.178	199.973	210.669	2820.756	2954.352	244.557g	2.50	-2.5
80	1240.000	200.563	210.753	2823.632	2951.835	246.990g	2.50	-2.5
81	1260.000	204.144	211.302	2836.987	2936.992	259.722g	2.50	-2.5
82	1268.229	205.932	211.583	2841.574	2930.163	264.961g	2.50	-2.5
83	1280.000	208.006	212.041	2847.731	2920.130	264.961g	2.50	-2.5
84	1300.000	211.308	212.971	2858.191	2903.084	264.961g	2.50	-2.5
85	1300.577	211.393	213.001	2858.493	2902.592	264.961g	2.50	-2.5
86	1320.000	211.405	214.085	2866.239	2884.849	282.625g	2.50	-2.5
87	1340.000	204.825	215.252	2868.825	2865.085	300.814g	2.50	-2.5
88	1360.000	206.591	216.419	2865.735	2845.394	319.004g	2.50	-2.5
89	1380.000	214.527	217.586	2857.220	2827.372	337.193g	2.50	-2.5
90	1385.460	215.971	217.904	2854.035	2822.940	342.158g	2.50	-2.5
91	1400.000	217.004	218.752	2845.094	2811.473	342.158g	2.50	-2.5
92	1420.000	220.000	219.919	2832.797	2795.700	342.158g	2.50	-2.5
93	1440.000	227.399	221.086	2820.499	2779.928	342.158g	2.50	-2.5
94	1460.000	230.586	222.253	2808.202	2764.155	342.158g	2.50	-2.5
95	1472.900	233.269	223.005	2800.271	2753.982	342.158g	2.50	-2.5
96	1480.000	233.436	223.419	2796.073	2748.256	338.391g	2.50	-2.5
97	1482.232	233.423	223.549	2794.824	2746.406	337.207g	2.50	-2.5
98	1500.000	231.076	224.586	2785.021	2731.588	337.207g	2.50	-2.5
99	1520.000	229.510	225.752	2773.986	2714.907	337.207g	2.50	-2.5
100	1540.000	229.580	226.866	2762.952	2698.227	337.207g	2.50	-2.5
101	1560.000	230.052	227.892	2751.917	2681.546	337.207g	2.50	-2.5
102	1563.084	230.085	228.042	2750.215	2678.974	337.207g	2.50	-2.5
103	1580.000	229.226	228.828	2742.669	2663.881	321.823g	2.50	-2.5
104	1600.000	225.421	229.675	2738.710	2644.346	303.634g	2.50	-2.5
105	1620.000	213.744	230.434	2740.418	2624.487	285.445g	2.50	-2.5
106	1640.000	210.409	231.110	2747.654	2605.915	267.255g	2.50	-2.5
107	1660.000	215.504	231.771	2759.830	2590.134	249.066g	2.50	-2.5
108	1663.435	216.226	231.884	2762.353	2587.803	245.942g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
109	1680.000	219.689	232.431	2774.788	2576.860	245.942g	2.50	-2.5
110	1700.000	223.137	233.091	2789.802	2563.647	245.942g	2.50	-2.5
111	1720.000	225.331	233.751	2804.816	2550.434	245.942g	2.50	-2.5
112	1740.000	230.877	234.411	2819.831	2537.222	245.942g	2.50	-2.5
113	1760.000	237.026	235.071	2834.845	2524.009	245.942g	2.50	-2.5
114	1771.435	238.360	235.449	2843.429	2516.455	245.942g	2.50	-2.5
115	1780.000	239.513	235.731	2849.609	2510.528	251.394g	2.50	-2.5
116	1800.000	238.454	236.391	2861.906	2494.798	264.127g	2.50	-2.5
117	1808.645	237.314	236.677	2866.203	2487.299	269.631g	2.50	-2.5
118	1820.000	235.926	237.052	2871.416	2477.212	269.631g	2.50	-2.5
119	1840.000	235.000	237.712	2880.599	2459.445	269.631g	2.50	-2.5
120	1860.000	238.158	238.372	2889.782	2441.677	269.631g	2.50	-2.5
121	1880.000	241.797	239.032	2898.965	2423.910	269.631g	2.50	-2.5
122	1900.000	245.072	239.692	2908.148	2406.143	269.631g	2.50	-2.5
123	1920.000	248.276	240.352	2917.331	2388.376	269.631g	2.50	-2.5
124	1940.000	252.738	241.012	2926.514	2370.609	269.631g	2.50	-2.5
125	1954.446	255.411	241.489	2933.147	2357.776	269.631g	2.50	-2.5
126	1960.000	256.390	241.672	2935.543	2352.766	273.560g	2.50	-2.5
127	1980.000	260.432	242.333	2941.522	2333.724	287.707g	2.50	-2.5
