REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud Mammeri de TiziOuzou
Faculté du génie de la construction
Département de génie civil

Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme Master d'Etat en génie civil.
Option : voies et ouvrages d'art.

THEME

ETUDE D'AMENAGEMENT DE LA RN12 EN AXE AUTOROUTIER TALA AMARA-TAMDA SUR UNLINEAIRE DE 3 Km

Encadré par :
Mr : S.GABI

Proposé par :
La DTP de T.O

Présenté par :
Melle :GRIBIS Assia

Promotion : 2012/2013

REMERCIEMENT

Je remercie le bon Dieu tout puissant de m'avoir aidé à réaliser ce modeste travail.

- *Ma profonde gratitude s'adresse tout particulièrement à mon promoteur Mr : GABI Smail, qui m'a accordé sa confiance et qui m'a fait partager son expérience enrichissante dans le domaine de l'étude des routes et m'a prodigué de précieux conseils et encouragements pour mener à bien ce travail.*

- *Je suis reconnaissante à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation avec beaucoup de dévouement et de compétence.*

- *Les enseignants d'UMMTO en général.*

- *Je voudrais aussi remercier les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail, et qui me feront l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.*

- *Mes vifs remerciements vont également aux ingénieurs de la DTP de Tizi Ouzou exceptionnellement à l'ingénieur Mr : SADOUDI, Mr : GELLAL et aussi aux ingénieurs du bureau d'études, particulièrement à l'ingénieur Mr : SEDOUK-S.*

En oubliant jamais tous ceux et celles qui de loin ou de près ont contribué à finaliser ce modeste travail que j'espère sera à la hauteur de Leur engagement.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les Plus pénibles de ce long chemin.

Mes frères : Yacine, Hacéne, Mourad.

Mes grands parents.

Mes oncles. Mes tantes, particulièrement : Ouiza, Baya, Lynda, Ouardia. Mes cousins et cousines.

Toute ma famille sans exception.

Mes très chers (es) amis (es) : Amina, Fatma, Katia, Kebci.

Tous mes amis (es) de l'UMMTO.

Assia

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE 01

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

1- Introduction 03

2- Présentation du projet 03

3- Objectif de l étude 05

CHAPITRE II : ETUDE DU TRAFIC

1- Introduction 06

2- Analyse du trafic 06

3- Différents types du trafic 07

4- Modèles de présentation du trafic 07

5- Calcul de la capacité 09

6- Application au projet 12

7- Conclusion 16

CHAPITRE III : APERÇU GEOTECHNIQUE

1-Introduction 17

2-Réglementation algérienne en géotechnique 17

3- Les différents essais en laboratoire 18

4-Les essais d'indentification 18

5-Condition d'utilisation des sols en remblais 22

CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1- Introduction 23

2- Facteurs considérés dans le dimensionnement 23

3- La chaussée 23

4- Méthodes de dimensionnement 28

5- Application au projet 35

5-1- Méthode C.B.R 35

5-2- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves 38

6- Conclusion 48

CHAPITRE V : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

PARTIE I :

Présentation brève du logiciel PISTE 49

PARTIE II :

1- Introduction 52

2- Tracé en plan 52

3- Profil en long 67

4- Profil en travers 74

5- Conclusion 77

CHAPITRE VI : CUBATURE

1- Généralités 78

2-Définition 78

3- Méthodes de calcul 79

4-Application 82

CHAPITRE VII : HYDRAULIQUE ET ASSAINISSEMENT

1- Introduction 83

2- Objectif de l'assainissement 83

3- Assainissement de la chaussée 83

4- Quelques définitions 84

5- Détermination des bassins versants 86

7- Dimensionnement des ouvrages d'évacuation 87

8- Application au projet 93

9- Conclusion 101

CHAPITRE VIII : EQUIPMENT DE LA ROUTE

I- SECURITE

1- Introduction 102

2- Dispositifs de retenue 102

3- Application au projet 103

II- SIGNALISATION

1- Introduction 104

2- Signalisation 104

3- Les types de signalisation 104

4- Application au projet 111

III-ECLAIRAGE

1- Introduction 113

2- Catégories d'éclairage 112

3- Paramètres de l'implantation des luminaires 112

4- Application au projet 113

CHAPITRE IX : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

1- Introduction 114

2- Cadre juridique 114

3- Définitions 114

4- Etude d'impact sur l'environnement 115

5- Méthodologie du choix du type de plantes 118

6- Intérêt de la végétation 118

CONCLUSION GENERALE 119

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

PLANCHES

INTRODUCTION

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

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

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

Dans notre pays **85%** des échanges de personnes et de marchandises se font par transport routier, pour cela les travaux publics constituent un secteur stratégique participant au développement économique et social du pays.

L'état conscient des énormes enjeux du secteur que représente et tenant compte des problématiques posées par la capacité du réseau routier national à répondre aux besoins de l'économie (trafic) sans cesse croissant, un vaste programme pluriannuel de modernisation, de réhabilitation, de dédoublement de chaussée et enfin de construction d'autoroute est pris en exécution.

Le projet d'aménagement de la RN12 en axe autoroutier de la sortie EST de TIZI OUZOU à AZAZGA, sur un linéaire de 13km, est une partie intégrante de cette vision stratégique mise en place et qui fait l'objet de notre mémoire de fin d'étude.

Pour l'étude de ce projet en phase APD, on a opté pour une structure comportant 09 chapitres repartis comme suit :

- Nous aborderons dans le premier chapitre, la présentation globale du projet, ainsi que l'argumentation objectif de ce projet.

- Le deuxième chapitre comportera l'étude et l'analyse du trafic et ses différents types existants, avant de passer au calcul de la capacité et on illustrera ce chapitre avec une application.

- En suite, on passera aux chapitres (III, IV) comprenant respectivement, un aperçu sur la géotechnique routière puis dimensionnement du corps de chaussée.

- Au chapitre (V) on définira les caractéristiques de notre tronçon ; en concevant les trois éléments géométriques simples qui le composent comme suit :
  - **Le tracé en plan :** les règles à respecter, quelques définitions avec un calcul d'axe.
  - **Le profil en long:** règles à respecter, déclivités, raccordement en profil en long, détermination pratique du profil en long avec une application au projet.
  - **Le profil en travers:** il comporte les éléments constitutifs du profil en travers avec un profil en travers type pour notre tronçon.

- Une fois le tracé fini en tenant compte des normes géométriques et d'après le calcul automatique on définira les cubatures des terrassements (chapitre VI Cubatures) et leurs calculs automatiques.

- Puis, on passera aux chapitres (VII, VIII) comprenant respectivement, l'hydraulique, l'assainissement, et les équipements de la route.

- En finira par l'étude d'impact sur l'environnement au chapitre IX.

1. Introduction :

- **Route nationale 12 :**

La **RN 12**, dite aussi la **route de Kabylie**, est la principale route qui traverse la Kabylie de part en part, sur une distance d'environ **250 km**. Elle relie la **RN 5** depuis Thenia dans la Wilaya de Boumerdes à l'Ouest et la ville de Bejaia via la ville El Kseur à l'Est en passant par la Wilaya de Tizi Ouzou.

L'état de la route RN12 :

De Thenia jusqu'à Tala n Tulmutt à Tizi Rached la route est ***en deux fois deux voies***, et de là jusqu'à El Kseur elle est en ***une voie à double sens***. Elle présente énormément de points noirs, comprendre par là des points où la circulation est très difficile voire dangereuse, surtout au niveau des villes qu'elle traverse notamment à Si Mustapha, Tadmait, Tizi Ouzou ville, Sikh Oumeddour au niveau de l'intersection avec la **RN15** qui relie la **RN12** (Sikh Oumeddour) Tizi Ouzou à la **RN26** Imecdalen (Mechdellah) à Bouira, à Taboukert.

La circulation est plus difficile sur l'axe à une voie entre la Vallée de Sebaou et la Vallée de la Soummam.

2. Présentation du projet :

Notre projet intitulé « ***Aménagement en axe autoroutier de la RN12 (TALA AMARA-TAMDA) sur un linéaire de 3KM*** » est un tronçon de la RN12, prend son origine au PK 6+000 au niveau de l'intersection de la RN12 avec la route de Tala Amara, et se termine à 3Km plus loin, au niveau de l'échangeur de Tamda au PK 9+000 .Traversant un terrain relativement plat tout le long de ce trajet.

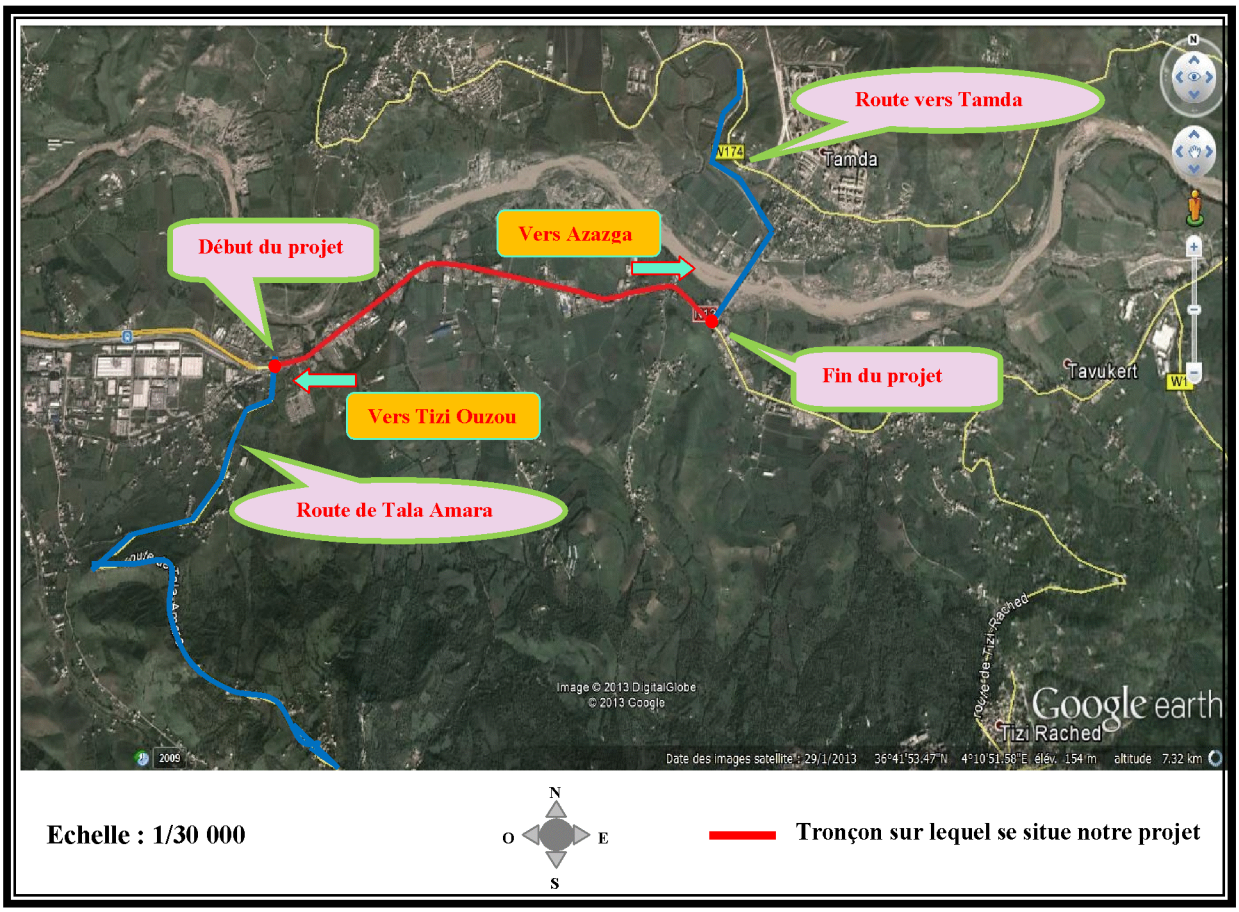


Figure I.1 : Photo satellite de la région d'étude

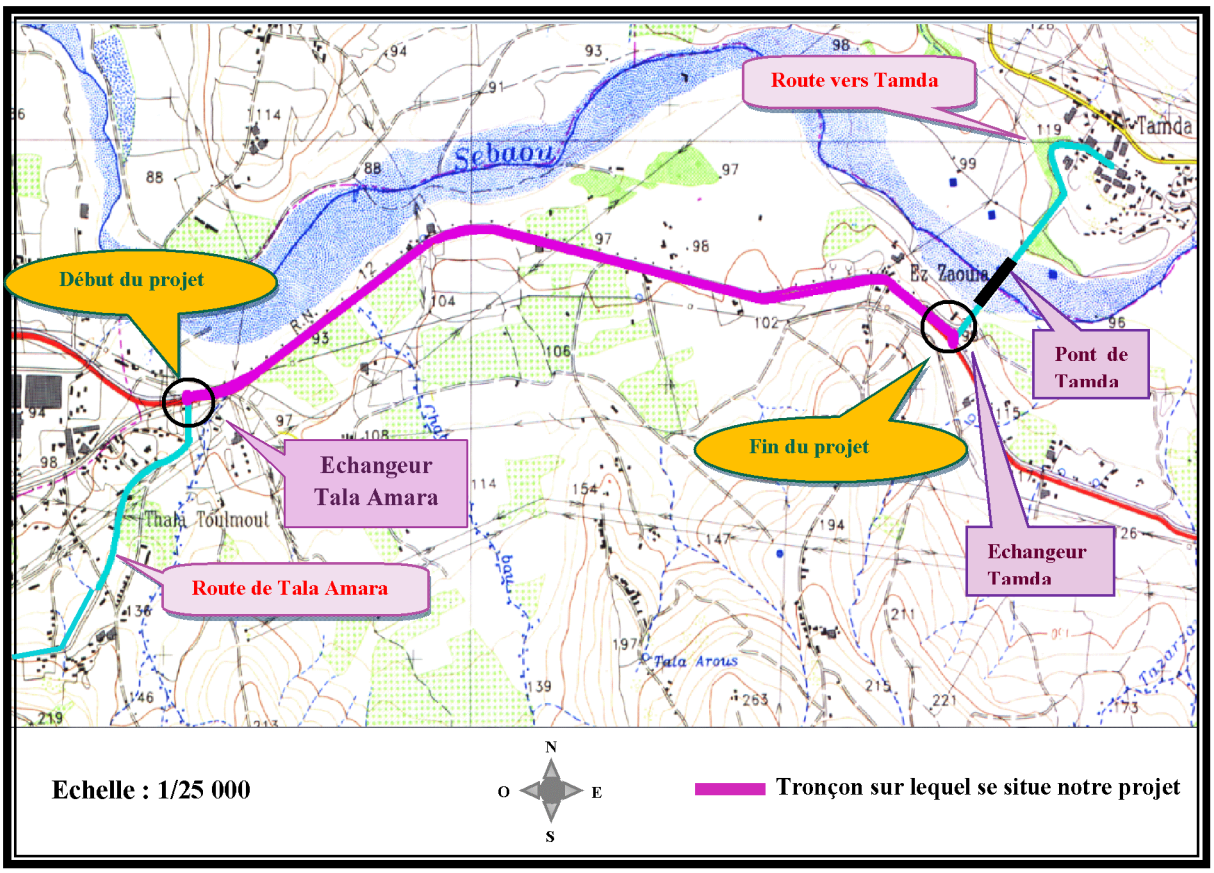


Figure I.2 : Carte d'état major de la région d'étude

3. Objectifs du projet :

Le projet l'étude de l'aménagement de la RN12 en axe autoroutier, s'inscrit dans le cadre du programme de développement de l'infrastructure de base de la wilaya de TIZI OUZOU.

Les objectifs fixés par cette étude sont :

- ✓ Assurer une fluidité de la circulation et de sécuriser les voyageurs sur ce tronçon où le trafic est en croissance permanente.
- ✓ Améliorer le niveau de service de la route.
- ✓ Augmenter la capacité de la route.
- ✓ Doter la chaussée d'une structure adéquate capable de supporter le trafic actuel et future.

1. Introduction

L'étude de trafic est un élément essentiel qui 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 voies jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

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

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

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

2. Analyse du trafic

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

Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

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

- La statique générale.
- Le comptage sur route (manuel ou automatique).
- Une enquête de circulation (origine, destination).

3. Différents types du trafic

Il existe quatre (04) types du trafic :

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

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

Trafic dévié **:** C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

Trafic total **:** Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

4. Modèles de présentation du trafic

Dans une étude des projections des trafics, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constitue des ensembles homogènes en matière d'évolution ou d'affectation.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

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

a)- Prolongation de l'évolution passée :

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic $\mathbf{T_n}$ à l'année **n** sera :

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

Avec :

T_0: le trafic à l'année origine.

τ : le taux de croissance du trafic.

b)- Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :

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

- Produit national brut (PNB).
- Produits des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic.

Cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort de cadre de notre étude.

c)- Modèle gravitaire :

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au future proche, mais il se prête mal à la projection.

d)- Modèle de facteur de croissance :

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine-destination.

La méthode la plus utilisée est celle de ***FRATAR*** qui prend en considération les facteurs suivants :

- Le taux de motorisation des véhicules légers et utilisation.
- Le nombre d'emploi.
- La population de la zone.

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

Conclusion :

Pour notre cas, nous utilisons la première méthode, c'est à dire la méthode

« Prolongation de l'évolution passée » vu sa simplicité et parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

5. Calcul de la capacité

5.1) Définition :

La capacité de la route par le nombre maximum des véhicules pouvant raisonnablement passer sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée. La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

5.2) Projection future du trafic :

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

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

Avec : $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon.

TJMAo : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

5.3) 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 :

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

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.

Tableau II-1 : Coefficient d'équivalence

Environnement	**E1**	**E2**	**E3**
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou la visibilité	3-6	6-12	16-24

5.4) 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 suivante :

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

Avec :

Q : débit de pointe horaire en UVP/h.

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

T_{eff} : trafic effectif.

$1/n_h = 0.12$ en général : coefficient de pointe.

5.5) Débit horaire admissible :

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

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

Avec :

K1 : coefficient lié à l'environnement.

K2 : coefficient de réduction de capacité.

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

Tableau II-2 : Valeurs de K1

Environnemen	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	90 à 0.95

Tableau II-3 : Valeurs de K2

Environnement	V_B= 40Km/h	V_B= 60Km/h	V_B= 80Km/h	V_B= 100Km/h	V_B= 120Km/h
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau II-4 Valeur de la capacité théorique

Type de voie	*Capacité théorique (uvp/h)*
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5	2400 à 3200
Route à chaussée séparée	1500 à 1800 uvp/h/sens

5.6) Détermination nombre des voies :

❖ ***Cas d'une chaussée bidirectionnelle:***

On compare **Q** à $\mathbf{Q_{adm}}$ et on opte le profil auquel correspond la valeur de $\mathbf{Q_{adm}}$ la plus proche à **Q**

$$\mathbf{Q \leq Q_{adm}}$$

❖ ***Cas d'une chaussée unidirectionnelle:***

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

$$\mathbf{N = S.Q/Q_{adm}}$$

Avec :

Q_{adm} : débit admissible par voie

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

6. APPLICATION AU PROJET

6.1) Les données de trafic:

On se basant sur les résultats des comptages, et des prévisions effectuées en 2007 par le service concerné, pour estimer le trafic à l'horizon on fait une projection jusqu' a l'an 2035, tout en sachant que la durée de vie de notre aménagement estimer à 20 ans, et sa mise en service est prévue pour l'année 2015.

On a :

- Le trafic à l'année 2007 : TJMA (2007) = 14030 V/j
- L'année de mise en service : 2015
- Le pourcentage (%) des poids lourds : Z = 14 %
- Taux d'accroissement annuel du trafic : τ = 4 %
- Vitesse de base sur le tracé : V_B = 80 Km/h

- La durée de vie estimée : 20 ans
- Catégorie : C1
- Environnement : E1

6.2) Projection future de trafic :

L'année de mise en service (2015)

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

Avec :

$TJMA_h$: trafic à l'horizon (année de mise en service 2015)

$TJMA_o$: trafic à l'année zéro (origine 2007)

$TJMA_{2015} = 14030\ (1 + 0{,}04)^8 = 19201$ v/j.

$TJMA_{2015}$=19201 v/j

Trafic à l'année (2035) pour une durée de vie de 20 Ans

$TJMA_{2035} = 19201\ (1 + 0{,}04)^{20} = 42072$ v/j.

$TJMA_{2035}$ = 42072 v/j

6.3) Calcul du trafic effectif :

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

Avec :

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

Z:14% le pourcentage de poids lourds

P =2 uvp (Catégorie C1, environnement E1)

T_{eff} = [(1 – 0,14) +2 x 0,14] x 42072 =47962.08 uvp/j

T_{eff}=47962.08 uvp/j

6.4) Débit de pointe horaire normale :

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

Avec :

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

Q= 0.12 x 47962.08 = 5755 uvp/h

Q =5755 uvp/h

Ce débit prévisible doit être inférieur au débit maximal que notre route peut offrir, c'est le débit admissible.

$Q \leq Q_{adm}$

$$\begin{cases} Q \leq K1.\ K2.\ C_{th} \\ C_{th} \geq Q / (K1 \times K2) \end{cases}$$

Catégorie C1
Environnent E1 $\Rightarrow$ **K1=0.75**, **K2=1**

$C_{th} \geq Q/K1.K2=5755/0.75x1=7673$

$C_{th} \geq 7673$ (uvp /h)

Donc : $\Rightarrow$ **$C_{th} \geq 7673$ uvp/h**

6.5) Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

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

K1: coefficient correcteur pris égal à **0.75** pour E1.

K2: coefficient correcteur pris égal à **1.00** pour environnement (E1) et catégorie (C1).

C_{th}: capacité théorique.