128	2000.000	260.494	242.974	2943.157	2313.832	301.854g	2.50	-2.5
129	2000.839	260.441	242.998	2943.128	2312.993	302.447g	2.50	-2.5
130	2020.000	253.546	243.413	2942.392	2293.846	302.447g	2.50	-2.5
131	2040.000	246.133	243.603	2941.623	2273.861	302.447g	2.50	-2.5
132	2060.000	240.000	243.542	2940.854	2253.876	302.447g	2.50	-2.5
133	2080.000	242.665	243.231	2940.086	2233.891	302.447g	2.50	-2.5
134	2082.872	243.180	243.166	2939.975	2231.021	302.447g	2.50	-2.5
135	2100.000	246.414	242.670	2941.147	2213.966	288.817g	2.50	-2.5
136	2120.000	247.526	241.859	2947.055	2194.913	272.902g	2.50	-2.5
137	2140.000	254.506	240.798	2957.493	2177.913	256.986g	2.50	-2.5
138	2158.634	260.775	239.585	2970.727	2164.856	242.158g	2.50	-2.5
139	2160.000	260.709	239.487	2971.805	2164.016	242.158g	2.50	-2.5
140	2180.000	259.631	237.926	2987.577	2151.718	242.158g	2.50	-2.5
141	2200.000	257.533	236.116	3003.350	2139.421	242.158g	2.50	-2.5
142	2220.000	254.114	234.055	3019.122	2127.124	242.158g	2.50	-2.5
143	2234.016	250.961	232.462	3030.176	2118.506	242.158g	2.50	-2.5
144	2240.000	250.532	231.745	3034.782	2114.688	245.968g	2.50	-2.5
145	2260.000	242.419	229.329	3048.374	2100.061	258.700g	2.50	-2.5
146	2280.000	242.291	226.913	3058.789	2083.026	271.432g	2.50	-2.5
147	2281.645	242.328	226.715	3059.490	2081.538	272.480g	2.50	-2.5
148	2300.000	241.908	224.498	3067.180	2064.871	272.480g	2.50	-2.5
149	2320.000	239.826	222.082	3075.559	2046.711	272.480g	2.50	-2.5
150	2340.000	237.422	219.667	3083.938	2028.551	272.480g	2.50	-2.5
151	2360.000	237.236	217.251	3092.317	2010.391	272.480g	2.50	-2.5
152	2380.000	239.845	214.835	3100.696	1992.230	272.480g	2.50	-2.5
153	2400.000	241.289	212.450	3109.075	1974.070	272.480g	2.50	-2.5
154	2404.039	241.531	211.993	3110.767	1970.402	272.480g	2.50	-2.5
155	2420.000	246.995	210.294	3116.548	1955.536	280.296g	2.50	-2.5
156	2440.000	250.228	208.405	3121.154	1936.094	290.090g	2.50	-2.5
157	2444.400	250.727	208.025	3121.762	1931.737	292.245g	2.50	-2.5
158	2460.000	245.002	206.782	3123.658	1916.252	292.245g	2.50	-2.5
159	2480.000	237.454	205.426	3126.088	1896.401	292.245g	2.50	-2.5
160	2500.000	225.830	204.337	3128.519	1876.549	292.245g	2.50	-2.5
161	2520.000	210.787	203.514	3130.949	1856.697	292.245g	2.50	-2.5
162	2534.292	193.575	203.090	3132.686	1842.511	292.245g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
163	2540.000	191.985	202.959	3133.218	1836.828	295.879g	2.50	-2.5
164	2560.000	196.494	202.669	3132.514	1816.874	308.611g	2.50	-2.5
165	2580.000	198.305	202.647	3127.860	1797.458	321.343g	2.50	-2.5
166	2599.429	190.137	202.880	3119.730	1779.844	333.712g	2.50	-2.5
167	2600.000	190.226	202.891	3119.442	1779.352	333.712g	2.50	-2.5
168	2620.000	193.187	203.402	3109.339	1762.091	333.712g	2.50	-2.5
169	2640.000	211.669	204.179	3099.236	1744.830	333.712g	2.50	-2.5
170	2646.783	214.264	204.503	3095.810	1738.976	333.712g	2.50	-2.5
171	2660.000	218.557	205.223	3090.104	1727.071	323.195g	2.50	-2.5
172	2680.000	229.320	206.513	3085.375	1707.692	307.279g	2.50	-2.5
173	2700.000	239.657	207.852	3085.587	1687.745	291.364g	2.50	-2.5
174	2720.000	248.269	209.191	3090.728	1668.471	275.449g	2.50	-2.5
175	2740.000	250.000	210.530	3100.477	1651.068	259.533g	2.50	-2.5