C_{th}= 2400 uvp/h d'après le document de **B40**

Q_{adm} = 0,75 x1 x 2400=1800

Q_{adm}=1800 uvp/h

6.6) Le nombre des voies :

$N_{VOIES}=S.Q/ (Q_{adm})$

N_{VOIES} =2/3x5755/ (2400 x0.75x1)=2.13 ≈ 3

Donc on prend : n =3 voie /sens.

Les calculs sont représentés dans le tableau (II-5) suivant:

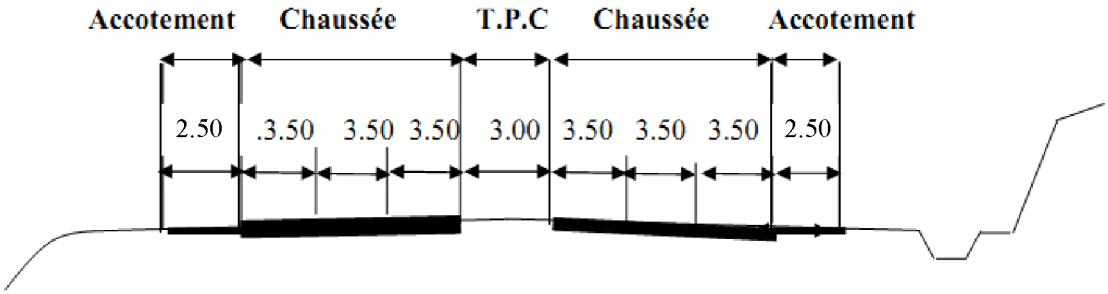
Tableau II-5 : Les données et Les résultats de calcul du trafic

	TJMA 2007 (v/j)	*TJMA 2015 v/j)*	*TJMA 2035 (v/j)*	*Teff (uvp/j*	*Q (uvp/j)*	*N*
VALEUR	14030	19201	42072	47962.08	5755	3

7. Conclusion

D'après le calcul de capacité de la route, on constate que son profil en travers type est de:

- Largeur utile **21 m** (3.5 x 6)
- Chaussée bidirectionnelle de **2X3** voies de **3.5m**.
- Bande d'arrêt d'urgence de **2.5 m** de chaque coté.
- Terre-plein central (TPC) de **3 m**.



1. 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.

La géotechnique routière a pour objectif :

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

2. Réglementation algérienne en géotechnique

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

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

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

3. Les différents essais en laboratoire

Les essais faits en laboratoire sont :

- ✓ Analyse granulométrique.
- ✓ Equivalent de sable.
- ✓ Limites d'Atterberg.
- ✓ Essai PROCTOR.
- ✓ Essai CBR.
- ✓ L'essai Micro- Deval.
- ✓ Essai Los-Angeles.

4. Les essais d'indentification

❖ Analyse granulométrique :

L'analyse granulométrique est l'un des essais les plus importants pour l'étude d'un sol, car elle fait partie intégrante des essais d'identification.

Elle consiste à déterminer les différentes fractions granulaires qui composent le sol concerné. Les résultats obtenus par l'analyse granulométrique sont traduits par la courbe granulométrique qui nous permet de déterminer différents coefficients nous permettant d'identifier et de classifier notre sol.

L'analyse granulométrique s'obtient en deux étapes successives :

- ***Par tamisage*** **:** Cet essai est appliqué pour le sol dont le diamètre de son plus petit élément est supérieur à 80 µm. ($D > 80$ µm).
- ***Par sédimentométrie*** **:** Cet essai est appliqué pour le sol dont le diamètre de son plus petit élément est inférieur à 80 µm. ($D < 80$ µm).

❖ **Equivalent du sable:**

Pour les sols à faible pourcentage de particules fines, les limites d'Atterberg ne sont pas mesurables, alors pour déceler la proportion des limons et argiles du sol présumé qui peuvent être très nuisibles et nocifs selon la nature de l'ouvrage, on réalise l'essai équivalent de sable.

Définition :

L'équivalent de sable est le pourcentage de matières fines dans un échantillon de sol, il s'applique sur les éléments inférieurs à 5 mm.

Interprétation:

La tolérance de l'équivalent de sable est conditionnée par la nature de l'ouvrage, par exemple :

- ✓ Pour les bétons, l'ES est compris entre 70 et 90.
- ✓ Pour les couches de fondation, l'ES est de l'ordre de 40.
- ✓ Pour les bétons bitumineux, ES > 60 à 70.

❖ **Limites d'Atterberg:**

Le comportement d'un sol fin est avant tout en fonction de sa composition minéralogique, de sa teneur en eau et de sa structure, c'est-à-dire de la manière dont les particules sont disposées et orientées les unes par rapport aux autres.

Dans les sols fins ou cohérents l'eau joue un rôle très important par son influence sur les forces qui s'exercent entre les particules.

Selon la valeur de la teneur en eau, les propriétés mécaniques d'un sol fin évoluent depuis celles d'un solide (ω faible), jusqu'à celles d'un liquide (ω élevé). Entre ces deux états, pour les teneurs en eau moyennes, le sol présente des propriétés plastiques, c'est-à-dire qu'il est capable de se déformer rapidement et considérablement sans se casser, se fissurer ou changer de volume et sans présenter de déformation réversible notable, dans ce sens, le mastic, la pâte à modeler, présentent de bonnes propriétés plastiques.

La transition d'un état à l'autre est très progressive, c'est pourquoi toute tentative pour fixer la limite entre deux états comporte une part d'arbitraire. Néanmoins on utilise très généralement les limites définies en 1911 par **Atterberg** et précisées ensuite par **Casagrande**.

- La limite de liquidité ω_L qui sépare l'état liquide de l'état plastique.
- La limite de plasticité ω_p qui sépare l'état plastique de l'état solide.

L'état solide peut lui-même être séparé en deux états : un état dans lequel l'eau adsorbée est encore en place, appelé ***état solide avec retrait*** et un état dans lequel toute l'eau adsorbée a disparu, appelé ***état solide sans retrait***.

- Le retrait est la diminution de volume qui accompagne l'élimination de l'eau adsorbée.

- L'indice de plasticité Ip est la différence entre la limite de liquidité et la limite de plasticité. ($Ip= \omega_L - \omega_P$).

❖ **Essai Los-Angeles :**

L'essai de dureté Los-Angeles est destiné et utilisé essentiellement pour caractériser les granulats à usage routier (étude et conception de routes), on s'intéressera singulièrement au domaine routier.

La chaussé est constituée par des empilements de couches successives de matériaux généralement pierreux provenant de roches concassées ou de gisements de graviers.

Compte tenu de la charge roulante (ou éventuellement statique) que ces couches subissent (des contraintes et des déformations importantes), ces matériaux doivent donc présenter de bonnes caractéristiques mécaniques.

L'essai Los- Angeles a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par chocs et par frottement réciproque des matériaux constituants les différentes couches de la chaussée.

❖ **L'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 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.

❖ **Essai Proctor:**

L'essai ***PROCTOR*** est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau.

Le compactage est une technique élaborée pour améliorer les caractéristiques mécaniques d'un sol en diminuant le volume des vides. Et par conséquent augmenter le poids volumique sec de ce sol.

Les différents travaux dans ce domaine ont montré que le compactage est fonction de la teneur en eau d'une part et l'énergie de compactage d'autre part.

C'est à l'ingénieur américain Proctor que l'on doit les premières études dans se sens, il a examiné en particulier des 1933 l'influence de la teneur en eau et celle de l'énergie de compactage d'où le nom Optimum Proctor qui est la densité sèche maximale pour une teneur en eau optimale et par conséquent une énergie de compactage moindre, l'optimum est déterminé par l'essai Proctor.

Il existe deux types d'essais Proctor : l'essai ***Proctor normal*** et l'essai ***Proctor modifié***. En général on fait référence au Proctor normal pour l'étude des sols de remblai et au Proctor modifié pour les couches de chaussée.

❖ **Essai CBR :**

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

L'indice portant exprime en % le rapport entre les pressions produisant dans le même temps un enfoncement donné dans le sol étudié d'une part et dans un matériau type d'autre part. Les résultats obtenus nous permettent d'estimer les épaisseurs des couches de chaussée d'un nouveau tracé de route.

5. Condition d'utilisation des sols en remblais

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

Les matériaux de remblais seront exempts de :

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

On évite les sols à forte teneur en argile.

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

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

1. Introduction

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

En effet des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc.……,pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de 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.

2. Facteurs considérés dans le dimensionnement

Les principaux facteurs à prendre en considération sont les suivants :

- Portance de sol (naturel ou plate forme).
- Trafic (son influence se traduit par l'usure, rupture par fatigue).
- Climat et environnement : influence de la température de l'eau et vieillissement de bitume.

3. La chaussée

3.1) Définition :

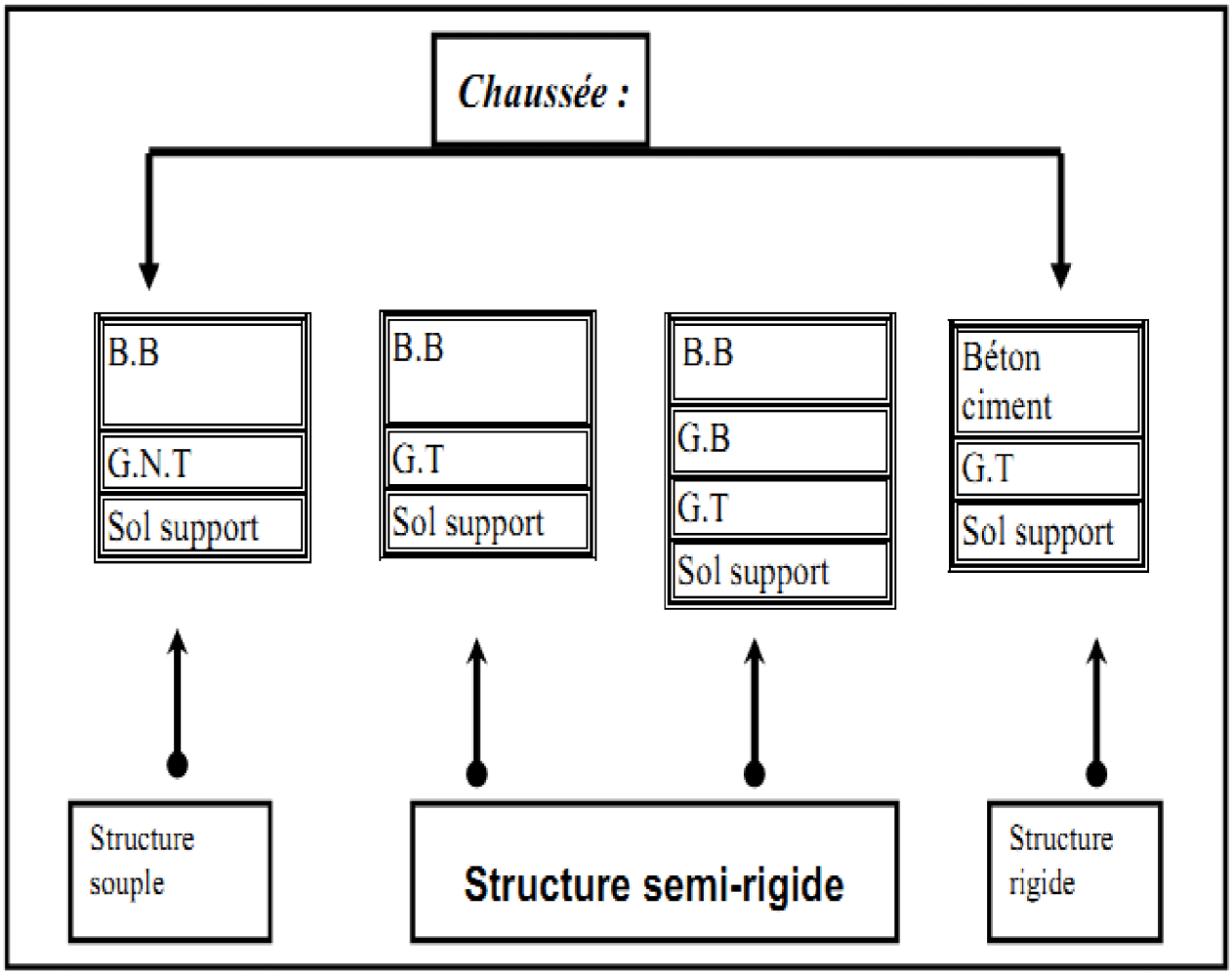
- **Au sens géométrique :** La surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

- **Au sens structurel :** L'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

3.2) <u>Les différentes catégories de chaussée</u> :

- ✓ Les chaussées classiques (souples et rigides).
- ✓ Les chaussées inverses (mixtes ou semi-rigides).

Figure III.1 : Les différentes catégories de chaussée



BB : béton bitumineux

GB : grave bitume

GT : grave traité

G.N.T : grave non traité.

3.3) Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

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

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

a) Couche de surface :

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

- ***Couche de roulement :*** en enrobés denses en béton bitumineux, a pour rôle :
  - ✓ D'imperméabiliser la surface de chaussée.
  - ✓ D'assurer la sécurité (par l'adhérence) et le confort des usages (diminution de bruit, bon uni).
- ***Couche de liaison :*** en enrobés semi-denses en béton bitumineux, a pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.

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

b) Couche de base :

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

Elle a pour rôle essentiel de résister aux déformations permanentes sous l'effet de trafic. Elle reprend les efforts verticaux et répartis les contraintes normales qui en résultent sur la couche de fondation sans se déformer ni se dégrader.

La couche de base est constituée avec beaucoup de soin elle doit porter de meilleurs matériaux car les contraintes sont plus élevées vers la surface qu'au fond.

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

c) Couche de fondation :

Couche inférieure du corps de chaussée, d'une résistance et d'une épaisseur suffisante pour répartir sur le terrain les pressions résultant des charges verticales.

Elle est composée, en général, de graves traitées avec du bitume, du ciment ou du laitier (Matière vitreuse produite dans les hauts-fourneaux).

L'épaisseur de la couche de fondation est environ de **20 cm**.

Elle est éventuellement complétée par des sous couches :

- ***Sous couche anti-contaminante :*** Si le matériau du terrain naturel, du remblai ou même de la couche de forme est très fin (argiles, limons,…), il est susceptible de remonter dans les couche supérieurs. La contamination par les particules fines au compactage ou en service, provoque :
  - ✓ L'altération de la granulométrie.
  - ✓ Perte de stabilité.
  - ✓ Diminution de la portance.
  - ✓ Sensibilité à l'eau.

Cette couche joue le rôle d'écran, empêchant cette remontée. Elle est d'une épaisseur à voisinant **10 cm**.

- ***Sous couche drainante :*** comme on n'est jamais à l'abri de l'infiltration de l'eau dans la chaussée, il convient alors une sous-couche drainante. Celle-ci est constituée par des matériaux très perméables, assurent le drainage de la chaussée en conduisant l'eau d'une manière continue jusqu'à un fossé ou un drain.

L'épaisseur de cette sous couche est entre **10 et 20 cm**.

- ***Sous couche anticapillaire :*** Empêche la remontée des eaux sous l'action des forces capillaires dans les terrains en présence de nappes aquifères, matériaux très perméables (gravier, sable,…).

L'épaisseur de cette couche est entre **10 et 15 cm**.

d) Couche de forme :

Elle est prévue pour reprendre certains objectifs à court terme.

- ✓ ***Sol rocheux*** **:** joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface .

- ✓ ***Sol peu portant*** (argileux à teneur en eau élevée) **:** Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

Actuellement, on tient compte d'améliorer de la portance du sol support à long terme, par la couche de forme.

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

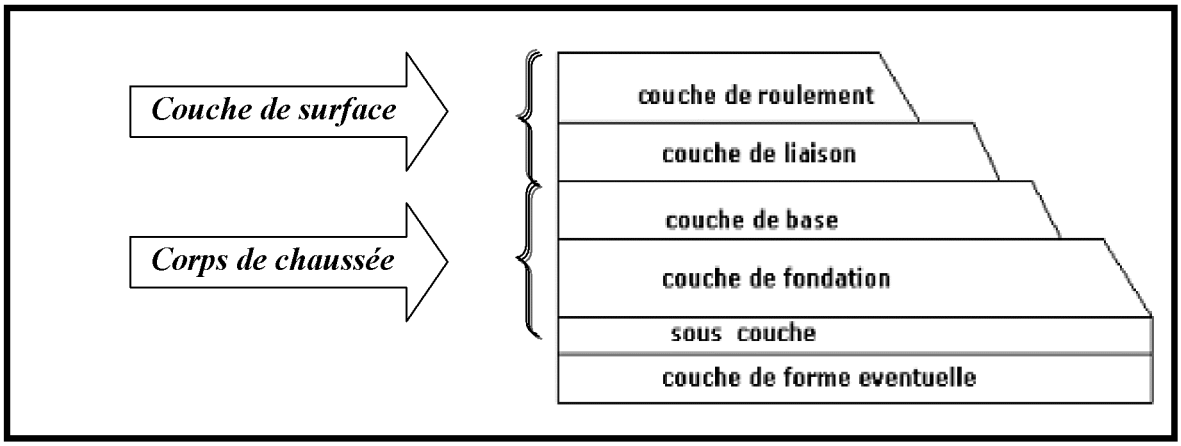


Figure III.2 : Coupe type d'une chaussée souple

3.4) 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 qui doit être de **15 cm**.

Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie, par contre, il constitue une partie importante des réseaux routiers étrangers renforcés.

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

3.4) Chaussée rigides :

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

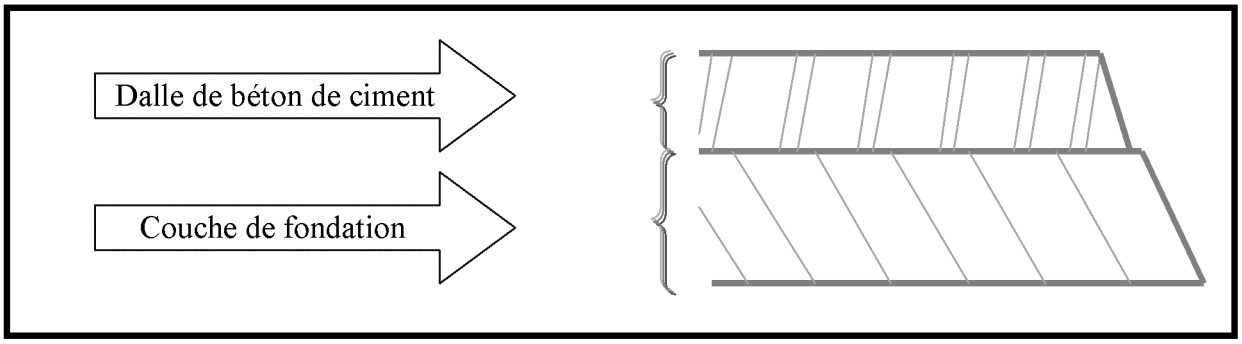


Figure III.3 : Coupe type d'une chaussée rigide

4. Méthodes de dimensionnement des chaussées :

On distingue deux familles de méthodes :

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

1). Méthode C.B.R (California-Bearing-Ratio):

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

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

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:

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

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

$$e = \frac{100 + (\sqrt{p})\left(75 + 50 \log \frac{N}{10}\right)}{ICBR + 5}$$

e : épaisseur totale du corps de chaussée.

I_{CBR} : indice CBR.

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

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

Log : logarithme décimal.

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

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

$$e = \sum ai\ ei$$

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

Tableau III.1

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

- **Remarque :**

L'épaisseur totale à donner à la chaussée est :

$$e = a_1e_1+a_2e_2+a_3e_3$$

a_1 e_1 : couche de roulement.

a_2 e_2 : couche de base.

a_3 e_3 : couche de fondation.

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe e_1, e_2, on calcule e_3 t'elle que :

e_1 : couche de roulement (6-8cm).

e_2 : couche de base (10-25cm).

e_3 : couche de fondation (15-35cm).

2). Méthode du catalogue des structures:

Cette méthode découle du règlement algérien B60-B61 et consiste à déterminer la classe du trafic des poids lourds à la 20eme année et la classification du sol support. Une grille combinant les deux données oriente le projecteur sur le type de chaussée qui lui correspond.

❖ ***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.

Tableau III.2

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumule sur 20
T_1	$T < 7.3\ 10^5$
T_2	$7.3\ 10^5 < T < 2\ 10^5$
T_3	$2\ 10^6 < T < 7.3\ 10^6$
T_4	$7.3\ 10^6 < T < 4\ 10^7$
T_5	$T > 4\ 10^7$

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 :

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

$\mathbf{T_{PL}}$ **:** trafic poids lourds à l'année de mise en service.

$\boldsymbol{\tau}$ **:** Taux d'accroissement annuel.

n : durée de vie (n = 20 ans).

❖ ***Détermination de la classe du sol :***

Tableau III.3

Classe du sol	*Indice C.B.R*
S_1	25 - 40
S_2	10 - 25
S_3	5 - 10
S_4	< 5

❖ ***Sur classement des sols support :***

Pour améliorer la portance d'un sol ($< S_4, < S_3$), 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 couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la couche de forme.