176	2746.452	250.000	210.962	3104.513	1646.036	254.399g	2.50	-2.5
177	2760.000	241.496	211.869	3113.409	1635.818	254.399g	2.50	-2.5
178	2780.000	232.344	213.207	3126.541	1620.733	254.399g	2.50	-2.5
179	2800.000	223.491	214.546	3139.673	1605.648	254.399g	2.50	-2.5
180	2806.319	220.384	214.969	3143.822	1600.882	254.399g	2.50	-2.5
181	2820.000	213.461	215.885	3151.988	1589.922	264.076g	2.50	-2.5
182	2840.000	210.142	217.224	3160.726	1571.978	278.223g	2.50	-2.5
183	2860.000	215.547	218.563	3165.295	1552.549	292.370g	2.50	-2.5
184	2880.000	222.589	219.901	3165.470	1532.591	306.517g	2.50	-2.5
185	2893.037	224.663	220.774	3163.205	1519.764	315.739g	2.50	-2.5
186	2900.000	225.707	221.240	3161.501	1513.012	315.739g	2.50	-2.5
187	2920.000	227.002	222.579	3156.606	1493.620	315.739g	2.50	-2.5
188	2940.000	230.827	223.918	3151.712	1474.228	315.739g	2.50	-2.5
189	2960.000	235.104	225.257	3146.818	1454.837	315.739g	2.50	-2.5
190	2976.976	234.780	226.393	3142.663	1438.376	315.739g	2.50	-2.5
191	2980.000	233.964	226.595	3141.968	1435.434	313.814g	2.50	-2.5
192	3000.000	227.782	227.934	3139.637	1415.604	301.081g	2.50	-2.5
193	3020.000	224.041	229.273	3141.293	1395.706	288.349g	2.50	-2.5
194	3035.208	221.193	230.291	3145.185	1381.019	278.667g	2.50	-2.5
195	3040.000	220.605	230.612	3146.761	1376.494	278.667g	2.50	-2.5
196	3060.000	218.596	231.915	3153.338	1357.606	278.667g	2.50	-2.5
197	3080.000	218.525	232.982	3159.915	1338.719	278.667g	2.50	-2.5
198	3100.000	220.227	233.782	3166.493	1319.831	278.667g	2.50	-2.5
199	3111.741	220.697	234.128	3170.354	1308.743	278.667g	2.50	-2.5
200	3120.000	221.381	234.316	3172.525	1300.782	287.430g	2.50	-2.5
201	3140.000	225.831	234.583	3173.138	1280.883	308.651g	2.50	-2.5
202	3160.000	234.333	234.584	3167.206	1261.880	329.872g	2.50	-2.5
203	3180.000	239.199	234.317	3155.383	1245.864	351.092g	2.50	-2.5
204	3200.000	243.326	233.784	3138.971	1234.597	372.313g	2.50	-2.5
205	3212.142	241.141	233.331	3127.518	1230.627	385.196g	2.50	-2.5
206	3220.000	239.581	232.985	3119.872	1228.816	385.196g	2.50	-2.5
207	3240.000	234.543	231.919	3100.410	1224.207	385.196g	2.50	-2.5
208	3260.000	223.482	230.586	3080.948	1219.598	385.196g	2.50	-2.5
209	3280.000	213.009	228.986	3061.487	1214.988	385.196g	2.50	-2.5
210	3281.528	212.234	228.853	3060.000	1214.636	385.196g	2.50	-2.5
211	3300.000	202.057	227.120	3041.715	1212.247	398.262g	2.50	-2.5
212	3320.000	193.089	224.987	3021.827	1213.918	12.409g	2.50	-2.5
213	3340.000	187.108	222.587	3002.795	1219.931	26.556g	2.50	-2.5
214	3348.292	186.317	221.514	2995.380	1223.635	32.421g	2.50	-2.5
215	3360.000	185.175	219.939	2985.157	1229.343	32.421g	2.50	-2.5
216	3375.940	187.989	217.785	2971.240	1237.115	32.421g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
217	3380.000	188.126	217.237	2967.636	1238.982	28.445g	2.50	-2.5
218	3400.000	180.209	214.534	2948.563	1244.735	8.857g	2.50	-2.5
219	3420.000	172.604	211.832	2928.644	1244.442	389.269g	2.50	-2.5
220	3440.000	175.384	209.130	2909.750	1238.130	369.680g	2.50	-2.5
221	3460.000	184.683	206.428	2893.654	1226.392	350.092g	2.50	-2.5
222	3479.029	190.783	203.856	2882.323	1211.188	331.455g	2.50	-2.5
223	3480.000	191.000	203.725	2881.863	1210.333	331.455g	2.50	-2.5
224	3500.000	195.467	201.023	2872.378	1192.725	331.455g	2.50	-2.5