Les résultats de ces recherches sont résumés dans tableau suivant :

Tableau III.4

Classe portance du sol terrassé (Si)	**Matériaux de couche de forme**	**Épaisseur de couche de forme**	**Classe portance du sol support visée (Sj)**
$< S_4$	Matériau N.T	50 cm (en 2c)	S_3
S_4	Matériau N.T	35 cm	S_3
S_4	Matériau N.T	60 cm (en 2c)	S_2
S_3	Matériau N.T	40cm (en 2c)	S_2
S_3	Matériau N.T	70cm (en 2c)	S_2

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

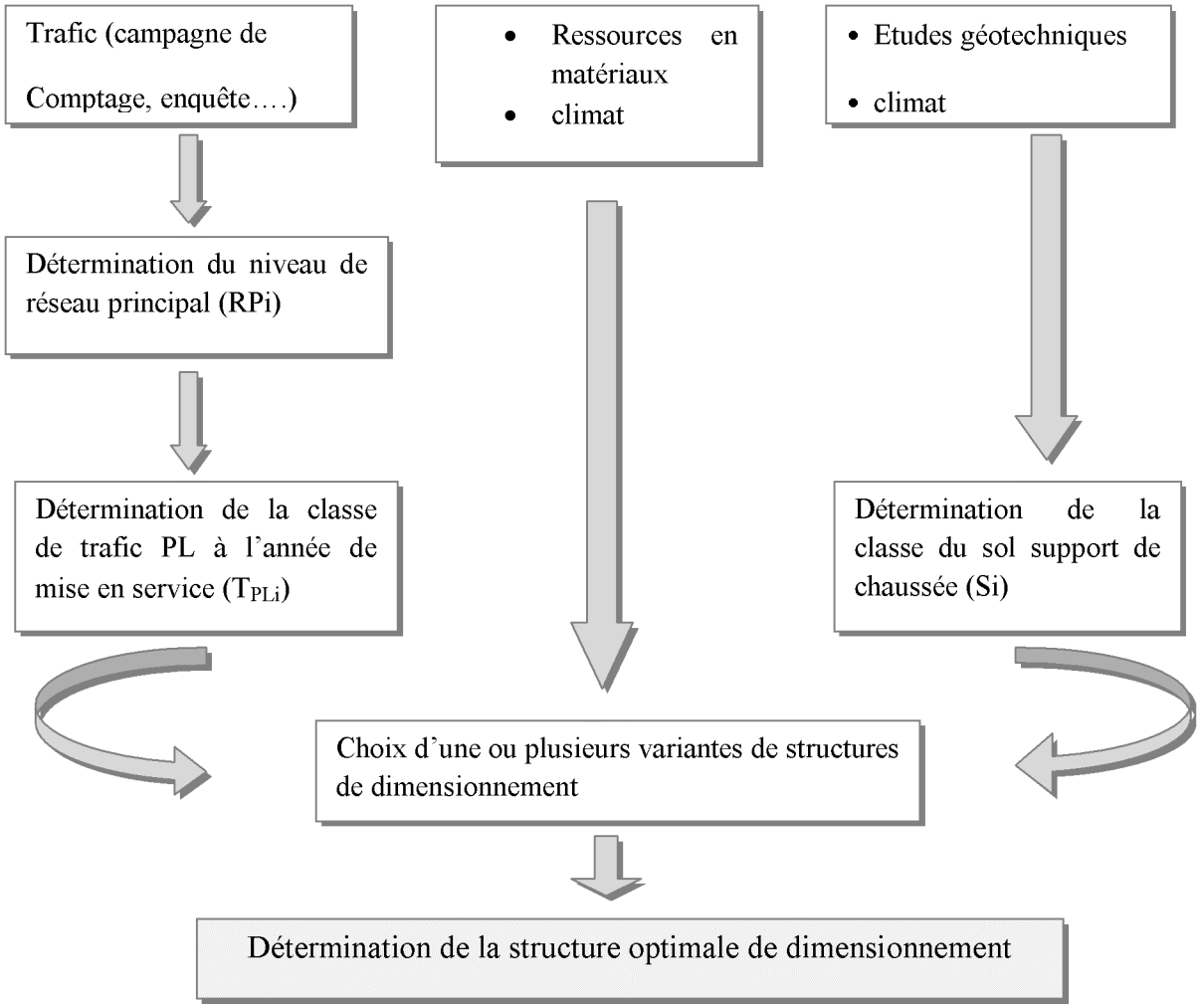
L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées: trafic, matériaux, sol support et environnement.

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.

---------- La démarche catalogue ----------



4). *Méthode A.A.S.H.*O (Americana Association of Highway Official):

Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales. Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs :

- ✓ L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- ✓ L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.
- ✓ L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- ✓ L'influence des charges et de leur répétition.

5). Méthode d'ASPHALT INSTITUTE :

Basée sur les résultats obtenus des essais **«A.A.S.H.O »** on prend en considération le trafic composite par échelle de facteur d'équivalence et utilise un indice de structure tenant compte de la nature des diverses couches.

L'épaisseur sera déterminée en utilisant l'abaque de l'asphalte institutes.

6). *Méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) :*

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression :

$$T_{eq} = \left[\frac{TJMA.a\,[(1+\tau)^n - 1]\;0.75\;P\;365}{(1+\tau)-1}\right]$$

T_{eq} : trafic équivalent par essieu de 13t.

TJMA : trafic à la mise en service de la route.

a : coefficient qui dépend du nombre de voies.

τ : taux d'accroissement annuel.

n : durée de vie de la route.

p : pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente **e** (en fonction de $\mathbf{T_{eq}}$, $\mathbf{I_{CBR}}$) à partir de l'abaque **L.C.P.C.**

L'abaque **L.C.P.C** est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

5. APPLICATION AU PROJET

Pour notre projet, nous optons pour l'application de deux méthodes **(CBR, Catalogue Algérien de dimensionnement)** expliquées plus haut et les comparer afin d'obtenir le corps de chaussée le plus adéquat.

5.1) Méthode CBR : (Méthode empirique)

- Le trafic moyen : $TJMA_{2007}$ = 14030 V/j
- L'année de mise en service : 2015
- Le pourcentage (%) des poids lourds : Z = 14 %
- Taux d'accroissement annuel : τ = 4 %
- La durée de vie estimée : 20 ans
- Indice CBR : 5

Rappel :

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

Répartition transversale du trafic :

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

$TJMA_{2015} = 14030\ (1 + 0{,}04)^{8} = 19201$ v/j.

$TJMA_{2035} = 19201\ (1 + 0{,}04)^{20} = 42072$ v/j.

} Déjà calculés dans le chapitre II

Dans notre cas, il s'agit d'une route bidirectionnelle à 3 voies : répartition du trafic 50% sur chaque voie, soit 50% de 19201v/j = 9600 v/j/sens ; ce qui correspond à 9600 x 14% = 1344 PL/j/voie.

$N_{20ans} = 1344\ (1+0.04)^{20} = 2945$ v/j/voie (à la 20^{e} année)

$$e = \frac{100+\left(\sqrt{6.5}\right)\left(75+50\log\frac{2945}{10}\right)}{5+5} = 60.59 \approx 61$$

⇒ **e = 61 cm**

Avec : $\mathbf{e = \sum a_i\, e_i = a_1\, e_1 + a_2\, e_2 + a_3\, e_3}$

Remarque :

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

❖ **Les coefficients d'équivalence des matériaux utilisés :**

- ✓ Couche de roulement BB $a_1 = 2.00$
- ✓ Couche de base GB $a_2 = 1.50$
- ✓ Couche de fondation G.C $a_3 = 1.00$

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

On fixe ⇒

- Couche de roulement en BB = 6 cm.
- Couche de base en GB = 16 cm.

$$\left.\begin{array}{l} e = 2x6+1.5x16+1xe_3 \\ 61=12+24+1 \times e_3 \end{array}\right\} \Rightarrow e_3 = \frac{61-(12+24)}{1} = 25 \Rightarrow \boxed{e_3 = 25 \text{ cm}}$$

Remarque :

- Nous avons choisit le matériau non traité pour des conditions économiques.
- Pour notre cas on a un **CBR=5** ⇒ S3 (tableau III.3), alors nous proposons une couche de forme de **40 cm de Tuf** pour améliorer la portance du sol support, c'est-à-dire obtenir un CBR compris entre 10 et 25 ⇒ S2 (tableau III.4).

Tableau III.5

Couches	Epaisseur équivalentes (cm)	Epaisseur réelle (cm)
C de roulement en BB	12	6
C de base en GB	24	16
C de fondation en GC	25	25
Total	**61**	**47**

Conclusion :

Structure de chaussée retenue avec la méthode CBR :

6(BB) +16(GB) +25(GC) avec une couche de forme de 40 cm en TUF

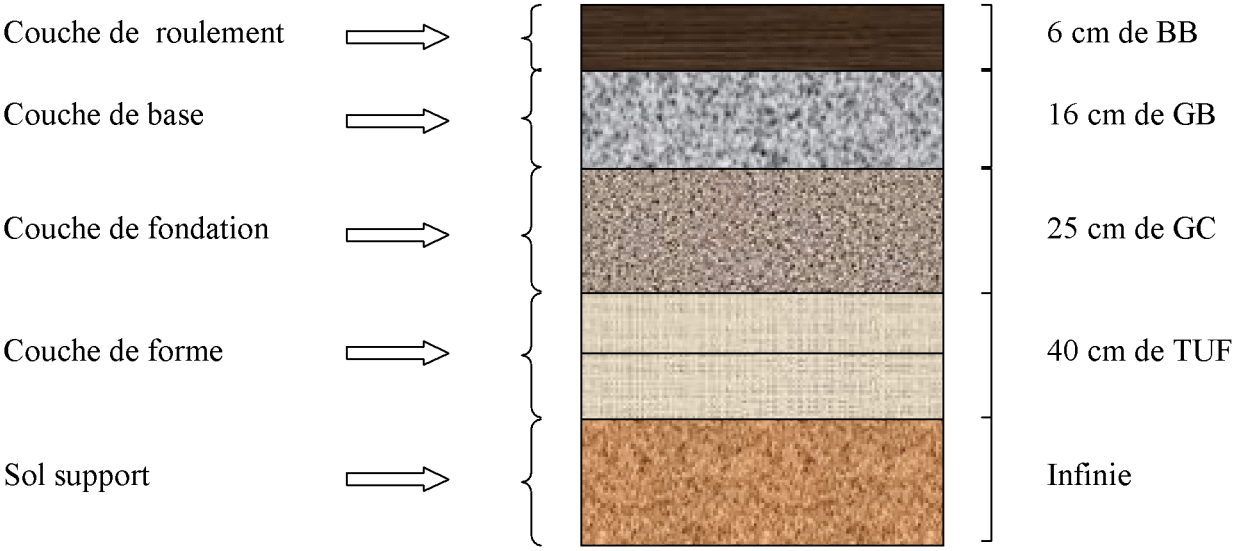


Figure III.1: Schéma des différentes couches

5.2) Méthode du catalogue des structures : (Méthode rationnelle)

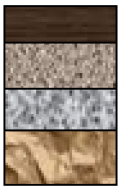
5.2.1) Classement de la route dans le réseau principal :

TJMA = 19201 V/J (à l'année de mise en service)

Notre projet et un tronçon de la RN12 supportant un trafic supérieur à 1500 v/j donc il est classé dans le réseau principal de niveau 1 ⟹ RP1

5.2.2) Choix de structure types par niveau du réseau principal :

Tableau III.6

Niveau du réseau principal	Matériaux types	Structure du type 1
RP1	MTB (Matériaux Traités aux Bitume MNT (Matériaux Non Traités)	C.roulement ⇨ C.base ⇨ C.fondation ⇨ Sol support ⇨ 

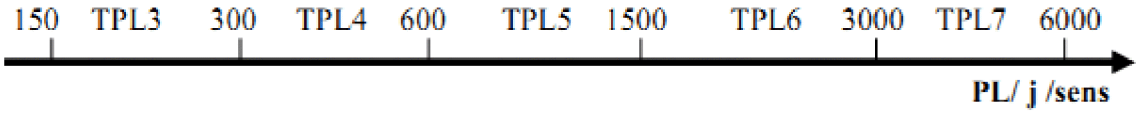
5.2.3) Détermination de la classe de trafic :

N_0 = 9600 v/j/sens. (à l'année de mise en service).

N_{PL}=9600 x 14% = 1344 PL/j/voie.

⇨ **TPLi=1344 PL/j**

❖ ***Classe TPLi pour RP1*** :



D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en TPL5 (entre 600 et 1500 PL).

5.2.4) Classe de portance du sol support :

Elle est déterminée sur la base du module **E=5CBR** avec **CBR=5** ; E=5x5= **25MPa**, la classe du sol support est S3 (tableau 2, page 11 du catalogue-fascicule1).

5.2.5) Sur classement du sol support :

Le passage de S3 à S2 nécessite la mise en place d'une couche de forme de 40 cm en TUF en deux couches de 20cm pour chacune (tableau 5, page 13 du catalogue-fascicule1).

- Avec les données citées plus haut, et une classe de sol S2, le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves préconise une structure de : **6 BB+20 GB+30 GNT+ 40 TUF** (catalogue-fascicule 3, page 13).

5.2.6) Durée de vie :

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

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

5.2.7) Risque de calcul :

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

- Alors soit : **r=10%**

5.2.8) 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, page15 :

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

5.2.9) Température équivalente :

La valeur de 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 : θ**eq =20 °C**

5.2.10) 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-fascicule2, page 17.Elle est en fonction du niveau de réseau principal.

- Alors soit : **A=0.6**

5.2.11) conditions aux interfaces :

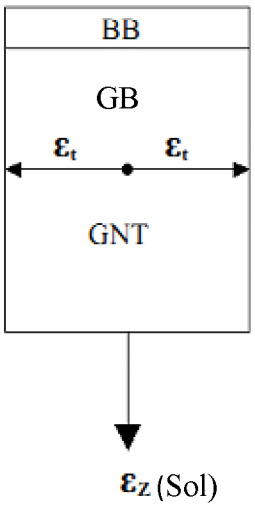
Les conditions aux interfaces interviennent dans la modélisation de la structure pour le calcul des contraintes et déformation, elles sont en fonction du type de structure.

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

5.2.12) Mode de fonctionnement pour le type de structure :

ε_t : étant la déformation de traction par flexion a la base des matériaux traités au bitume.

ε_z : (sol) étant la déformation verticale sur le sol support.



5.2.13) 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:

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

Où :

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

n : durée de vie considérée, (n=20 ans).

$$TCi = 1344 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04} = 1.46 \times 10^{7} \Longrightarrow$$

TCi = 1.46 x 10^7

5.2.14) Calcul du trafic cumulé équivalent (TCEi) :

$$TCEi = TCi \times A = TPLi \times 365 \times A \times \frac{(1+i)^{20}-1}{i}$$

$$TCEi = 1.46 \times 10^{7} = 1344 \times 365 \times 0.6 \times \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04} = 8.76 \times 10^{6}$$

TCEi = 8.76 x 10^6

- **Calcul des déformations admissibles sur le sol support ($\varepsilon_{z,ad}$) :**

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

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

$$\varepsilon_{z,ad} = 22 \times 10^{-3} (8.76 \times 10^{6})^{-0.235} = 514 \times 10^{-6}$$

$\varepsilon_{z,ad}$ = 514 x 10^{-6}

Remarque :

- ✓ Pour chaque valeur de (**TPLi**), il correspond une valeur de $\varepsilon_{z,ad}$.

- ✓ La vérification $\varepsilon_z < \varepsilon_{z,ad}$ sera surtout a faire dans le cas des chaussées a matériaux non traité, car c'est le critère prépondérant dans le calcul de dimensionnement.

- ✓ Dans le cas des chaussées traitées au bitume hydraulique, la pression sur sol support sera tellement faible que le critère $\varepsilon_z < \varepsilon_{z,ad}$ sera pratiquement toujours vérifié.

- **Calcul des déformations admissibles à la base des couches bitumineuses ($\varepsilon_{t,ad}$) :**

$\varepsilon_{t,ad}$ est donné par la relation suivante:

$$\varepsilon_{t,ad} = \varepsilon_6\,(10°C, 25\ Hz)\ .\ kne.\ k\theta.\ kr.\ kc$$

Où :

ε_6 (10°C, 25 Hz) : déformation limite au bout de 10^6 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25 Hz (essai de fatigue).

kne : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.

kθ : facteur lié à la température.

kr : facteur lié au risque et aux dispersions.

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

Avec :

$$kne = \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b \quad ; \quad k\theta = \sqrt{\frac{E(10\ °C,10Hz)}{E(\theta eq,10Hz)}} \quad ; \quad kr = 10^{-tb\delta}$$

D'où :

$$\varepsilon_{t,ad} = \varepsilon_6\,(10°C, 25\ Hz)\ .\ \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b \cdot \sqrt{\frac{E(10°C,10Hz)}{E(\theta eq,10Hz)}}\ .\ 10^{tb\delta}\ .\ kc$$

Avec :

TCEi: trafic en nombre cumulé d'essieux équivalents 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.

δ : f (dispersion) $\Longrightarrow$ $\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} X\ Sh\right)^2}$

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'aprés le tableau 13 du catalogue-fascicule 2, page 18:
  - ε_6 (10°C, 25 Hz) = 100 x10^{-6} : (déformation sous la grave bitume).
  - b= -0.146 : ($-\frac{1}{b} = 6.84$ ⇒ $b = -\frac{1}{6.84}$ ⇒ b = -0.146).
  - E (10°C, 10Hz) = 12500 MPa ; E (θeq, 10Hz) = 7000 MPa.
  - SN = 0.45 (GB).
  - Sh = 3 cm (GB).
  - Kc = 1.3 (GB).

✓ kne = $\left(\frac{8.76 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0.146} = 0.728$ avec: $-\frac{1}{b} = 6.84$ ⇒ b = -0.146

$\Longrightarrow$ **kne = 0.728**

✓ $k\theta = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = 1.33$ ⟹ **kθ= 1.33**

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

- t = -1.282 : (r = 10 %).

$$\delta = \sqrt{(0.45)^2 + \left(-\frac{0.02}{0.146} \text{ x } 3\right)^2} = 0.609$$ ⟹ **δ = 0.61**

✓ $kr = 10^{-1.282\ x\ 0.146\ x\ 0.61} = 0.76$ ⟹ **Kr= 0.76**

$$\varepsilon_{t,ad} = 100.10^{-6} \text{ x } 0.728 \text{ x } 1.33 \text{ x } 0.76 \text{ x } 1.3 = 956 \,.\, 10^{-7}$$

⟹ **$\varepsilon_{t,ad} = 95.6 \text{ x } 10^{-6}$**

Calcul automatique: vérification du dimensionnement

A l'aide du logiciel ALIZE III

Les deformations admissibles sont:

✓ $\varepsilon_{z,adm}$ sol support = $514 \,.\, 10^{-6}$

✓ $\varepsilon_{t,adm}$ à la base de GB = $956 \,.\, 10^{-7}$

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

❖ ***Principe du programme* ALIZE III :**

ALIZE III est un programme mis au point au laboratoire central des ponts et chaussée. PARIS (1975).il 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 correspondant 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.

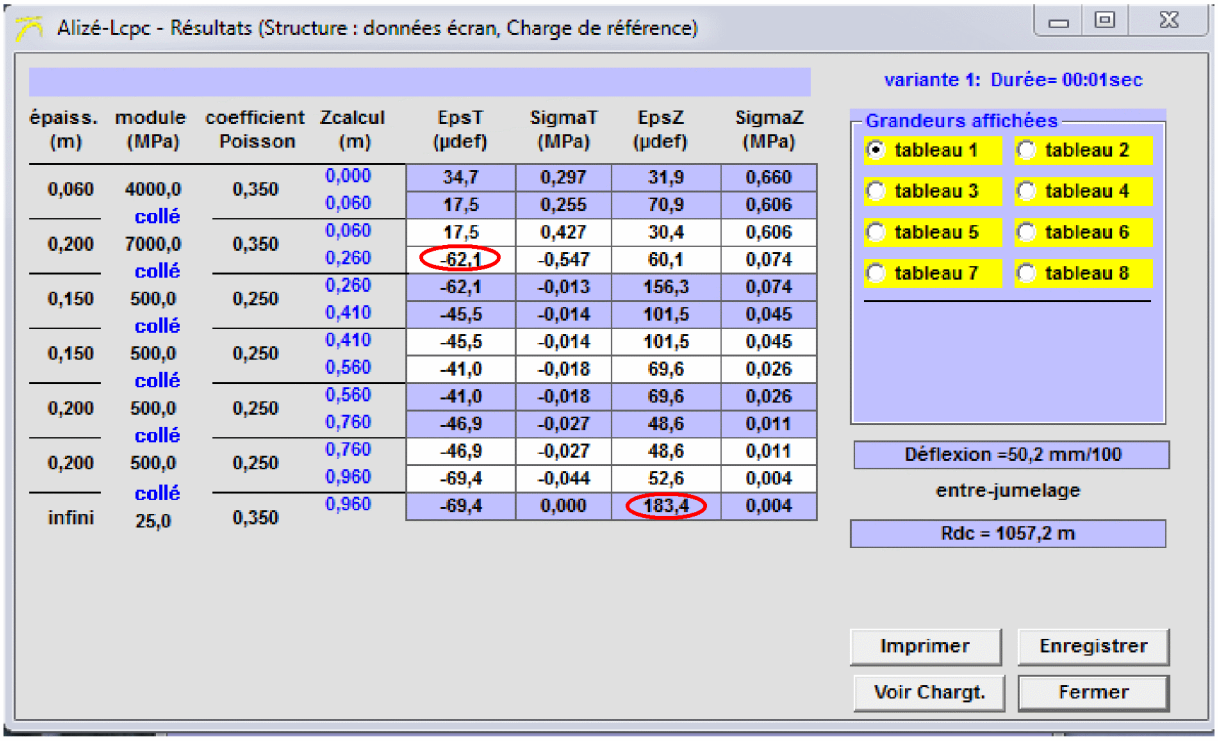
La modélisation de la structure est donnée au tableau suivant :

Tableau III.7

	e (cm)	E (MPa)	ϑ
Couche de roulement en BB	6	4000	0.35
Couche de base en GB	20	7000	0.35
Couche de fondation en GNT	15	500	0.25
	15	500	0.25
Couche de forme en TUF	20	500	0.25
	20	500	0.25
Sol support	Infinie	25	0.35

Les données et les résultats de calcul automatique s'affichent sur écran (Tableau III.8).

Tableau III.8 : Résultats écran –Alize III



épaiss. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	4000,0	0,350	0,000	34,7	0,297	31,9	0,660
	collé		0,060	17,5	0,255	70,9	0,606
0,200	7000,0	0,350	0,060	17,5	0,427	30,4	0,606
	collé		0,260	-62,1	-0,547	60,1	0,074
0,150	500,0	0,250	0,260	-62,1	-0,013	156,3	0,074
	collé		0,410	-45,5	-0,014	101,5	0,045
0,150	500,0	0,250	0,410	-45,5	-0,014	101,5	0,045
	collé		0,560	-41,0	-0,018	69,6	0,026
0,200	500,0	0,250	0,560	-41,0	-0,018	69,6	0,026
	collé		0,760	-46,9	-0,027	48,6	0,011
0,200	500,0	0,250	0,760	-46,9	-0,027	48,6	0,011
	collé		0,960	-69,4	-0,044	52,6	0,004
infini	25,0	0,350	0,960	-69,4	0,000	183,4	0,004

Résultats de simulation :

	Déformations calculées ALIZE III	Déformations admissibles
ε_z (sol support)	183.4 x 10^{-6}	514 x 10^{-6}
ε_t (à la base de la GB)	62.1 x 10^{-6}	95.6 x 10^{-6}

- La structure 6BB + 20GB + 30GNT + 40TUF est donc vérifiée puisque :
  - ✓ $\varepsilon_t < \varepsilon_{t,adm}$
  - ✓ $\varepsilon_z < \varepsilon_{z,adm}$

6. Conclusion

L'épaisseur du corps de chaussée obtenue avec la méthode du catalogue des structures est plus importante que celle calculée avec la méthode CBR

La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussées neuves étant une méthode qui s'appuis sur des lois de comportement à la fatigue, nous proposons de l'appliquer à notre projet pour les raisons suivantes :

- Elle fait appel aux spécificités géologique et climatique du pays
- Elle tient compte des ressources en matériaux disponible pour chaque région
- Elle donne ainsi la possibilité au projeteur de faire un choix entre plusieurs variantes de structures de dimensionnement, selon les données technico-économique locales et régionales relatives au projet.

❖ Alors le corps de chaussée de notre projet sera dimensionné comme suit :

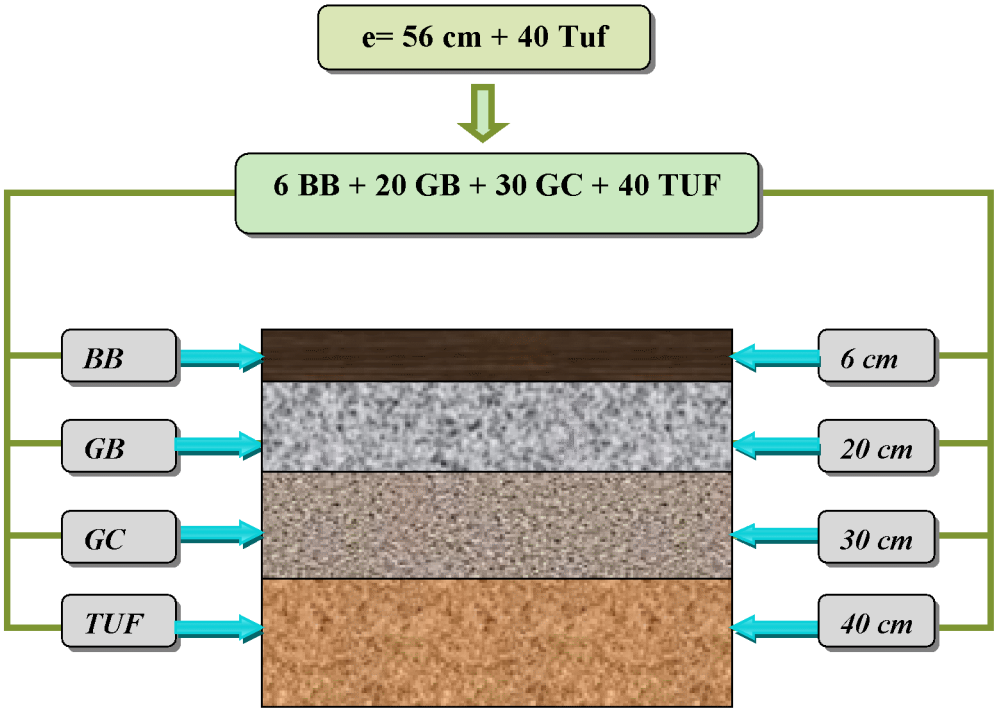


Figure III.2 : Schéma des différentes couches

❖ PARTIE I : Présentation brève du logiciel PISTE

1. Introduction :

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

Il bénéficie de l'expérience cumulée de **« SETRA »** avec le développement continu de plusieurs logiciels. Sa souplesse lui permet en outre de pouvoir traiter toutes les études modélisables par profils en travers (canaux, digues, barrages, voies ferrées, travaux aéroportuaires, tranchées ...).

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

2. Présentation du logiciel Piste :

Piste+5 travaille sous WINDOWS et son interface est organisée au tour d'un système de menus déroulants permettant d'accéder aux différentes fonctions avec la souris ou le clavier. Les dialogues nécessaires à l'exécution du programme sont effectués dans des boîtes de dialogue qui permettent de saisir interactivement les différentes valeurs. Les résultats de calculs sont dirigés dans des fenêtres de résultats permettant la consultation de l'intégralité des données après l'exécution du calcul. Les menus droits des modules de conception d'axes en plan et de profil en long sont contextuels. Ils varient en fonction des saisies effectuées en ligne de commande et font office d'assistance à l'utilisateur. La gestion des utilitaires est accessible par un clic droit dans la zone graphique.

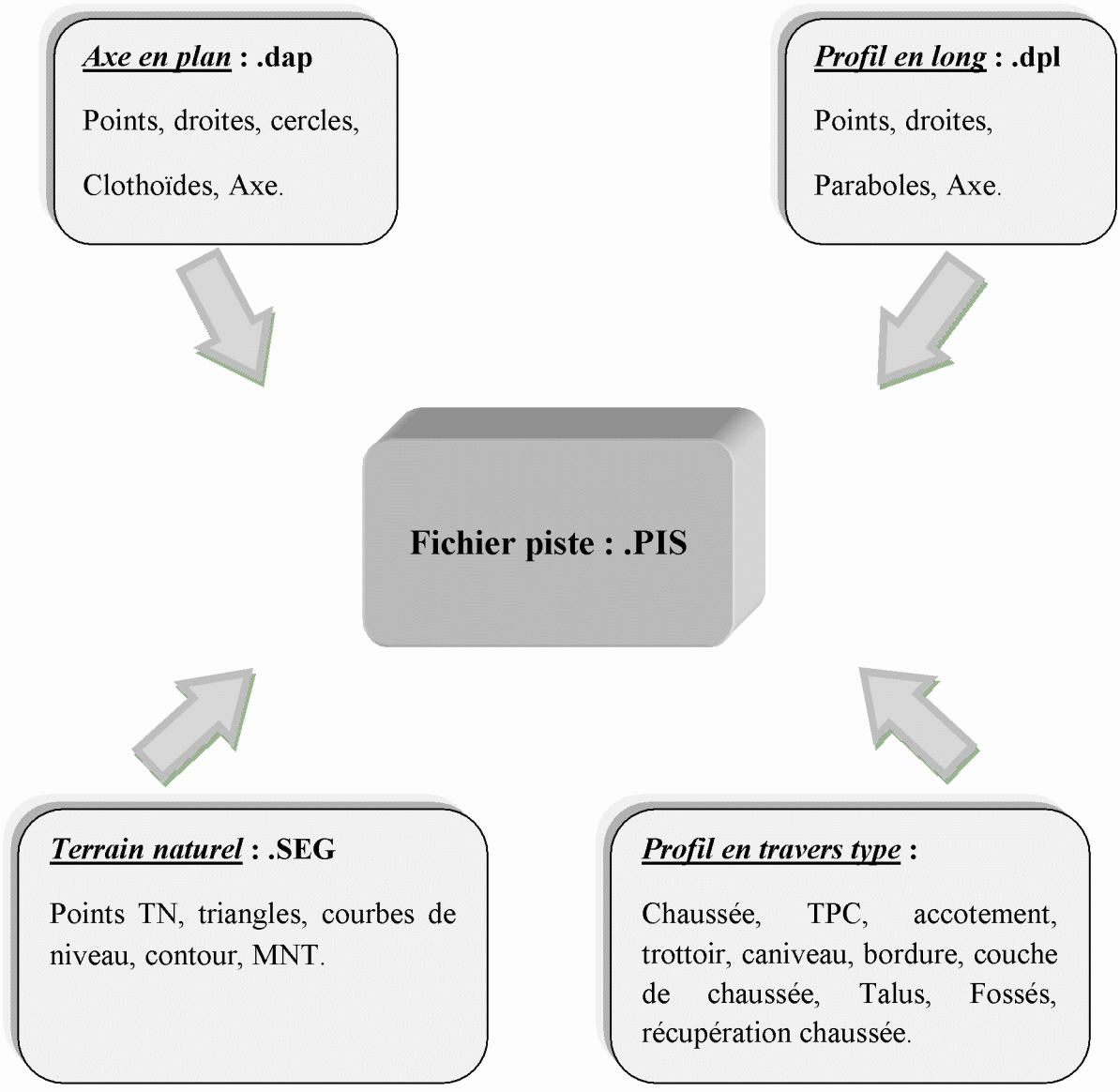
3. Un projet piste :

Un projet au sens de ***Piste*** est constitué par un fichier principal appelé fichier Piste. Ce fichier, organisé par profils en travers, contient toutes les informations nécessaires à l'étude. Il est reconnu par l'extension **.PIS** qui est associé à un ensemble de fichiers dont le nombre peut varier en fonction des données qu'il contient :

- **PIS :** Données transversales,
- **PTG :** Profils en travers géologiques
- **APL :** Eléments de l'axe en plan et zones de variation de dévers.
- **PEL :** Eléments du profil en long.
- **PLG :** Profil en long géologique.
- **PER :** Perspectives.

Remarque : Ces fichiers sont indissociables et correspondent à un seul projet piste.

Le schéma suivant résume l'interaction entre les fichiers principaux du logiciel piste 5.



❖ PARTIE II : Caractéristiques géométriques

1. Introduction

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain .en tenant compte des obligations suivantes :

- Une obligation de sécurité, liée au tracé, à la qualité de véhicules admis et à l'adhérence de la surface de roulement.
- Une obligation de confort, pour diminuer la fatigue des usagers et la nuisance.
- Une obligation d'économie globale, en vue de réduire le cout social des accidents et d'exploitation.
- Dans le cas d'étude d'un projet routier, il faudrait tenir compte des variations considérables relatives aux caractéristiques des véhicules admis aux conditions de surface chaussée et aux conditions ambiantes (métrologie, visibilité…..).

2. Tracé en plan :

2.1) Définition :

Le tracé en plan représente la reproduction à échelle réduite d'une projection de la route sur un plan horizontal. Il est constitué en général par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercle reliées entre eux par des courbes de raccordement progressif.

Le tracé est caractérisé par une vitesse de référence ou vitesse de base a partir de laquelle on pourra déterminée ou définir toutes caractéristiques géométriques de la route, le tracé en plan doit être étudie en fonction des données économiques qu'on peut recueillir.

2.2) Règles à respecter dans le tracé en plan :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le **B40**, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation.

Pour faire un bon tracé Dans les normes avec un minimum de cout, on doit respecter certaines conditions qui nous semblent pertinentes :

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

2.3) Les éléments du tracé en plan :

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

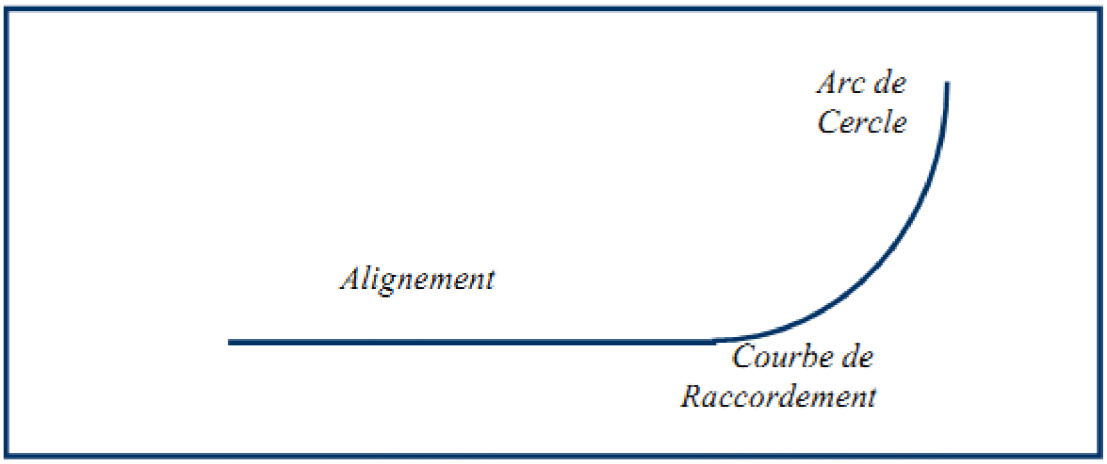


Fig. V1 : schéma des éléments du tracé en plan

2.3.1) Les alignements :

C'est le meilleur tracé qui convient aux voies ferrées sur le plan technique mais qui a des inconvénients dans le domaine routier.

a) <u>Avantage</u> :

- ✓ L'alignement droit c'est le plus court chemin.
- ✓ Bonnes conditions de visibilités.
- ✓ Construction facile.
- ✓ Absence de la force centrifuge.
- ✓ Dépassements aisés.

b) <u>Inconvénients</u> :

- ✓ Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- ✓ La vitesse est excessive.
- ✓ La longueur des alignements dépend de :
- ✓ La vitesse de base VB, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- ✓ Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- ✓ Du rayon de courbure de ces sinuosités.

2.3.1.1) <u>Règles concernant les alignements</u> :

- ❖ ***Longueur minimale :***

Celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps **t** d'adaptation.

$L_{min} = t.v$ <u>Avec</u> : { t=5 seconde ; v : Vitesse véhicule (m/s).

$L_{min} = 5\ v = \frac{5}{3.6} V_B$ <u>Avec</u> : V_B=80Km/h: vitesse de base en (km/h).

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

❖ ***Longueur maximale :***

Celle qui correspond à un chemin parcouru pendant (01) minute à la vitesse v.

$L_{max} = 60\ v = \frac{60}{3.6} V_B$ Avec : V_B=80Km/h : vitesse de base en (km/h).

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

Remarque :

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

2.3.2) Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

2.3.2.1) Stabilité en courbe :

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

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

a) Rayon horizontal minimal absolu :

C'est le plus faible rayon admissible dans une courbe, il est défini pour un dévers maximal de 7%.

$$\mathbf{RH\ min} = \frac{\mathbf{VB^2}}{\mathbf{127(ft+dmax)}}$$

ft : Coefficient de frottement transversal.

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

b) Rayon minimal normal :

C'est le rayon normal qui correspond au rayon minimal calculé pour une vitesse $\mathbf{V_B}$, augmenté de **20Km/h**, pour plus de sécurité et de confort.

$$\mathbf{RHN} = \frac{(\mathbf{VB+20})^2}{\mathbf{127(ft+dmax)}}$$

c) Rayon au dévers minimal :

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

- Dévers associé dmin = 2.5% ⟹ Catégorie 1-2
- Dévers associé dmin = 3% ⟹ Catégorie 3-4-5

$$\mathbf{RHd} = \frac{\mathbf{VB^2}}{\mathbf{127 \times 2 \times dmin}}$$

d) Rayon minimal non déversé :

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

$$\mathbf{RHnd} = \frac{(\mathbf{VB})^2}{\mathbf{127 \times 0.035}} \Longrightarrow \textbf{Catégorie 1-2}$$

$$\mathbf{RHnd} = \frac{(\mathbf{VB})^2}{\mathbf{127(f'' - 0.03)}} \Longrightarrow \textbf{Catégories 3-4-5}$$

Avec :

f' = 0.06 ⟹ Catégorie 1-2

f' = 0.07 ⟹ Catégorie 3

f' = 0.075 ⟹ Catégorie 4-5

2.3.2.2) Application au projet :

Notre projet est classé dans la catégorie 1(**C1**), situé dans un environnement 1(**E1**) avec une vitesse de base de **80 km/h**.

Donc d'après le règlement des normes algériennes **B40**, on aura le tableau suivant :

Tableau V.1: rayons du tracé en plan

Paramètres	**Symboles**	**Valeurs(m)**
Vitesse de base (km/h)	V_B	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (3%)	1000 (2.5%)
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (2.5%)	1400 (2.5%)

Remarque :

On essaye de choisir le plus grand rayon possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconise.

2.3.3) Courbe de raccordement CR :

Il permet d'éviter la variation brusque de la courbe entre lors du passage d'un alignement à un cercle ou l'inverse .elle a comme propriété essentielle : la variation progressive de la courbure.

Elle apporte des avantages très intéressants :

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

Parmi ces courbes la **clothoïde** qui est susceptibles de satisfaire la condition de variation continue de rayon de courbure.

2.3.3.1) <u>Clothoïde</u> :

a) ***Définition :***

La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dés l'origine ou il est infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul.

b) Choix de la Clothoïde :

La Clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans notre étude pour les avantages suivants :

- ✓ La courbure de la Clothoïde est linéaire par rapport à la longueur d'arc.
- ✓ La Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale.
- ✓ La variation constante de la courbure de la Clothoïde correspond pour le conducteur à une rotation constante de son volant.
- ✓ La Clothoïde satisfait également les exigences esthétiques et de confort optique, si elle est bien choisie.

c) Expression mathématique de la clothoïde :

Courbure **K** linéairement proportionnelle à la longueur curviligne **L**

$$\mathbf{K = C.\ L}$$

Pour l'homogénéité de la formule, on pose $\Longrightarrow$ $\frac{1}{C} = A^2$

$K = \frac{1}{R} \Rightarrow L.R = \frac{1}{C} \Rightarrow \frac{1}{R} = C.L$

Equation fondamentale: $\mathbf{L.R=A^2}$

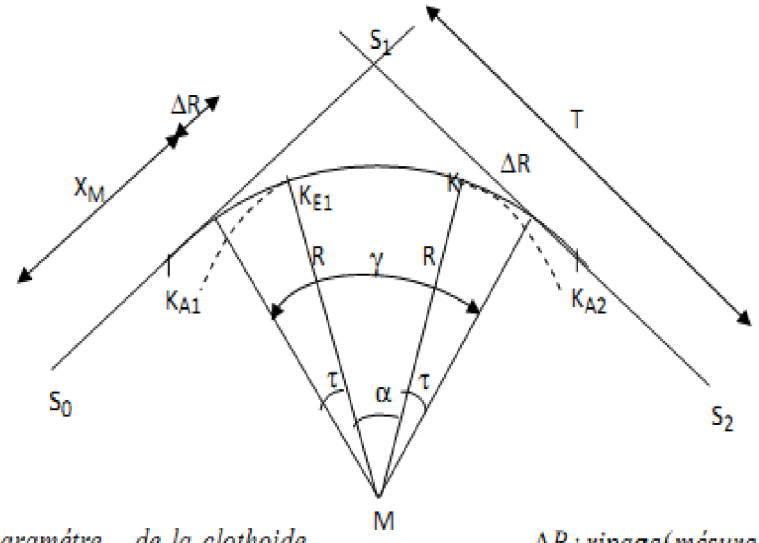
Avec :

R : Rayon du cercle.

L : longueur de la branche de clothoïde.

A : Paramètre de la clothoïde.

d) Les éléments de la Clothoïde:



A : *paramétre de la clothoide*

L : *longueur de la branche de la clothoide*

R : *rayon du cercle*

K_A : *origine de la clothoide*

K_E : *extrémité de la clothoide*

Tangente

S_L : *la corde à la clothoide* $= (K_E - K_A)$

ΔR : *ripage (mésure le décalage entre l' alignement droite et l' arc du cercle*

τ : *angle des Tangentes*

M : *centre du cercle*

X_M : *abscisse du centre du cercle*

T : *grand Tangente*

σ : *l' angle polaire (angle de corde avec la tangente)*

e) Les conditions de raccordement :

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

e .1) <u>Condition de confort optique</u> :

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

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

$$\tau \geq 3° \qquad \text{soit :} \quad \tau \geq \frac{1}{18} \text{ rad}$$

$$\tau = \frac{L}{2R} > \frac{1}{18} \text{ rad} \quad \Rightarrow \quad L \geq \frac{R}{9} \quad \text{soit :} \quad A \geq \frac{R}{3}$$

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

- Pour R<1500 ⇒ ΔR =1m (éventuellement 0.5m) d'où $L_{op} = \sqrt{24\, R\, \Delta R}$
- Pour 1500 < R < 5000 m $\tau = 3°$ c'est-à- dire $L_{op} = \frac{R}{9}$
- Pour R< 5000 ⇒ ΔR limité à 2.5m soit $L_{op} = 7.75\sqrt{R}$

e .2) <u>Condition de confort dynamique</u> :

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

La variation de l'accélération transversale est : $\frac{Vr^2}{(R - g\Delta d)}$

Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur : $Kg = \frac{1}{0.2Vr}$

On opte : $$\mathbf{L_{cd} \geq \frac{Vr^2}{18}\left(\frac{Vr^2}{127\,R} - \Delta d\right)}$$

Vr : vitesse de base en (km/h).

R : rayon en (m).

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

e.3) <u>Condition de gauchissement</u> :

La demi-chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule, le raccordement doit assurer un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative du profil en long au bord de la chaussée déversée et de son axe de telle sorte : $\Delta P \leq \frac{0.5}{Vr}$

Nous avons : $L_{cg} = l.\ \Delta d\ .Vr$ avec : l = largeur de la chaussée.