225	3520.000	196.201	198.321	2862.894	1175.117	331.455g	2.50	-2.5
226	3540.000	194.565	195.619	2853.409	1157.509	331.455g	2.50	-2.5
227	3560.000	193.384	192.916	2843.925	1139.901	331.455g	2.50	-2.5
228	3565.291	193.112	192.201	2841.415	1135.243	331.455g	2.50	-2.5
229	3580.000	192.481	190.218	2835.250	1121.899	323.651g	2.50	-2.5
230	3600.000	190.810	187.683	2829.573	1102.746	313.041g	2.50	-2.5
231	3603.411	190.478	187.276	2828.926	1099.397	311.232g	2.50	-2.5
232	3620.000	188.558	185.398	2826.015	1083.065	311.232g	2.50	-2.5
233	3640.000	185.302	183.364	2822.505	1063.376	311.232g	2.50	-2.5
234	3660.000	181.055	181.579	2818.994	1043.686	311.232g	2.50	-2.5
235	3680.000	178.032	180.044	2815.484	1023.996	311.232g	2.50	-2.5
236	3694.124	177.214	179.111	2813.005	1010.091	311.232g	2.50	-2.5
237	3700.000	176.981	178.760	2812.153	1004.279	307.294g	2.50	-2.5
238	3720.000	173.964	177.725	2811.968	984.316	293.892g	2.50	-2.5
239	3740.000	171.236	176.940	2815.957	964.756	280.489g	2.50	-2.5
240	3760.000	165.645	176.406	2823.947	946.461	267.087g	2.50	-2.5
241	3760.914	165.229	176.387	2824.402	945.669	266.474g	2.50	-2.5
242	3780.000	157.236	176.121	2833.995	929.169	266.474g	2.50	-2.5
243	3800.000	149.548	176.086	2844.048	911.879	266.474g	2.50	-2.5
244	3820.000	145.941	176.302	2854.100	894.589	266.474g	2.50	-2.5
245	3840.000	146.529	176.767	2864.153	877.299	266.474g	2.50	-2.5
246	3860.000	147.844	177.373	2874.205	860.009	266.474g	2.50	-2.5
247	3880.000	148.006	177.980	2884.257	842.718	266.474g	2.50	-2.5
248	3900.000	147.008	178.587	2894.310	825.428	266.474g	2.50	-2.5
249	3902.150	146.906	178.653	2895.391	823.569	266.474g	2.50	-2.5
250	3902.427	146.893	178.661	2895.529	823.330	266.609g	2.50	-2.5
251	3920.000	147.377	179.194	2904.330	808.119	266.609g	2.50	-2.5
252	3940.000	149.852	179.725	2914.345	790.808	266.609g	2.50	-2.5
253	3960.000	158.290	179.582	2924.361	773.496	266.609g	2.50	-2.5
254	3980.000	171.074	178.639	2934.377	756.185	266.609g	2.50	-2.5
255	4000.000	180.677	176.895	2944.392	738.873	266.609g	2.50	-2.5
256	4020.000	182.774	174.352	2954.408	721.562	266.609g	2.50	-2.5
257	4025.366	182.383	173.534	2957.095	716.918	266.609g	2.50	-2.5
258	4040.000	180.569	171.009	2963.364	703.712	276.961g	2.50	-2.5
259	4060.000	169.637	166.866	2968.317	684.377	291.108g	2.50	-2.5
260	4080.000	166.576	161.923	2968.887	664.427	305.255g	2.50	-2.5
261	4100.000	167.240	156.249	2965.046	644.841	319.402g	2.50	-2.5
262	4103.965	167.728	155.097	2963.773	641.086	322.207g	2.50	-2.5
263	4120.000	167.010	150.439	2958.293	626.017	322.207g	2.50	-2.5
264	4140.000	164.797	144.628	2951.457	607.221	322.207g	2.50	-2.5
265	4154.498	163.036	140.416	2946.502	593.597	322.207g	2.50	-2.5
266	4160.000	162.032	138.817	2944.800	588.365	317.828g	2.50	-2.5
267	4180.000	158.474	133.007	2941.720	568.656	301.913g	2.50	-2.5
268	4200.000	153.952	127.196	2943.611	548.798	285.997g	2.50	-2.5
269	4215.147	150.655	122.796	2948.291	534.416	273.944g	2.50	-2.5
270	4220.000	149.134	121.386	2950.223	529.964	273.944g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
271	4240.000	138.036	115.575	2958.182	511.616	273.944g	2.50	-2.5
272	4260.000	118.225	109.764	2966.141	493.268	273.944g	2.50	-2.5