Nota **:**

La longueur de la courbe ≪ **L** ≫ à prendre en considération dans le tracé en plan :

$$\mathbf{L = max\ (L_{op}, L_{cd}, L_g)}$$

Remarque :

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

$\frac{\Delta d}{\Delta t}$ Avec $\Delta t = \frac{L}{v}$, $v = \frac{V}{3.6}$ et $L \geq \frac{5 \times \Delta d \times Vr}{36}$, Δd : exprimé en valeur réelle.

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

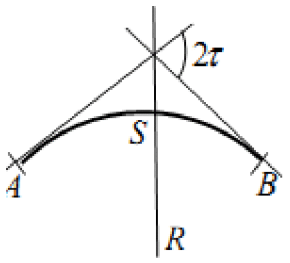
2.4) Combinaison des éléments de tracé en plan

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

Courbe en sommet :

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

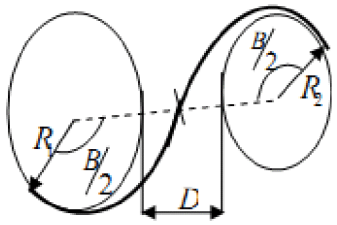
Courbe en sommet



Courbe en S :

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

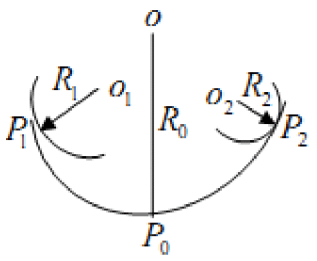
Courbe en << S >>



Courbe en C :

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

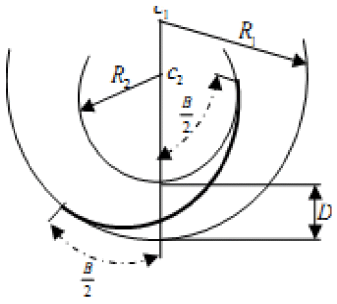
Courbe en << C >>



Courbe en Ove :

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

Courbe en ovale



2.5) Paramètres fondamentaux :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie C1, dans un environnement E1, avec une vitesse de base V_B = 80 km/h. Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées de la norme **B40**.

Tableau V.1: Paramètres fondamentaux du tracé en plan

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	Lmin	112
Longueur maximale (m)	Lmax	1333
Devers minimal (%)	dmin	2.5
Devers maximal (%)	dmax	7
Temps de perception réaction (s)	t_1	2
Frottement longitudinal	f_L	0.39
Frottement transversal	ft	0.13
Distance de freinage (m)	d_0	65
Distance d'arrêt (m)	d_1	109
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	dm	325
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	dN	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	dMd	200
RHm (m) (d'associe %)	RHm	250 (7 %)
RHN (m) (d'associe %)	RHN	450 (5 %)
RHd (m) (d'associe %)	RHd	1000(2.5 %)
RHnd (m) (d'associe %)	RHnd	1400 (-2.5 %)

2.6) Application à Notre projet :

Nous allons procéder à la conception du projet avec le logiciel piste et nous expliquerons le fonctionnement du logiciel piste5.

2.6.1) Construction du terrain :

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

Copier toutes les coordonnées x,y,z de l'Excel ⟹ tous les programmes ⟹

Accessories: Word pad ⟹ Edition ⟹ Collage special ⟹

Texte non formaté ⟹ Ok.

Enregistrer sous ⟹ forma type : MS DOS ⟹ Nom : levé .xyz

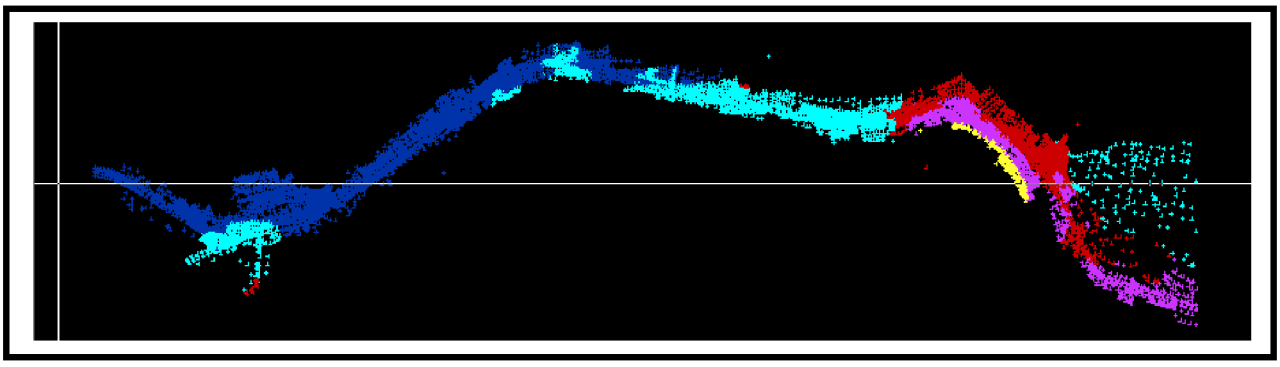
Piste ⟹ Fichier ⟹ Nouveau ⟹ Fond de plan TPL (seg) ⟹ Ok.

Enregistrer ⟹ Nom : … ⟹ Ok ⟹ Ok.

Fichier ⟹ lire (levé.xyz).

On obtient alors le nuage de point suivant :

Fig. V.1 : Nuage de point



Nota : avant d'entrée dans ce répertoire (longitudinale), il faut ouvrir le fichier.Seg où encore suivre les étapes suivantes :

Fond de plan ⟹ Ouvrir (votre fichier.Seg).

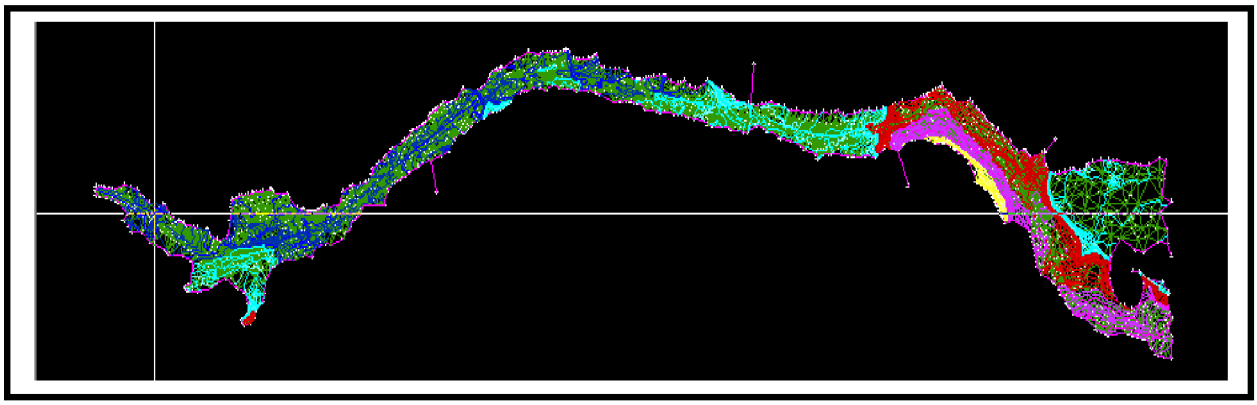
Fon de plan TPL ⟹ Calcul ⟹ Trianguler

Calcul ⟹ Courbe (choisir valeur de Pas (ex : 2m) ⟹ Ok.

Calcul ⟹ Interpoler (il faut que le nombre de profils terrain soit n sur n, par exemple 48 profils terrain sur 48 ne pas, 48 sur 50, la solution de ce problème soit de diminuer l'axe).

Calcul ⟹ haut bas.

Fig. V.2 : Triangulation et calcul de courbes de niveau



2.6.2) <u>Construction des éléments de l'axe</u> :

Fichier ⟹ Nouveau ⟹ Conception plane (dap) ⟹ (créer un fichier.DAP)

⟹ Ouvrir le Fond de plan

Dessiner l'axe en plan (par ordre) :

- **<u>LES POINTS</u> :**

Point ⟹ nom d'élément ⟹ POI P1 ⟹ Saisir POI P1 ⟹ exécuté ou graphiquement, ou point terrain

- **<u>LES DROITES</u> :**

Droite ⟹ nom d'élément ⟹ D1 P1 P2 (entre 2 points).

- **<u>LES LIAISONS</u> :**

Distance ⟹ nom d'élément (A1)

Distance ⟹ nom d'élément (R1)

Liaison ⟹ nom d'élément (L1) ⟹ Droite (entre deux droites) ⟹

Paramètre : Distance (A1) ⟹ Distance (R1) ⟹ exécuté.

Nota : on refait ces procédures pour les autres paramètres (A2, R2, L2,…).

2.6.3) Construction de l'axe :

Axe ⟹ Nom d'élément : AXE 1 point (Sélectionner avec la sourie le point P1).

Fin automatique ⟹ exécuté (Echappe)

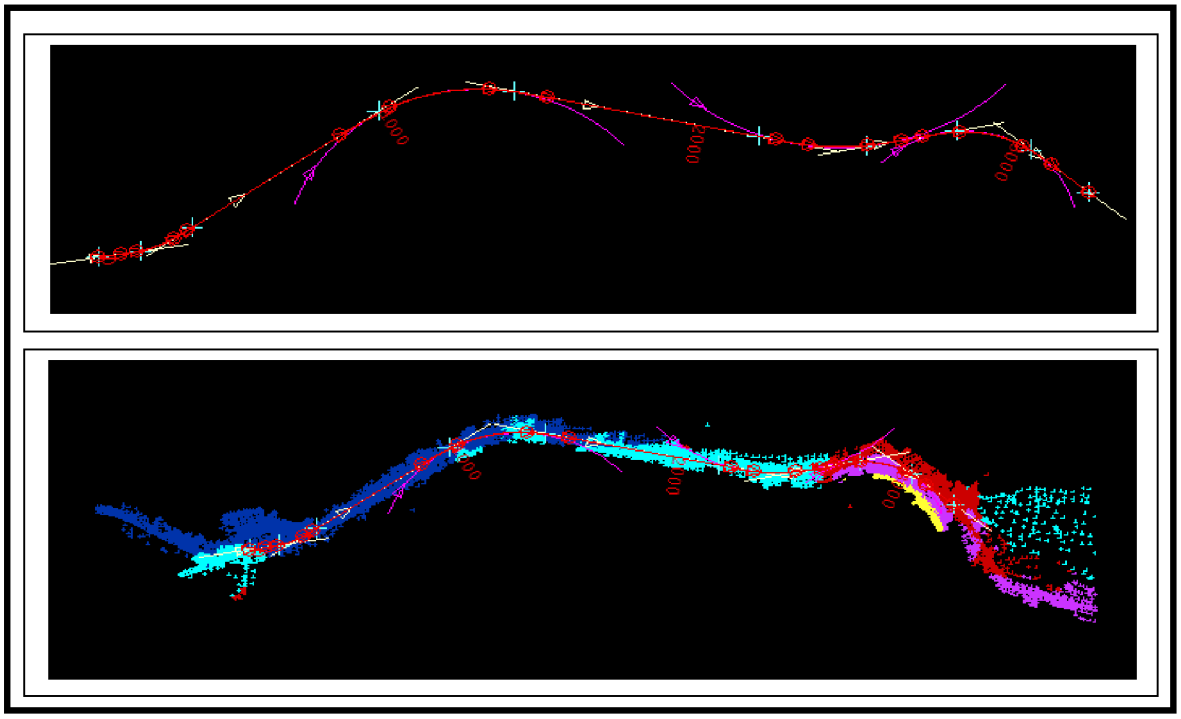
Remarque :

AXE 1 Et Fin automatique ⟹ exécuté. (Echappe).

Calcul ⟹ Zones ⟹ Axe ⟹ Saisir une valeur (par exemple chaque 10 mètres, nous saisissons : Axe 1 0.00 10 ⟹ exécuter.

Un clic sur **F2** nous permet de voir les résultats en mode texte .nous les donnerons en annexe.

Fig. V.3 : Axe en plan



3. Profil en long :

3.1) ***Définition :***

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant le plan vertical passant par l'axe du tracé, il est toujours composé d'éléments de lignes droits inclinées

(rampes et pentes) et arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves).

3.2) *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.
- Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

3.3) *Coordination du tracé en plan et profil en long :*

Il faut signaler toute fois et dés maintenant qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan. On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Et pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :
  - $\mathbf{R_{vertical} > 6\ R_{horizantal}}$ pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

3.4) ***Déclivités :***

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

a) ***Déclivité minimale :***

Il est recommandable d'évité les pentes inférieures à 1%, et surtout à 0.5% et ceci dans le but d'éviter la stagnation des eaux.

Dans les longues sections en déblais on prend Imine= 0.5% pour que les ouvrages de canalisation ne soient pas profonds.

b) Déclivité maximale :

Il est recommandable d'éviter La déclivité maximale qui dépend de :

- Condition d'adhérence ;
- Vitesse minimale de PL ;
- Condition économique ;

La pente maximale du projet sera inférieure ou égale à (I_{max} =6%) dans le franchissement de la côtière.

Nota :

Selon les normes du B40 on a : { Catégorie : **C1** ; Environnement : **E1** } ⟹ $P_{max} = 6\%$

Vr Km/h	40	60	80	100	120	140
I_{max} %	8	7	**6**	5	4	4

- Pour notre cas la vitesse Vr=80 Km/h donc la pente maximale I_{max} **=6%**.

3.5) Raccordement en profil en long :

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

On distingue deux types de raccordements :

3.5.1) 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 à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

❖ ***Condition de confort :***

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à (0.3m /s2 soit g /40), le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$\frac{V^2}{R_V} < \frac{g}{40}$$ Avec: g = 10 m /s^2.

D'ou :

$$\begin{cases} R_v \geq 0{,}3\ V^2 \Longrightarrow \text{(cat 1-2).} \\ R_v \geq 0{,}23\ V^2 \Longrightarrow \text{(cat 3-4-5).} \end{cases}$$

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 a celle de condition confort.

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

D_1 : Distance d'arrêt (m).

h_0 : Hauteur de l'œil (m).

h_1 : Hauteur de l'obstacle (m).

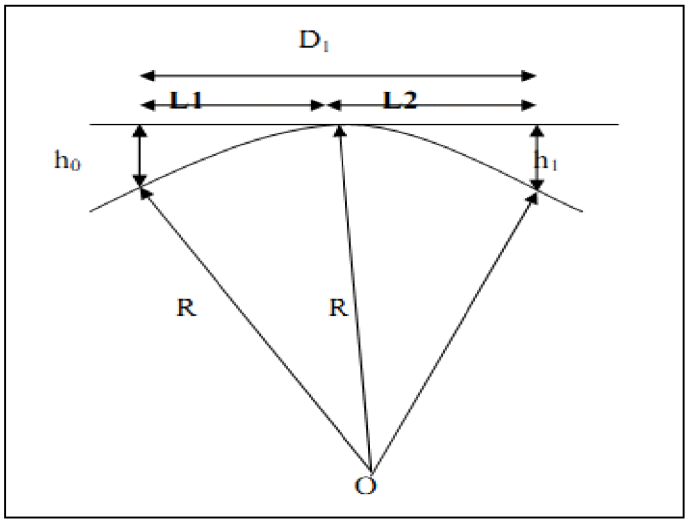


Fig. V.4 : Schéma de calcul des rayons en angle saillant

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix bidirectionnelle et pour une vitesse de base Vr=80Km/h et pour la catégorie C1 on à :

Normes du B40	Profil en long : Les rayons verticaux (convexes)		
	Rayon Rv	**Symbole**	**Valeur**
	Min-absolu	Rvm	4 500
	Min- normal	RvN	10 000
	Dépassement	RvD	11 000

❖ ***Condition d'esthétique*** **:**

Comme tout ouvrage désigné de ce nom, une grande route moderne devrait être conçue et réalisée de façon à procurer aux usagers une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté. Pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur une distance restreinte. pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale et (b>50) pour des dévers

d < 10% 'spécial échangeur'.

$$Rv\ min = 100 \times \frac{50}{\Delta d\%}$$

dΔ : Changement de dévers (%).

Rv min : Rayon vertical minimum (m).

3.5.2) Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

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

Pour une chaussée bidirectionnelle avec une Vr = 80 Km/h et catégorie C1 on a le tableau suivant :

Norme du B40	Profil en long : Les rayons verticaux (concaves)		
	Rayon Rv	**Symbole**	**Valeur**
	Min-absolu	R'vm	2 400
	Min -normal	R'vN	3 000
	Dépassement	RvD	11 000

3.6) Application à Notre projet:

❖ ***La conception longitudinale :***

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

Pour les distances, nous saisissons sauf les valeurs de (R1, R2,…..etc.).

Distance ⟹ choisir une valeur de R ⟹ exécuter. (Echappe).

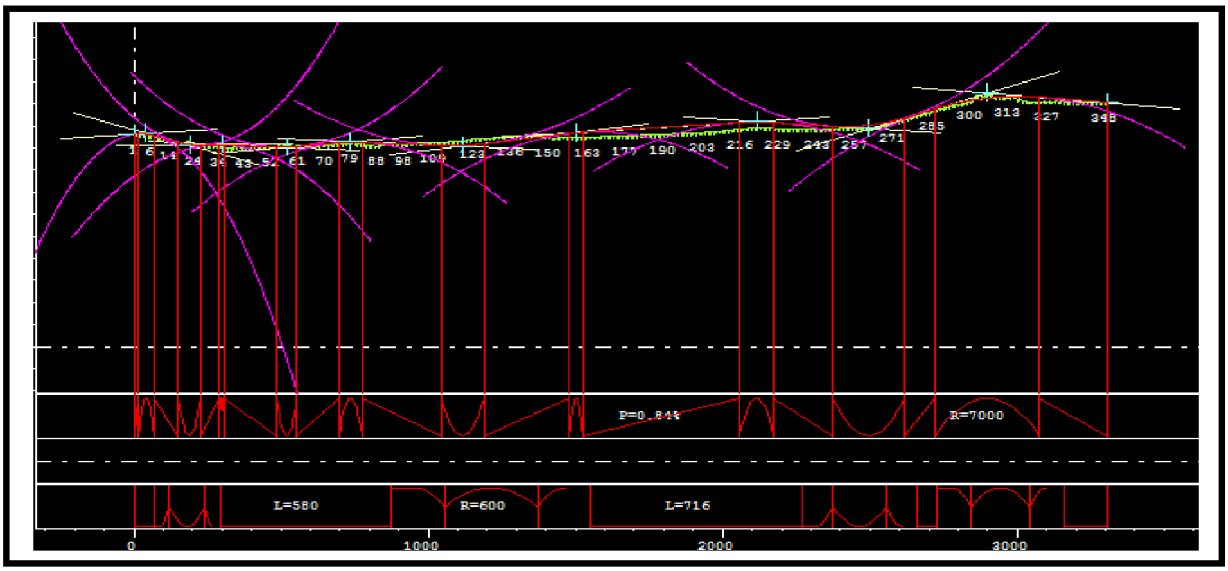
Parabole ⟹ nom d'élément : par para1 D1 D2 R1 (entre deux droites).

Axe ⟹ Point(P1) ⟹ Fin automatique ⟹ exécuté. (Echappe).

Calcul ⟹ Tabuler un axe ⟹ < RC > Compléter.

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

Fig. V.5: Profil en long



4. profil en travers:

4.1) *Définition :*

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

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

4.2) *Les éléments constitutifs du profil en travers :*

- **Emprise :** c'est la surface du terrain naturel affecté à la route ; limitée par le domaine public.

- **Assiette :** c'est la surface de la route délimité par les terrassements.

- **Plate forme :** elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la chaussé et les accotements, éventuellement le terre plein central et bande d'arrêt.

- **Chaussée :** c'est la partie de la route affecté à la circulation des véhicules.
- **Terre- plein central (T.P.C) :** Il assure la séparation matérielles des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deus bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

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

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

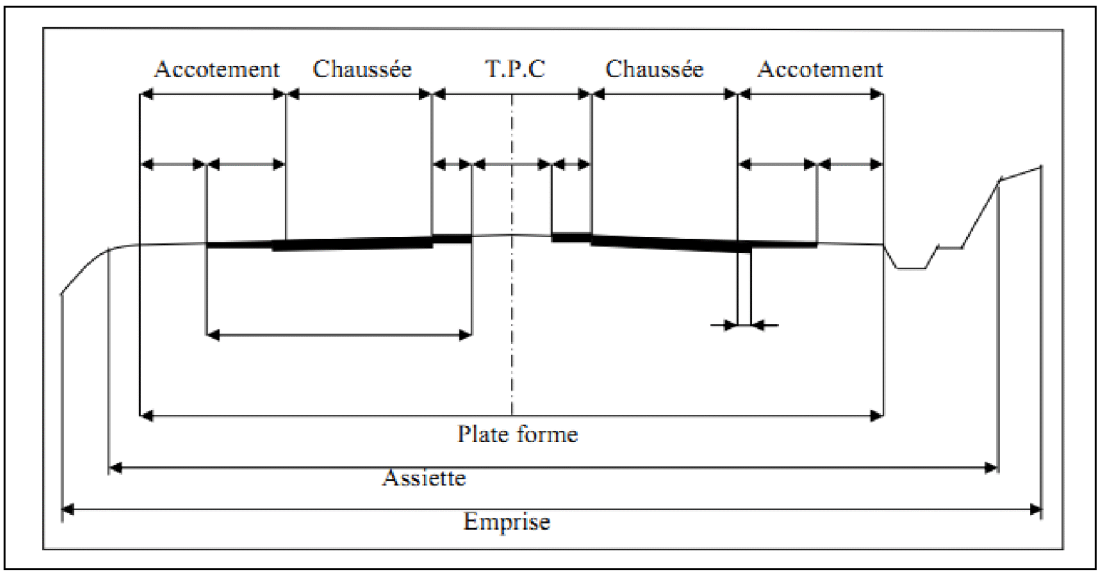


Fig. V.6 : schéma des éléments du profil en travers

4.3) ***Classification du profil en travers :***

On distingue deux types de profils :

- Profil en travers courant ;

- Profil en travers type.