273	4280.000	109.490	103.954	2974.100	474.920	273.944g	2.50	-2.5
274	4290.126	101.012	101.012	2978.130	465.630	273.944g	2.50	-2.5

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
1	0.000	34.7	14.0	7.0	0.0	0.0
2	20.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
3	40.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
4	60.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
5	80.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
6	100.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
7	120.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
8	140.000	44.5	16.3	8.1	0.0	0.0
9	143.270	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
10	160.000	61.1	22.3	11.2	0.0	0.0
11	175.173	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
12	180.000	47.5	17.4	8.7	0.0	0.0
13	200.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
14	220.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
15	240.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
16	260.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
17	280.000	52.0	19.0	9.5	0.0	0.0
18	287.166	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
19	300.000	52.8	19.3	9.7	0.0	0.0
20	314.746	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
21	320.000	44.3	17.7	8.8	0.0	0.0
22	340.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
23	360.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
24	380.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
25	400.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
26	420.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
27	440.000	46.8	17.2	8.6	0.0	0.0
28	444.505	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
29	460.000	44.5	16.3	8.1	0.0	0.0
30	467.739	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
31	480.000	61.7	22.6	11.3	0.0	0.0
32	500.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
33	520.000	75.9	28.0	14.0	0.0	0.0
34	540.000	75.4	28.0	14.0	0.0	0.0
35	560.000	75.4	28.0	14.0	0.0	0.0
36	580.000	50.0	18.5	9.3	0.0	0.0
37	586.437	37.9	14.0	7.0	0.0	0.0
38	600.000	63.6	23.5	11.7	0.0	0.0
39	620.000	73.7	27.3	13.6	0.0	0.0
40	638.946	37.8	14.0	7.0	0.0	0.0
41	640.000	39.8	14.7	7.4	0.0	0.0
42	660.000	75.7	28.0	14.0	0.0	0.0
43	680.000	75.6	28.0	14.0	0.0	0.0
44	700.000	69.3	28.0	14.0	0.0	0.0
45	720.000	47.4	19.1	9.6	0.0	0.0
46	727.322	34.6	14.0	7.0	0.0	0.0
47	740.000	52.1	22.9	11.4	0.0	0.0
48	760.000	59.1	23.9	12.0	0.0	0.0
49	774.176	34.7	14.0	7.0	0.0	0.0
50	780.000	45.0	18.1	9.0	0.0	0.0
51	800.000	71.9	28.0	14.0	0.0	0.0
52	820.000	75.8	28.0	14.0	0.0	0.0
53	840.000	59.9	22.3	11.1	0.0	0.0
54	851.854	37.5	14.0	7.0	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
55	860.000	52.6	19.7	9.9	0.0	0.0
56	880.000	75.4	28.0	14.0	0.0	0.0
57	900.000	75.9	28.0	14.0	0.0	0.0
58	920.000	55.0	20.2	10.1	0.0	0.0
59	928.882	38.1	14.0	7.0	0.0	0.0
60	940.000	59.4	21.8	10.9	0.0	0.0
61	960.000	76.5	28.0	14.0	0.0	0.0
62	980.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
63	1000.000	40.3	14.8	7.4	0.0	0.0
64	1001.078	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
65	1020.000	74.5	27.2	13.6	0.0	0.0
66	1040.000	61.9	24.8	12.4	0.0	0.0
67	1055.495	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
68	1060.000	39.1	17.2	8.6	0.0	0.0
69	1080.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