❖ ***Le 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.

❖ ***Le 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 mixte.

4.4) Application à Notre projet:

❖ ***La conception transversale :***

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

Conception transversale ⟹ non de fichier.pis (axe1.pis) ⟹ Ok

Calcul ⟹ Dévers ⟹Calculer ⟹ Recherche semi-automatique (Compléter le tableau).

Dévers ⟹ calculé ⟹ fermé.

Dévers ⟹ fin ⟹ créer un fichier.dvt ⟹ Ok.

Projet ⟹ créer un fichier. Type

Profil type ⟹ nom de profile type (T 1).

Créer ⟹ Nouveau ⟹ Ok.

❖ ***Le profil en travers type du notre projet :***

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

- ✓ deux chaussées de trois voies de 3.5m chacune : (3 x 3.5) x 2 = 21.00m
- ✓ un terre–plein central de 3 m : 3.00m
- ✓ une bande d'arrêt d'urgence de 2.5m pour chaque coté : 2.5x 2= 5.00 m

Donc notre tronçon de route possède une largeur de 29m.

5. Conclusion :

Nous avons vu dans ce chapitre 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 piste 5, les résultats de calcul sont joints aux annexes.

1. 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 visibles sur les profils en longs et les profils en travers courants.

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.

Ce calcul s'appelle << les cubatures des terrassements >>.

2. Définition :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

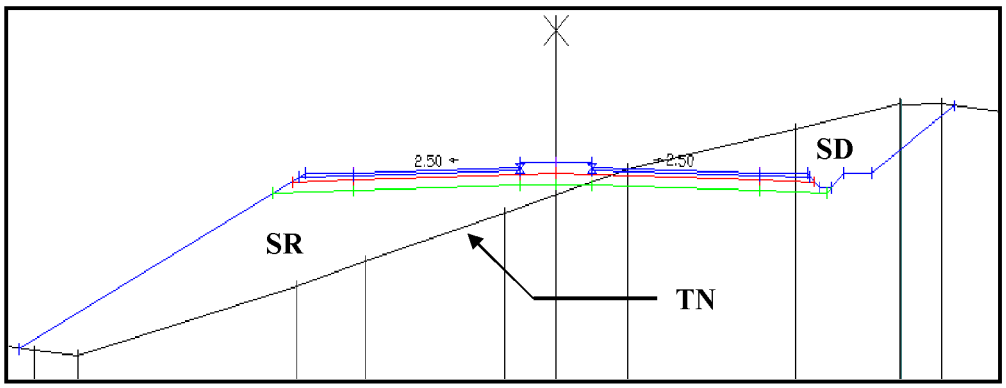
- ✓ Les profils en long
- ✓ Les profils en travers
- ✓ Les distances entre les profils.

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

3. Méthode de calcul des cubatures :

Ayant dessiné le profil en travers du terrain au droit des section transversales de la plate forme de voie (une fois tous les 20 m et à chaque point de changement de déclivité) de la ligne rouge ou du profil en long du terrain naturel

Nous considérons (sur ce profil en travers du terrain naturel, le profil type lui correspondant (profil en travers type en remblai, en alignement droit ou en courbe).



TN : terrain naturelle.

SD : surface déblai.

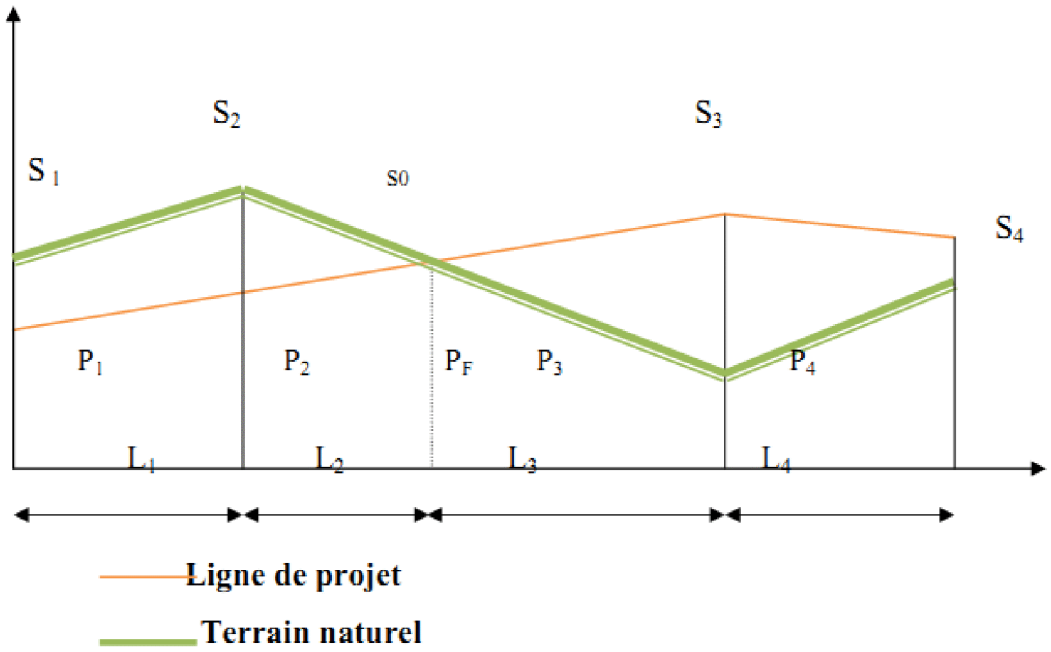
SR : surface remblai.

Le travail consiste a calculé les surfaces **SD** et **SR** pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

A. Formule de SARRAUS :

Elle consiste à calculer séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant << la formule des trois niveaux >>

Le volume V compris entre S1 et S2 est égale à : $\mathbf{V = \frac{h}{6}(S1+S2+4S)}$



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 à mi-distance de P1 et P2).

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

$$V_1 = \frac{L1}{6}\ (S1+S2+4S_{moy})$$

Pour un calcul plus simple on à considérer que : $S_{moy} = \frac{(S1+S2)}{2}$

D'ou :

$$V_1 = L_1 \frac{(S_1+S_2)}{2}$$

Entre P1 et P2 $V_1 = L_1 \frac{(S_1+S_2)}{2}$

Entre P2 et PF $V_2 = L_2 \frac{(S_2+0)}{2}$

Entre PF et P3 $V_3 = L_3 \frac{(0+S_3)}{2}$

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

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

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.

B. *Méthode linéaire :*

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

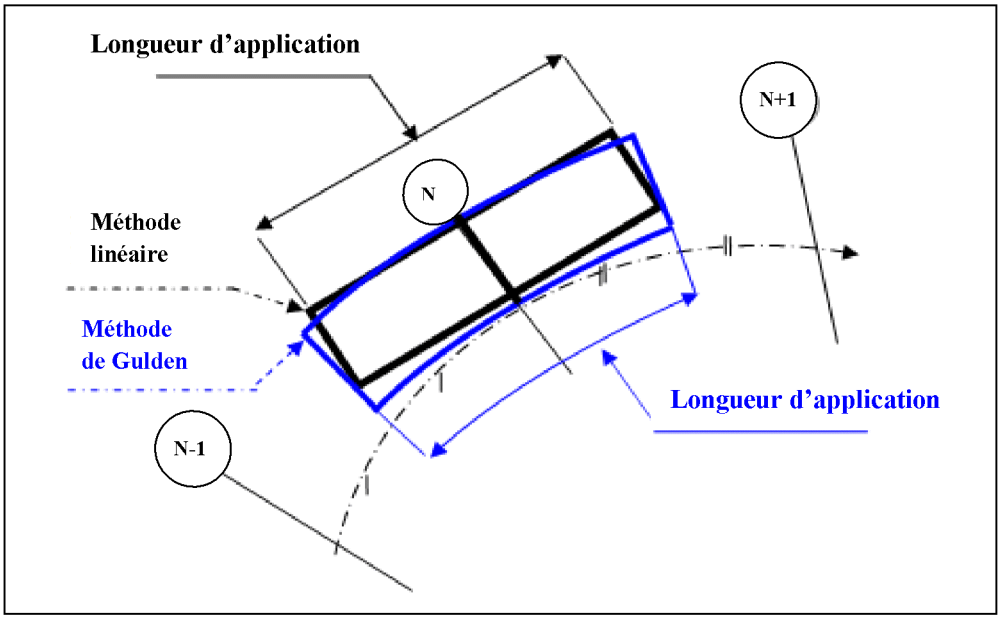
C. *Méthode de GULDEN :*

Dans cette méthode, les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée.

Pour obtenir les volumes et les surfaces, ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné.

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée.

Si on utilise la méthode de Gulden, la quantité « longueur d'application » n'a plus de sens.



4. Application au projet : Calcul des cubatures de terrassement :

La méthode choisie pour le calcul est celle de GULDEN.

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

- ***Volume des déblais*** $\mathbf{V_d = 67049\ m^3}$
- ***Volume des remblais*** $\mathbf{V_r = 95033\ m^3}$

1. Introduction

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

Dans ce contexte, il faut prévoir un ensemble de dispositifs dans le but de récolter et d'évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire :

1/ l'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, curettes, rigoles, gondoles, etc.…

2/ les drainages : Ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes).

3/ les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, …).

2. Objectif de l'assainissement

L'assainissement dans le domaine 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, et augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

3. Assainissement de la chaussée

Pour assurer l'assainissement de notre chaussée et ce conformément aux normes du B40 du Ministère de l'Equipement.

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

4. Quelques définitions

- ***Fossé de pied du talus de déblai :***

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

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

- ***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.

- ***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.

- ***Drain :***

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant 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.

- ***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.

- ***Buses et dalots :***

En général, il est nécessaire de faire passer l'eau sous les routes ou moyen de buses ou dalots. Ceux-ci doivent être construits en béton ou en maçonnerie et conduisent les eaux dans un bassin d'amortissement.

- ***Collecteur principal (canalisation) :***

C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

- ***Chambre de visite (cheminée) :***

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

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

- ***Sacs :***

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

- ***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.

5. Détermination des bassins versants

5.1) Définition :

Une surface délimitée par un contour à l'intérieur du quel toute goutte qui tombe de pluie va impérativement dans le thalweg principal après passage dans l'un des thalwegs secondaires.

5.2) Surface des bassins versants (A) :

Le tronçon routier RN 12, a long de 3 kilomètres, traverse plusieurs écoulements dont, la superficie de leurs bassins versants varie. Pour notre projet, Il existe 6 bassins versants qui ont été délimités en fonction des lignes de crêtes sur la carte d'état major à l'échelle 1/25000^{éme}.

Les bassins des différents écoulements présentent des surfaces peu importantes. Les principales caractéristiques des bassins peuvent être déterminées :

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

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

Avec :

L : longueur de Thalweg.

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

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

5.3) Caractéristiques morphologiques des bassins versants :

N° Bassin	PK Ouvrage	Surface (KM^2)	L (KM)	Hmax (m)	Hmin (m)	Hmoy (m)	P %
1	6 +457.507	1.18	2.15	245.0	92.0	168.5	7.13 %
2	6 +457.507	1.16	1.97	270.0	88.0	179.0	9.23 %
3	6 +973.270	5.23	5.38	775.0	95.7	435.4	12.63 %
3-A	6 +973.270	4.70	5.38	775.0	95.7	435.4	12.63 %
3-B	7 +286.650	0.26	1.18	150	97.0	123.5	4.49 %
3-C	7 +667.233	0.18	0.91	140	98.0	119.0	4.62 %
4	8 +040	0.96	2.58	293.0	92.0	192.5	7.80 %
5	8 +800	0.62	0.86	177.0	102	139.5	8.72 %
5-A	8 +583.722	0.28	0.47	116.0	100	108.0	3.40 %
5-B	8 +800	0.34	0.86	177.0	102	139.5	8.72 %
6	9 +560	0.12	0.11	171.0	116.0	143.5	50 %
6-A	9 +240	0.07	0.70	170.0	115.0	142.5	7.86 %
6-B	9 +560	0.05	0.54	154.0	111.0	132.5	7.96 %

Tableau VII.1 : Caractéristiques morphologiques des bassins versants

Remarque :

D'après les résultats de tableau, on a des superficies inferieures à 5Km2

Après avoir déterminé les caractéristiques physiques des bassins versants, on calcule le débit de crue.

6. Dimensionnement des ouvrages d'évacuation

La méthode de dimensionnement consiste à choisir un ouvrage, sa pente, puis à vérifier sa capacité à évacuer le débit d'apport.

Ce dimensionnement doit être compatible avec les conditions d'une bonne exécution et un entretien facile.

Les dimensions retenues pour l'ouvrage sont celles qui répondent aux conditions :

$$Q_a < Q_s$$

Q_a : Débit d'apport (m^3/s)

Q_s : Débit de saturation de l'ouvrage (m^3/s).

- La vitesse maximale d'écoulement est limitée à 4 m/s.
- La superficie du bassin versant est inférieure à 10km².
- La formule rationnelle est appliquée
- Le débit d'apport : En fonction de la superficie du bassin versant. Le débit ce calcul par les formules suivantes :

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

Avec:

- A : surface du bassin versant exprimée en (ha).

- I : intensité moyenne de pluie de fréquence donnée pour une durée égale au temps de concentration exprimé en (mm/h)

-C : coefficient de ruissellement.

-K : coefficient de conversion des unités (les mm/h en l/s) ; K = 0.2778

- ❖ La superficie du bassin versant est comprise entre 10 km² et 100km². C'est la formule rationnelle qui sera appliquée, mais en remplaçant A par A'.

Où : $\mathbf{A' = [10 + (A-10).\ 0.8]}$

Cet abattement est justifié par le caractère limite de la surface couverte par l'orage.

6.1) Coefficients de ruissellements 'Cr':

Le coefficient de ruissellement d'une surface donnée est le rapport du volume d'eau qui ruisselle de cette surface au volume d'eau tombée sur elle .

$$\mathbf{Cr = \frac{Volume\ d'eau\ de\ pluie\ ruisselé}{Volume\ d'eau\ tombé}}$$

Le coefficient dépende de plusieurs facteurs à savoir :

- ✓ Le mode d'occupation du sol.
- ✓ L'inclinaison du terrain.
- ✓ La densité de la population.

On remarque cette influence dans les tableaux VII.2, VII.3 et VII.4

Tableau.VII.2 : Valeur du Coefficient "Cr" en fonction de la zone d'influence

Zone d'influence	Cr
Surface totalement imperméable (toitures, chaussées, trottoirs…)	0.90
Pavage à large joints.	0.60
Voies et macadam non goudronnés	0.35
Allées en gravier	0.20
Surfaces boisées	0.05

Tableau VII.3 : Valeur du Coefficient "Cr" en fonction des catégories d'urbanisation

Couverture Végétale	Coefficient Cr
Zone d'habitation dense	0,90
Zone d'habitation moins dense	0,60 – 0,70
Zone d'habitation	0,40 – 0,50
Quartiers résidentiels	0,20 – 0,30
Squares, jardins, praires	0,05 – 0,20

Tableau VII.4 : Valeur du Coefficient "C3" Relative à la Couverture du Sol

Densité de la population (habitant / hectare)	Coefficient Cr
20	0,20
20 - 60	0,20 – 0,25
60 - 150	0,25 – 0,45
150 - 200	0,30 – 0,45
200 - 300	0.45 – 0.60
300 - 400	0.60 – 0.80

6.2) Intensité de la pluie (I) :

La détermination de l'intensité de la pluie, comprend différentes étapes de calcul qui sont :

6.2.1) Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle :

$$P_j = \frac{P_{j\,moy}}{\sqrt{C_v^{\,2} + 1}} \exp\left(u \sqrt{Ln\,(c_v^2 + 1)} \right)$$

Pj moy: hauteur de la pluie journalière moyenne (mm)

Cv : coefficient de variation.

Ln : log. Népérien.

U : variable de GAUSS (fonction de la période de retour) dont les valeurs sont données par le tableau suivant :

Tableaux VII.5: Valeur du Coefficient variable de GAUSS

Fréquence %	50	20	10	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	50	100
Variable de GAUSS	0.00	0.84	1.287	2.05	2.327

Remarque :

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

6.2.2) Temps de concentration (t) :

La durée 't' de l'averse produisant le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration. Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandothi, comme suit :

- **La formule de VENTURA :**

Lorsque $A < 5$ km² $\Longrightarrow$ $t_c = 0.127\sqrt{\frac{A}{P}}$

- **La formule de PASSINI :**

Lorsque $5\text{km}^2 \leq A < 25$ km² : $\Longrightarrow$ $t_c = 0.108\frac{\sqrt[3]{A.L}}{\sqrt{P}}$

- **La formule de GIADOTTI :**

Lorsque $25\text{ km}^2 \leq A < 200$ km² $\Longrightarrow$ $t_c = \frac{4\sqrt{A}}{0.8} + \frac{1.5\,L}{\sqrt{H}}$

Avec :

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

- **A** : Superficie du bassin versant (km²).

- **L** : Longueur de bassin versant (km).
- **P** : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).

6.2.3) Fréquence d'averse :

La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

$$P_t\,(\%) = Pj\,(\%)\,\left(\frac{t_c}{24}\right)^b$$

Pj: pluie journalière maximale annuelle.

P_t: hauteur de la pluie de durée t (en mm).

b : exposant climatique.

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

6.2.4) Intensités de l'averse :

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

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

Avec :

$$I = \frac{Pj(\%)}{24}$$

6.2.5) Calcul de débit de saturation :

Ce débit est donné par la formule de MANNING et STRICKLER :

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

Avec :

Kst : coefficient de MANNING-STRICKLER

- Paroi en terre : **Kst = 30**
- En buses métalliques : **Kst = 40**
- Maçonneries : **Kst = 50**
- Bétons (dalots): **Kst = 70**
- Buses (béton) préfabriquées : **Kst = 80**

Sm : surface mouillée (m^2).

Rh : rayon hydraulique = (surface mouillée/ périmètre mouillée).

i : pente de pose de l'ouvrage.

7. Application au projet

7. 1) Les données pluviométriques :

La région de Tizi-Ouzou est régie par un climat méditerranéen caractérisé par l'alternante d'une saison froide, humide et pluvieuse.

D'après les observations faites par la station météorologique on a :

- Pluie annuelle moyenne 850 mm/an.
- Pluie moyenne journalière pj = 60.35 mm.
- L'exposant climatique b = 0.42.
- Le coefficient de variation climatique Cv = 0.38.

Les données hydrauliques sont tirées de l'étude effectuée par **l'A.N.R.H** dans la région de Tizi-Ouzou.

7.2) Calcul des précipitations :

❖ **Pendant 10 ans :**

$$P_j(10\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^{\,2}+1}} \exp\left(u\sqrt{Ln(c_v^2+1)}\right) \Longrightarrow \begin{cases} \bullet\ U = 1.28 \\ \bullet\ C_v = 0.38 \\ \bullet\ Pj = 60.35\ mm \end{cases}$$

⟹ **Pj (10%) = 90.27 mm**

$$Pj = \frac{60.35}{\sqrt{(0.38)^2+1}} e^{1.28\sqrt{Ln[(0.38)^2+1]}}$$

❖ **Pendant 50 ans :**

$$P_j(10\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^{\,2}+1}} \exp(u\sqrt{Ln(c_v^2+1)}) \Longrightarrow \begin{cases} \bullet\ U = 2.05 \\ \bullet\ C_v = 0.38 \\ \bullet\ Pj = 60.35\ mm \end{cases}$$

$$Pj = \frac{60.35}{\sqrt{(0.38)^2+1}} e^{2.05\sqrt{Ln[(0.38)^2+1]}} \Longrightarrow$$ **Pj (02%) =119.77 mm**

7.3) Fréquence d'averse :

Pour une durée de (t=15mn=0.25h), on la détermine par la formule :

$$Pt(\%) = Pj(\%)\left(\frac{tc}{24}\right)^b \Longrightarrow \begin{cases} \bullet\ b = 0.42 \\ \bullet\ tc = 0.25h \end{cases}$$

❖ **Pendant 10 ans :**

$$Pt(10\%) = Pj(10\%)\left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.42} \Longrightarrow Pt(10\%) = 90.27\left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.42}$$

P_t (10%) = 13.27 mm

❖ **Pendant 50 ans :**

$$Pt(02\%) = 119.77\left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.42} \Longrightarrow Pt(02\%) = 119.77\left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.42}$$

P_t (10%) = 17.61 mm

7.4) Temps de concentration :

Pour le calcul des temps de concentration des BV interceptés par notre projet nous appliquons **la formule de Ventura** vu qu'ils présentent des superficies inferieures à 5 Km^2.