70	1100.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
71	1120.000	39.4	17.3	8.6	0.0	0.0
72	1124.676	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
73	1140.000	56.3	24.7	12.4	0.0	0.0
74	1160.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
75	1180.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
76	1200.000	49.0	17.9	9.0	0.0	0.0
77	1205.577	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
78	1220.000	58.6	21.4	10.7	0.0	0.0
79	1236.178	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
80	1240.000	45.6	16.7	8.3	0.0	0.0
81	1260.000	54.0	19.8	9.9	0.0	0.0
82	1268.229	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
83	1280.000	55.7	22.2	11.1	0.0	0.0
84	1300.000	36.1	14.4	7.2	0.0	0.0
85	1300.577	35.3	14.0	7.0	0.0	0.0
86	1320.000	69.6	27.6	13.8	0.0	0.0
87	1340.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
88	1360.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
89	1380.000	48.7	17.8	8.9	0.0	0.0
90	1385.460	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
91	1400.000	66.1	24.2	12.1	0.0	0.0
92	1420.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
93	1440.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
94	1460.000	52.5	23.0	11.5	0.0	0.0
95	1472.900	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
96	1480.000	14.9	6.5	3.3	0.0	0.0
97	1482.232	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
98	1500.000	60.2	26.4	13.2	0.0	0.0
99	1520.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
100	1540.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
101	1560.000	36.8	16.2	8.1	0.0	0.0
102	1563.084	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
103	1580.000	64.3	25.8	12.9	0.0	0.0
104	1600.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
105	1620.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
106	1640.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
107	1660.000	44.9	16.4	8.2	0.0	0.0
108	1663.435	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
109	1680.000	69.8	25.6	12.8	0.0	0.0
110	1700.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
111	1720.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
112	1740.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
113	1760.000	50.1	22.0	11.0	0.0	0.0
114	1771.435	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
115	1780.000	45.6	20.0	10.0	0.0	0.0
116	1800.000	45.7	20.1	10.0	0.0	0.0
117	1808.645	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
118	1820.000	60.0	21.9	11.0	0.0	0.0
119	1840.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
120	1860.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
121	1880.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
122	1900.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
123	1920.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
124	1940.000	54.9	24.1	12.1	0.0	0.0
125	1954.446	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
126	1960.000	40.8	17.9	8.9	0.0	0.0
127	1980.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
128	2000.000	33.2	14.6	7.3	0.0	0.0
129	2000.839	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
130	2020.000	62.5	27.4	13.7	0.0	0.0
131	2040.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
132	2060.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