Les valeurs des temps de concentration sont données dans le tableau suivant :

Tableaux VII.6 : Temps de concentration de chaque BV

N° BV	1	2	3-A	3-B	3-C	4	5-A	5-B	6-A	6-B
t_c (heures)	0.52	0.45	0.77	0.30	0.25	0.44	0.36	0.25	0.11	0.10

7.5) L'intensité de l'averse It :

Pour une durée de 24 heures : $It = I(\%).\left(\frac{tc}{24}\right)^{b-1}$ Avec : $I(\%) = \frac{Pj(\%)}{24}$

- La pluie de fréquence pour le calcul du dimensionnement des ouvrages hydrauliques correspond à une durée de pluie 15 min=0.25 heures.(tc=0.25 h)

❖ **Pendant 10 ans :**

$I(10\%) = \frac{Pj(10\%)}{24} \Rightarrow I(10\%) = \frac{90.27}{24} \Rightarrow$ **I (10%) = 3.76 mm/h**

$I_t = I(10\%).\left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.42-1} \Rightarrow It = 3.76\left(\frac{0.25}{24}\right)^{-0.58} \Rightarrow$ **I_t = 53.08 mm/h**

❖ **Pendant 50 ans :**

$I(02\%) = \frac{Pj(02\%)}{24} \Rightarrow I(02\%) = \frac{119.27}{24} \Rightarrow$ **I (02%) = 4.99 mm/h**

$I_t = I(02\%).\left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.42-1} \Rightarrow It = 4.99\left(\frac{0.25}{24}\right)^{-0.58} \Rightarrow$ **I (02%) = 70.44 mm/h**

8. Dimensionnement des ouvrages traverses

Les ouvrages d'assainissement utilisés sont aqueducs qui ont pour but d'assurer souterrainement l'écoulement des eaux, lorsque le débit est faible, s'il est plus important on construit des dalots ou des ponceaux…

La Section transversale des dalots peu avoir plusieurs formes dont les plus utilisées sont de forme circulaires ou rectangulaire.

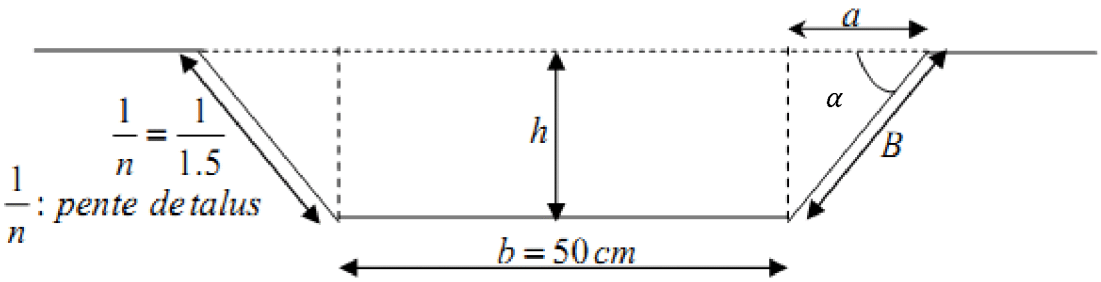
Les buses sont des cylindres en béton ou en béton armé lorsque leur diamètre est assez grand.

8.1) Dimensionnement des fossés :

Les fossés sont placés à l'extérieur de la plate forme, dans les sections déblais.

Les fossés récupèrent les eaux issues de la chaussée, de l'accotement, et de talus. Pour le projet nous proposons des fossés de forme trapézoïdale à parois en béton.

Le profil en travers hypothétique de fossé est donné par la figure ci-dessous :



Les dimensions du *fossé sont obtenues, en écrivant l'égalité du débit d'apport* ***Qa*** *et débit de saturation* ***Qs***.

$$Qa = Qs$$

- **La surface mouillée :**

$S_m = b \times h + 2\left(\frac{1}{2} \times h \times a\right) \Rightarrow S_m = h\,(b + a) \Rightarrow$ **$S_m = h\,[b + (n \times h)]$**

$$tg\alpha = \frac{h}{a} = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} \Rightarrow a = n \times h$$

- **Le périmètre mouillé :**

$P_m = b + 2B$ Avec : $B = h\sqrt{n^2+1}$ ⟹ $\mathbf{P_m = 2h\sqrt{n^2+1}}$

- **Rayon hydraulique R_h :**

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h(b+(n\,x\,h))}{b+2h\sqrt{n^2+1}} \Longrightarrow \mathbf{R_h = \frac{h(b+(n\,x\,h))}{b+2h\sqrt{n^2+1}}}$$

- **Calcul des dimensions des fossés :**

La base du fossé est fixée b=50cm, la pente du talus est aussi fixée : $\frac{1}{n} = \frac{1}{1.5}$

$$\mathbf{Qa = Qs = (Kst.\ I^{1/2})\ x\ h\ (b+\ (n\ x\ h))\ x \left[\frac{h(b+(nxh))}{b+2h\sqrt{n^2+1}}\right]^{2/3}}$$

Application :

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

On considère la présence de ces trois élément pour une section de 100m. Le talus est pris pour une largeur défavorable de 10m on a :

$Q_a = Q_C + Q_A + Q_t$ avec :

- $Q_C = K.\ C_c.\ A_c\ .I$: débit apporté par la chaussée.
- $Q_A = K.\ C_A.\ A_A\ .I$: débit apporté par l'accotement.
- $Q_t = K.\ C_t.\ A_t\ .I$: débit apporté par le talus.

➢ ***Calcul des débits :***

	Surface (ha)	Cr	It (mm/h)	K	Débit (m^3/s)	Total (m^3/s)
Chaussée	$10.5x100x10^{-4}$	0.95	53.08	2.778	$14.71x10^{-3}$	**$19.7x10^{-3}$**
Accotement	$2.5x100x10^{-4}$	0.35	53.08	2.778	$1.29x10^{-3}$	
Talus	$10x100x10^{-4}$	0.25	53.08	2.778	$3.69x10^{-3}$	

Dans notre cas :

On fixe **b = 50 cm** et la pente à **1/1.5 = 67%** ; on déduire le **h**.

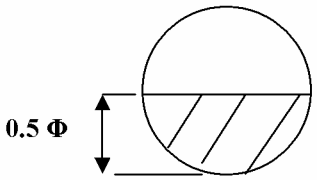
Pour les fossés en béton => $\mathbf{K_{St}= 70}$ et la pente de pose de l'ouvrage égale à **2.5%**.

Après un calcul itératif on opte pour : h=0.30m

8.2) Dimensionnement des buses :

- Pour dimensionner les buses on prend :

$Qa = Qs$ Avec : $\begin{cases} Qs = K_{st}.i^{1/2}\ S_m.R_h^{2/3} \\ Qa = K.C.I.A \end{cases}$



- Pour les buses : la Section et le périmètre mouillé sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à : **0.5 Φ**

8.2.1) Calcul du débit d'apport de chaque BV : $Q_a = K.C.I.A$

N° BV	PK Ouvrage	Surface (Km^2)	K	C	I_{10}	Débit d'apport (m^3/s)
1	6 +457.507	1.18	0.2778	0.60	34.70	6.88
2	6 +457.507	1.16	0.2778	0.60	37.74	7.35
3-A	6 +973.270	4.70	0.2778	0.60	27.43	21.66
3-B	7 +286.65	0.26	0.2778	0.60	47.75	2.09
3-C	7 +667.233	0.18	0.2778	0.60	53.08	1.61
4	8 +040	0.96	0.2778	0.60	38.24	6.15
5-A	8 +583,722	0.28	0.2778	0.60	42.96	2.02
5-B	8 +800	0.34	0.2778	0.60	53.08	3.03
6-A	9 +240	0.07	0.2778	0.60	84.12	0.99
6-B	9 +560	0.05	0.2778	0.60	90.30	0.76

Application :

- ***Bassin versant* : 3-B**

Qa = 2.09 m^3/s

$S_m = \frac{1}{2}\pi R^2$ (Pour une hauteur de remplissage de **0.5 Φ)**.

$P_m = 2\pi\frac{R}{2}$

R_h : rayon hydraulique =R/2 ⟹ $R_h = \frac{Sm}{Pm} = \frac{\pi\frac{R^2}{2}}{2\pi\frac{R}{2}} = \frac{R}{2}$

K_{st} =80 (pour les buses préfabriquées).

i: la pente de pose qui vérifié la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à 4m/s. pour notre cas ; On a i= 2.5 %

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

$2.09 = 80\ (0.025)^{1/2}\ (\frac{1}{2}\pi R^2)\ (R/2)^{2/3}$ ⟹ R = 0.511 ⟹ R = 600 mm

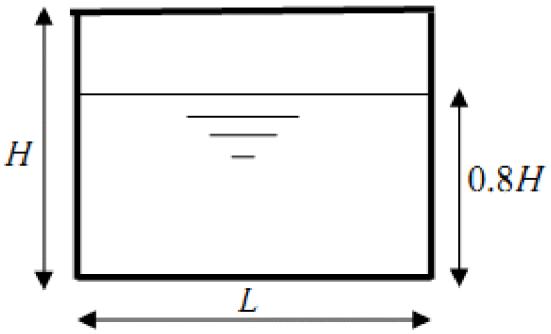
Le débit est assuré pour un diamètre : Φ= 2R = 1200 mm.

BV 3-B⟹ Buse de diamètre : Φ 1200 mm

8.3) Dimensionnement des dalots :

La section de dalot est calculé comme pour le fossé, seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot.

On fixe la hauteur d'après la configuration du profil en long et on calcule la travée nécessaire et en fixe aussi la hauteur de remplissage à **ρ = 0.8H**



On à :

Périmètre mouillé : $P_m = [2 \times 0.8H] + L$

Section mouillée : $S_m = 0.8H.L$

Rayon mouillé : $R_m = \frac{Sm}{Pm} = \frac{0.8H.L}{1.6H+L}$

Pente longitudinale de l'ouvrage : i = 2.5%

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

$Qs = K_{st} .i^{1/2}.0.8H.L. \left[\frac{0.8H.L}{1.6H+L}\right]^{2/3}$

Dans notre cas $\mathbf{K_{st} = 70}$ (béton) et **i** tirée en plan **i=2.5%**.

Application :

- ***Sous Bassin versant* : 3-A**

$Qa = 21.66\ m^3/s$

En fixant la longueur L=2m

$$Qs = [70\ (0.025)^{1/2}] \times [1.6H] \times \left[\frac{1.6H}{1.6H+2}\right]^{2/3} \leq Qa = 21.66\ m^3/s$$

Après un calcul itératif on opte pour : H=1.5 m

9. Conclusion

Nota : BV1 et **BV2** déversé vers même point **(PK 6+460)**

Tableau récapitulatif des ouvrages d'assainissement

N° BV	PK Ouvrage	Surface (km2)	Débit d'apport (m3/s)	Ouvrage proposé
1	6+457,507	1.18	6.88 + 7.35 = 14.23	Buses 2 Φ1500
2	6+457,507	1.16		
3 - A	6+973.270	4.70	21.66	Dalot (1.5x 2)
3 - B	7+286,650	0.26	2.09	Buse Φ1200
3 - C	7+667,233	0.18	1.61	Buse Φ1000
4	8+040	0.96	6.15	Buse Φ1600
5 - A	8+583,722	0.28	2.02	Buse Φ1200
5 - B	8+800	0.34	3.03	Buse Φ1200
6 - A	9+240	0.07	0.99	Buse Φ800
6 - B	9+560	0.05	0.76	Buse Φ800

I • SECURITE

1. Introduction

Dans le but de rendre plus sure et plus facile la circulation, et d'assurer aux usagers les meilleures conditions sécuritaires ; des dispositifs de retenue et de signalisation horizontal et vertical sont plus que nécessaire.

2. Dispositifs de retenue

Les dispositifs de retenue constituent eux même des obstacles, ils ne doivent être implantés que si le risque en leurs absences le justifie.

Les dispositifs de retenue implantés sont :

2-1) Glissières de sécurité :

Elles sont classées en trois niveaux, suivent leurs performances de retenue.

- ***Les glissières de niveau 1*** **:**

Sont particulièrement adoptées pour les routes principales.

- ***Les glissières de niveau 2 et 3*** **:**

Sont envisageable lorsque les vitesses pratiquées, à leurs endroits, sont faibles (de l'ordre de 60 Km/ h).

Concernant les autres types de routes, des glissières doivent être prévues dans les cas suivants :

- ***Sur le TPC*** **:**

Eventuel pour les cas des routes à deux chaussées de type R.

- ***Sur accotement*** **:**

  - ✓ En présence d'obstacles durs ou autres configuration agressives.

- ✓ Lorsque la hauteur des remblais dépasse 4 mètres, ou en présence d'une dénivellation brutale de plus de 1m (cas des ouvrages d'arts par exemple).

Pour les autres cas, des glissières peuvent être implantées en cas de problèmes spécifiques.

Il est à noter cependant :

- Que les glissières doivent être implantées à distance des voies de façon à respecter les dégagements de sécurité nécessaires.
- Qu'il faut vérifier qu'elles n'entravent pas la visibilité.

2-2) Murettes de protection en béton armé :

L'implantation de ce type d'ouvrage nécessite des prescriptions spéciales dont il faut tenir compte dés la conception des projets.

Leurs implantations (au lieu d'une simple glissière) sont envisagées lorsque le danger potentiel représenté par la sortie d'un véhicule lourd de la chaussée, et notamment d'un véhicule de transport en commun, est important, en particulier dans les cas suivants :

- Les sections ou la route surplombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à 10 m.

3. Application au projet :

Pour notre cas, des glissières de sécurité rigides sont prévues tout le long de l'itinéraire, elles sont implantées sur les TPC et en présence d'un TPC de 3m il convient d'adopter un dispositif de retenue constitué d'une glissière en béton.

On doit prévoir des sections revêtues et protégées dans le TPC qui seront utilisées en cas d'urgence ou d'accident, pour permettre aux éléments de la protection civile d'évacuer les blessés vers l'hôpital le plus proche.

II • SIGNALISATION

1. Introduction :

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

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

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

2. Signalisation

L'importance de la signalisation a été énoncée au début du chapitre (à l'introduction du chapitre).

On confirme à nouveau que la signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité)

Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'usager par une utilisation abusive de signaux.

3. Les types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- signalisation horizontale.

- signalisation verticale.

3-1) Signalisations horizontales :

Elle comporte uniquement les marques sur chaussée; afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

3-1-1) *Marquage longitudinal* :

Il est utilisé pour délimiter les voies de circulation, on trouve :

- ***Lignes continues*** **:**

Elles ont un caractère impératif (non franchissables sauf du coté ou elles sont doublées par une ligne discontinue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route ou le dépassement est interdit.

- ***Lignes discontinues*** **:**

Sont de type T1, T2 ou T3 (ligne d'avertissement, ligne de rive). Elles se différencient par leurs modules, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles. On distingue:

- Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.
- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.

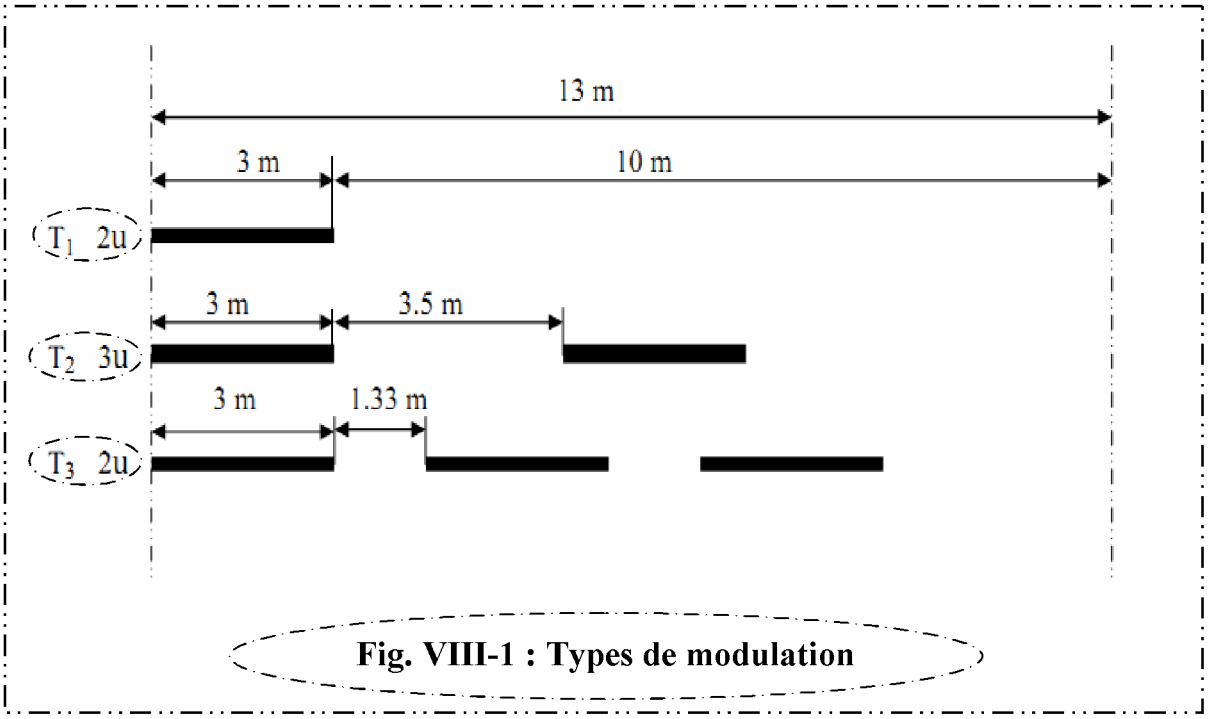


Fig. VIII-1 : Types de modulation

- **Modulation des lignes discontinues :** Elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Tableau VIII-1: Type de modulation

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre traits (m)	Rapport Plein/Vide
T_1 T'_1	3 1.5	10 5	≈ 1/3
T_2 T'_2	6 0.5	3.5 0.5	≈ 1
T_3 T'_3	3 20	1.33 6	≈ 3

3-1-2) <u>Marquage transversal</u> :

- ***Lignes transversales continues*** **:** éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt (Ligne STOP).
- ***Lignes transversales discontinue*** **:** éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient céder le passage aux intersections.

3-1-3) <u>Autres marquages</u> :

- ***Les flèches de rabattement*** **:** Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du coté qu'elles indiquent.
- ***Les flèches de sélection*** **:** Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doivent suivre la direction indiquée.

➢ **<u>Largeur des lignes</u> :**

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

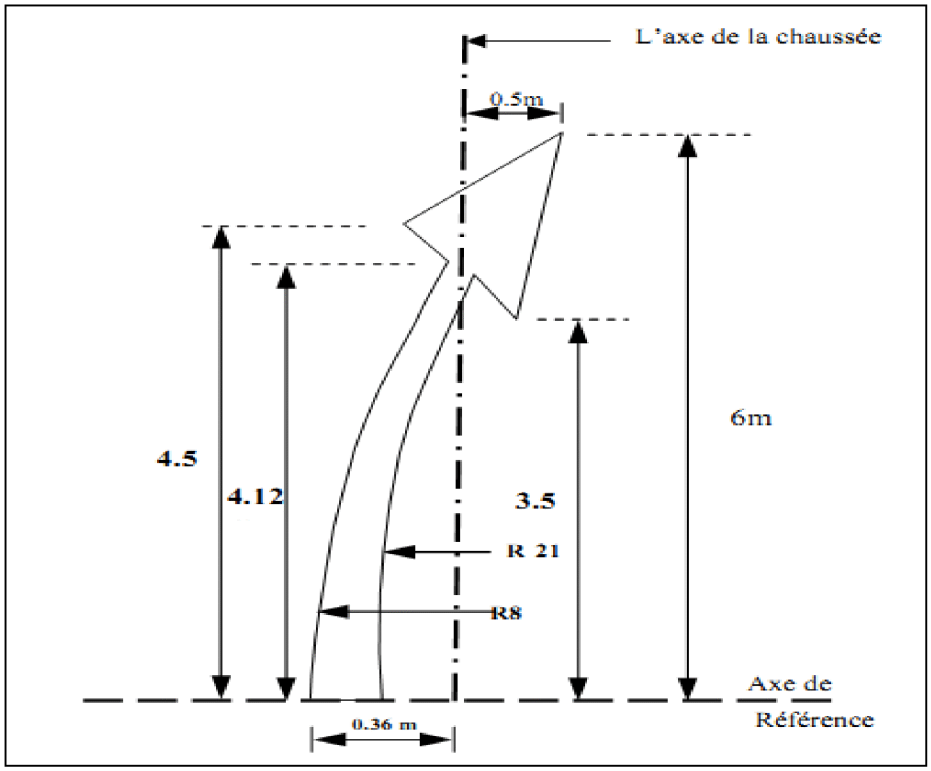
U = 7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6 cm sur les routes et voies urbaines

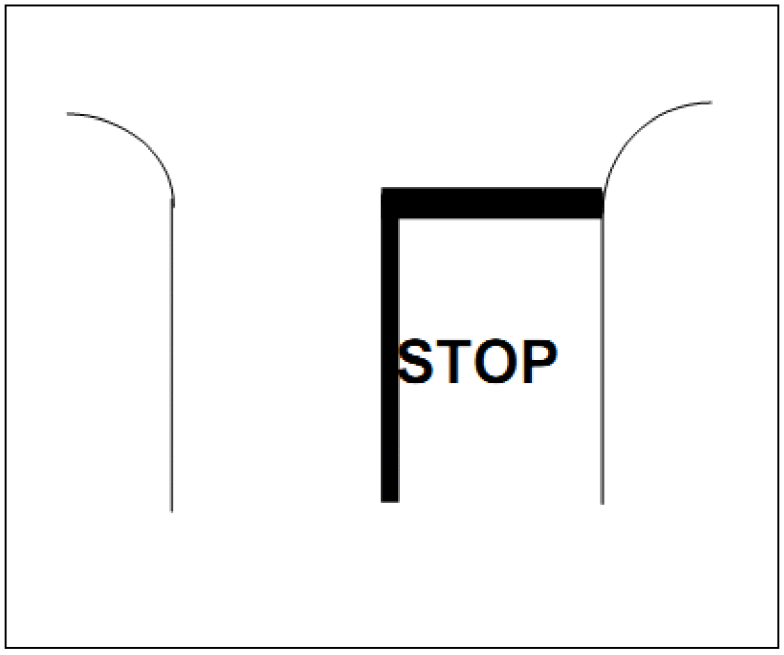
U = 5 cm sur les autres routes.