133	2080.000	40.1	16.0	8.0	0.0	0.0
134	2082.872	34.9	14.0	7.0	0.0	0.0
135	2100.000	59.2	26.0	13.0	0.0	0.0
136	2120.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
137	2140.000	61.6	27.0	13.5	0.0	0.0
138	2158.634	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
139	2160.000	34.1	15.0	7.5	0.0	0.0
140	2180.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
141	2200.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
142	2220.000	54.2	23.8	11.9	0.0	0.0
143	2234.016	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
144	2240.000	41.4	18.2	9.1	0.0	0.0
145	2260.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
146	2280.000	34.5	15.2	7.6	0.0	0.0
147	2281.645	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
148	2300.000	61.2	26.8	13.4	0.0	0.0
149	2320.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
150	2340.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
151	2360.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
152	2380.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
153	2400.000	38.3	16.8	8.4	0.0	0.0
154	2404.039	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
155	2420.000	57.3	25.2	12.6	0.0	0.0
156	2440.000	38.9	17.1	8.5	0.0	0.0
157	2444.400	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
158	2460.000	56.8	24.9	12.5	0.0	0.0
159	2480.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
160	2500.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
161	2520.000	54.7	24.0	12.0	0.0	0.0
162	2534.292	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
163	2540.000	49.2	18.0	9.0	0.0	0.0
164	2560.000	70.5	28.0	14.0	0.0	0.0
165	2580.000	69.5	27.6	13.8	0.0	0.0
166	2599.429	38.3	14.0	7.0	0.0	0.0
167	2600.000	39.4	14.4	7.2	0.0	0.0
168	2620.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
169	2640.000	42.7	18.7	9.4	0.0	0.0
170	2646.783	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
171	2660.000	53.0	23.3	11.6	0.0	0.0
172	2680.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
173	2700.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
174	2720.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
175	2740.000	42.2	18.5	9.3	0.0	0.0
176	2746.452	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
177	2760.000	53.5	23.5	11.7	0.0	0.0
178	2780.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
179	2800.000	42.0	18.4	9.2	0.0	0.0
180	2806.319	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
181	2820.000	62.0	23.6	11.8	0.0	0.0
182	2840.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
183	2860.000	76.6	28.0	14.0	0.0	0.0
184	2880.000	52.7	23.1	11.6	0.0	0.0
185	2893.037	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
186	2900.000	43.0	18.9	9.4	0.0	0.0
187	2920.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
188	2940.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
189	2960.000	59.0	25.9	12.9	0.0	0.0
190	2976.976	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
191	2980.000	36.7	16.1	8.1	0.0	0.0
192	3000.000	69.8	28.0	14.0	0.0	0.0
193	3020.000	67.1	24.6	12.3	0.0	0.0
194	3035.208	38.0	14.0	7.0	0.0	0.0
195	3040.000	47.1	17.4	8.7	0.0	0.0
196	3060.000	75.8	28.0	14.0	0.0	0.0
197	3080.000	75.6	28.0	14.0	0.0	0.0
198	3100.000	59.9	22.2	11.1	0.0	0.0
199	3111.741	37.7	14.0	7.0	0.0	0.0
200	3120.000	53.3	19.8	9.9	0.0	0.0
201	3140.000	75.8	28.0	14.0	0.0	0.0
202	3160.000	70.7	28.0	14.0	0.0	0.0
203	3180.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
204	3200.000	51.3	22.5	11.2	0.0	0.0
205	3212.142	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
206	3220.000	44.4	19.5	9.8	0.0	0.0
207	3240.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
208	3260.000	76.0	28.0	14.0	0.0	0.0
209	3280.000	40.8	15.1	7.5	0.0	0.0
210	3281.528	37.9	14.0	7.0	0.0	0.0
211	3300.000	72.5	26.9	13.5	0.0	0.0
212	3320.000	75.0	28.0	14.0	0.0	0.0
213	3340.000	52.7	19.8	9.9	0.0	0.0
214	3348.292	37.3	14.0	7.0	0.0	0.0
215	3360.000	51.6	19.4	9.7	0.0	0.0
216	3375.940	37.5	14.0	7.0	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
217	3380.000	45.2	16.8	8.4	0.0	0.0
218	3400.000	75.2	28.0	14.0	0.0	0.0
219	3420.000	75.4	28.0	14.0	0.0	0.0
220	3440.000	75.5	28.0	14.0	0.0	0.0
221	3460.000	73.2	27.3	13.7	0.0	0.0
222	3479.029	37.2	14.0	7.0	0.0	0.0
223	3480.000	39.1	14.7	7.3	0.0	0.0
224	3500.000	74.9	28.0	14.0	0.0	0.0
225	3520.000					
226	3540.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
227	3560.000	44.4	17.7	8.9	0.0	0.0
228	3565.291	35.0	14.0	7.0	0.0	0.0
229	3580.000	60.7	24.3	12.1	0.0	0.0
230	3600.000	37.3	16.4	8.2	0.0	0.0
231	3603.411	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
232	3620.000	64.2	25.6	12.8	0.0	0.0
233	3640.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
234	3660.000	70.2	28.0	14.0	0.0	0.0
235	3680.000	59.5	23.9	11.9	0.0	0.0
236	3694.124	34.7	14.0	7.0	0.0	0.0
237	3700.000	44.8	18.1	9.1	0.0	0.0
238	3720.000	73.5	28.0	14.0	0.0	0.0
239	3740.000	75.7	28.0	14.0	0.0	0.0
240	3760.000	39.5	14.6	7.3	0.0	0.0
241	3760.914	37.7	14.0	7.0	0.0	0.0
242	3780.000	73.1	27.4	13.7	0.0	0.0
243	3800.000	74.1	28.0	14.0	0.0	0.0
244	3820.000	73.9	28.0	14.0	0.0	0.0
245	3840.000	73.8	28.0	14.0	0.0	0.0
246	3860.000	73.9	28.0	14.0	0.0	0.0
247	3880.000	74.1	28.0	14.0	0.0	0.0
248	3900.000	41.2	15.5	7.8	0.0	0.0
249	3902.150	4.5	1.7	0.8	0.0	0.0
250	3902.427	33.2	12.5	6.2	0.0	0.0
251	3920.000	70.2	26.3	13.2	0.0	0.0
252	3940.000	75.1	28.0	14.0	0.0	0.0
253	3960.000	75.4	28.0	14.0	0.0	0.0
254	3980.000	75.7	28.0	14.0	0.0	0.0
255	4000.000	70.1	28.0	14.0	0.0	0.0
256	4020.000	40.5	17.8	8.9	0.0	0.0
257	4025.366	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
258	4040.000	55.2	24.2	12.1	0.0	0.0
259	4060.000	70.5	28.0	14.0	0.0	0.0
260	4080.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
261	4100.000	38.2	16.8	8.4	0.0	0.0
262	4103.965	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
263	4120.000	57.5	25.2	12.6	0.0	0.0
264	4140.000	55.0	24.1	12.1	0.0	0.0
265	4154.498	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
266	4160.000	40.7	17.9	8.9	0.0	0.0
267	4180.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
268	4200.000	56.1	24.6	12.3	0.0	0.0
269	4215.147	31.9	14.0	7.0	0.0	0.0
270	4220.000	39.6	17.4	8.7	0.0	0.0

Le 01/06/2016 à 15:09 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 1504
essai deviation

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
271	4240.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
272	4260.000	63.8	28.0	14.0	0.0	0.0
273	4280.000	48.0	21.1	10.5	0.0	0.0
274	4290.126	17.7	7.1	3.5	0.0	0.0
		14964	5978	2989	0	0