<u>NOTA</u> :

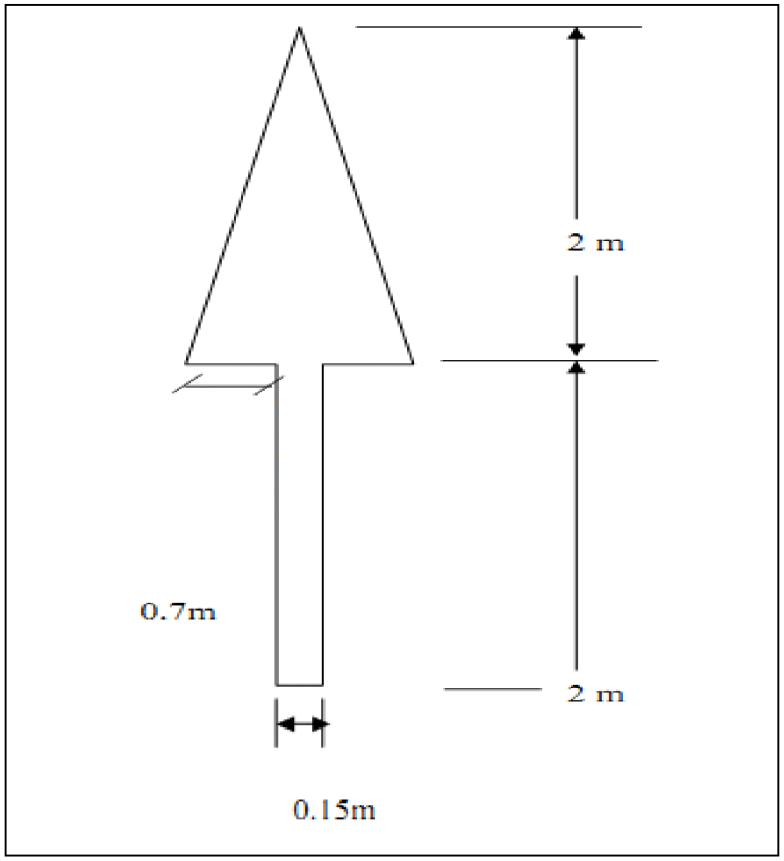
Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un **U= 7.5 cm**.



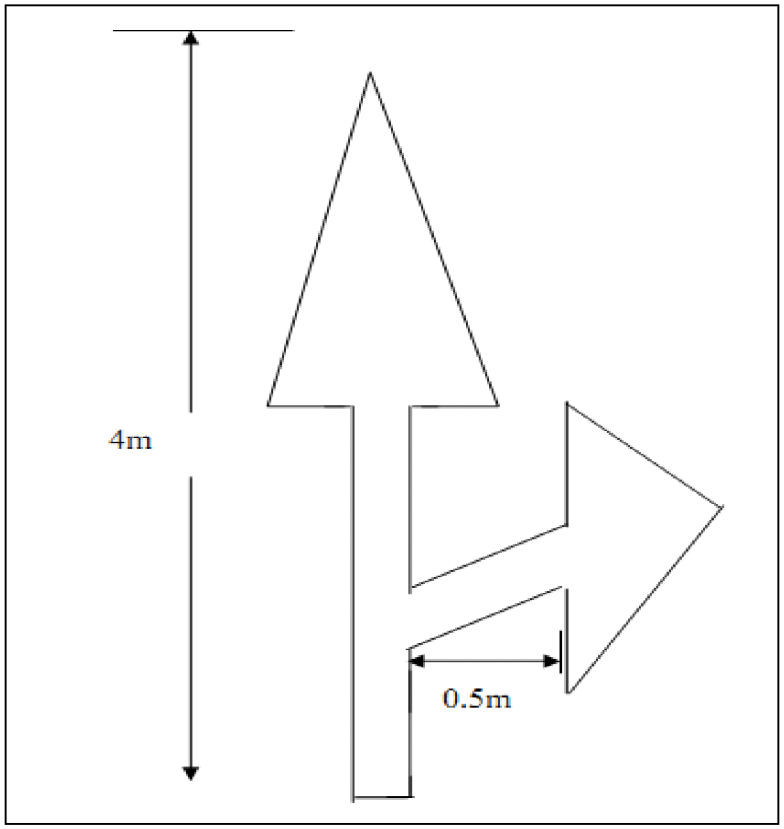
FLECHE DE RABATTEMENT



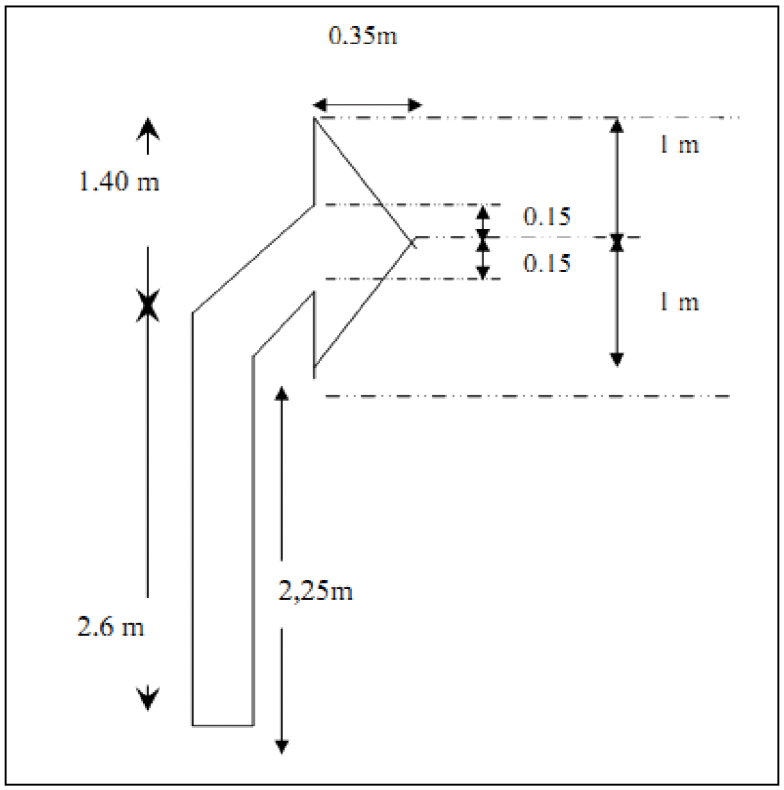
SCHEMA DE SIGNALISATION STOP SUR CHAUSSEE



FLECHE DE SELECTION



FLECHE DE SELECTION



FLECHE DE SELECTION

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

Elles peuvent être classées en quatre:

- ***Signaux de danger*** **:**

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

- ***Signaux comportant une prescription absolue*** **:**

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

- ***Signaux à simple indication*** **:**

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

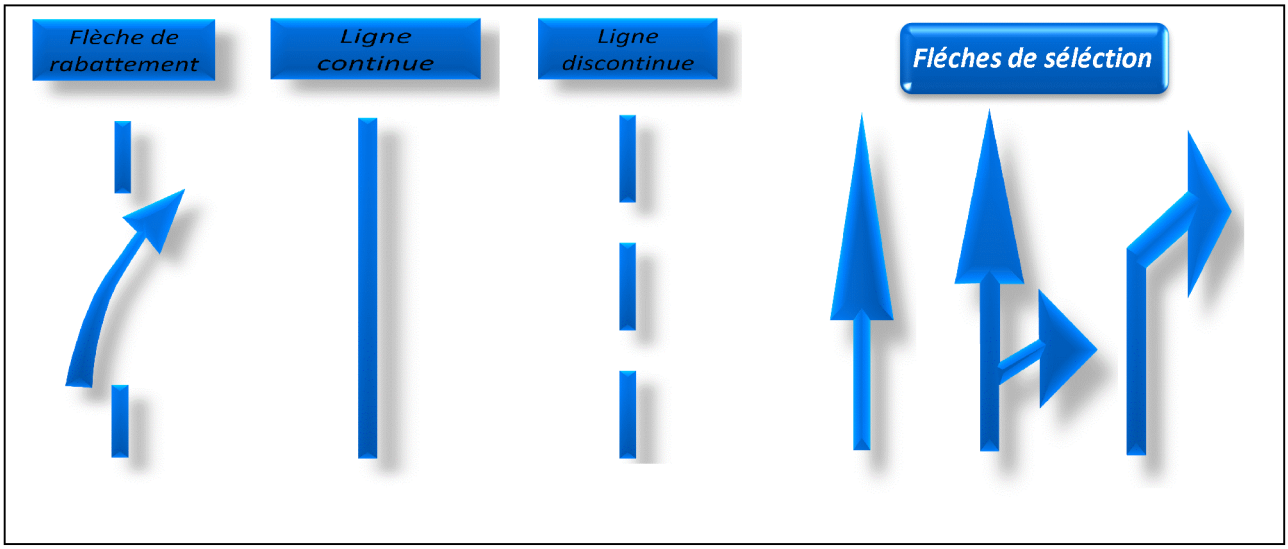
- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- Signaux divers.

- ***Signaux de position des dangers*** **:**

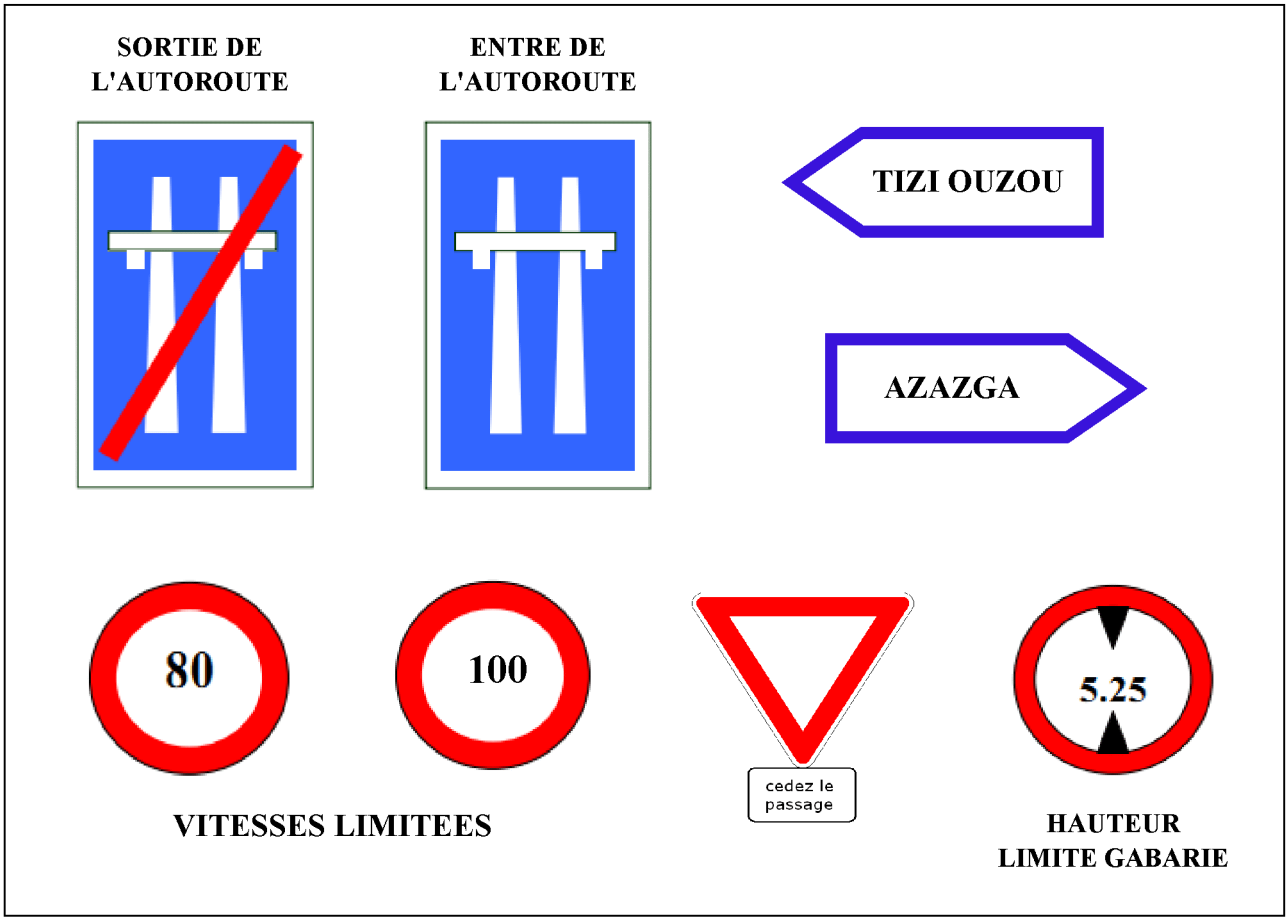
Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

4. Application au projet

➢ **Signalisation horizontale**



➢ **Signalisation verticale**



III • ECLAIRAGE

1. Introduction :

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

2. Catégories d'éclairage :

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.

3. Paramètres de l'implantation des luminaires :

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

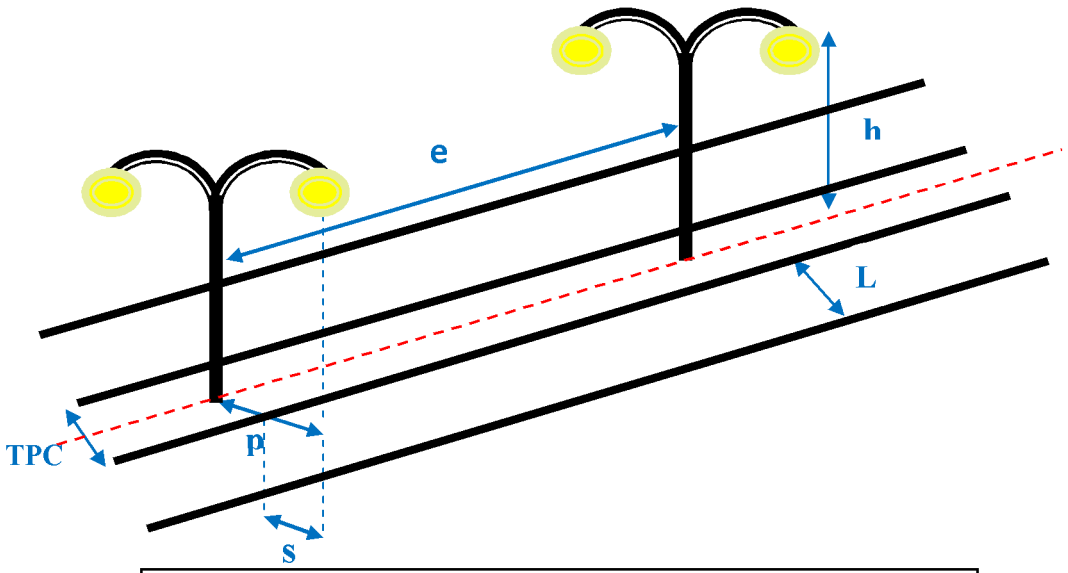


Fig. VIII.2 : Paramètres de l'implantation des luminaires

4. Application au projet

4.1- Éclairage de la voie (le long du tronçon étudié) :

Pour l'éclairage de la voie des lampadaires sont implantés dans le terre plein central avec deux foyers portés par le même support éclairant chacun une demi chaussée, espacés de 20m.

4.2- Éclairage des trottoirs et passage pour piétons :

La bordure du trottoir doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs réfléchissants ou lumineux et on place des foyers de d'ordre de 12m de hauteur pour tous les sens. On prévoit aussi plusieurs foyers pour assurer un bon éclairage aux passages pour piétons placés de part et d'autre.

1. Introduction :

La construction d'un aménagement routier est une tache 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, 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.

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

3. Définitions :

❖ ***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).

❖ ***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, quoi qu'il soit le domaine.

4. 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 la 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 :

- **Les ressources en eau :**

Les routes peuvent contribuer à la modification des écoulements et à la qualité des eaux de surface et souterraines, entrainants 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.

- **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 CO_2 (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation et 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.

- **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 facilité 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.

- **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 une relation 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 exploré. 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 aux 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).

- ***La destruction :***

La destruction touche seulement les gens qui n'ont pas respectés 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.

- ***La sécurité :***

➢ **Pour assurer la sécurité des piétons on doit :**

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

➢ **Pour assurer la sécurité des automobilistes on doit:**

- ✓ Réduire la vitesse au niveau des intersections et les zones urbaines.
- ✓ Des panneaux de signalisation seront implantés.

5. Méthodologie du choix du type de plantes

L'aménagement paysager est l'affaire d'un spécialiste travaillant en collaboration avec les ingénieurs. La méthode adoptée afin de pouvoir porter un choix sur un type donné de plante se résume comme suit :

- Choisir les espaces végétales disponibles localement.
- Les implantations doivent préserver la visibilité.
- A cause de l'absence de normes propre à ce contexte, les distances entre plantes ont été définies en tenant compte du coté esthétique dans le projet.

6. Intérêt de la végétation

L'intérêt de la végétation peut se résumer dans ce qui suit :

❖ ***Sur le plan technique :***

- Elle limite l'érosion superficielle des sols.
- Elle règle les débits d'écoulement des eaux et draine les talus.
- Les plantations de terre-plein central ont pour fonction de lutter contre l'éblouissement. De multiples dispositions peuvent être adoptées, mais il est admis habituellement que les massifs isolés sont préférables aux plantations continues. En tout cas les arbres sont interdits.
- Les plantations peuvent avoir un rôle de stabilisation des talus et de balisage.

❖ ***Sur le plan sécuritaire :***

Elle participe au guidage des usagers et à la compréhension du trajet.

❖ ***Sur le plan paysager :***

Ces plantations permettent une meilleure intégration de l'aménagement dans la nature.

❖ ***Sur le plan écologique :***

Les implantations vont constituer un espace de vie pour la faune et la flore, participe aux cycles biologiques et servent à atténuer certains polluants.

Toute modification ou amélioration d'une infrastructure de transport dans une région répond à certains objectifs comme :

- Améliorer la sécurité et assurer la fluidité de circulation.
- Contribuer à l'aménagement du territoire et au développement économique.
- Réduire les nuisances.

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter toutes les contraintes et les normes existantes en prenant en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement.

Notre étude d'aménagement de la RN12 en axe autoroutier «Tala Amara–Tamda» en phase APD, présente les données suivantes :

- Le trafic à l'année 2007 : **TJMA (2007) = 14030 V/j**
- L'année de mise en service : **2015**
- Le pourcentage (%) des poids lourds : **Z = 14 %**
- Taux d'accroissement annuel du trafic : **τ = 4 %**
- Vitesse de base sur le tracé : **V_B = 80 Km/h**
- La durée de vie estimée : **20 ans**
- Catégorie : **C1**
- Environnement : **E1**

En exploitant toutes ces données, et en respectant le règlement **B40** on a aboutit aux caractéristiques suivantes :

- Une longueur d'axe de 3 Km : **3 Km**
- Chaussée bidirectionnelle de 2X3 voies de 3.5m : **(3 x 3.5) x 2 = 21.00 m**
- Bande d'arrêt d'urgence de 2.5 m de chaque coté **2.5 x 2 = 5 m**
- Un terre–plein central de 3 m **3.00m**
- Largeur totale de la plate forme de : **29 m**
- Couche de roulement : **06 cm en BB**
- Couche de base : **20 cm en GB**
- Couche de fondation : **30 cm en GC**
- Couche de forme : **40 cm en Tuf**

Notre présente étude en phase APD nous a donné une occasion de cerner certains problèmes théoriques qui peuvent se présenter dans un projet routier; de tirer profit de l'expérience de personnes du domaine d'une part et d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet de travaux publics d'autre part.

Ce modeste travail nous a poussé mieux à maîtriser l'outil informatique en l'occurrence le logiciel PISTE + (version 5.05), l'AUTOCAD (version 2009), ALIZE III. Compte tenu de leurs traitements rapides et exacts des données, ces outils nous permettent de bien exploiter laps de temps qui nous est réservé et d'éviter les contraintes existantes avec une détermination d'un meilleur tracé.

- PISTE 5 : pour le calcul géométrique
  - ✓ Tracé en plan
  - ✓ Profil en long
  - ✓ Profil en travers
  - ✓ Cubature
- AUTOCAD : pour le dessin des planches.
- ALIZE III : pour le dimensionnement du corps de chaussée.

BIBLIOGRAPHIE

Les ouvrages

- ***J-C- BOURBERE :*** Aménagement et exploitation des routes.Edition Eyrolles (1974).
- ***LUC- GAGNAN :*** Géométrie routière. Modulo Edition (1982).
- ***G- REMENIERAS :*** Hydrologie de l'ingénieur. Edition Eyrolles (1986).
- ***C- PEYRONNE*** et ***G- CAROFF :*** Dimensionnement des chaussées. Edition Imprimerie CHIRAT. Septembre (1989).
- ***G- DUBET :*** Cours élémentaire de routes. Edition Eyrolles (1996).
- ***M- FAURE :*** Cours de route.de l'ENTPE ALEAS.ALEAS EDITEUR.

  Octobre 1997.

Cours et Normes

- Direction des études générales et de la réglementation technique, 1977, **B40** Normes techniques d'aménagement des routes, Alger.
- **SETRA, 1994, A R P** Aménagement des routes principales, le service d'études techniques des routes et autoroute. Centre de la Sécurité et des Techniques Routières .46, avenue Aristide Briand -B.P. 100- 92223 Bagneux Cedex – France.
- **SETRA, 1994**, Conception et dimensionnement des structures de chaussée (Guide Technique), le laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées, Paris.

- **ICTAAL :** Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison. Circulaire du 12 Décembre 2000.

- **CTTP, 2001**, Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

  fascicule1
  fascicule2
  fascicule3

- **SETRA, 2006**, Guide technique Assainissement routier, 46 avenue Aristide Briand BP 100 92225 Bagneux Cedex France.

- Code de la route.

- Cours de routes 4^{éme} Année.

- Cours de routes 5^{éme} Année.

AMMANN

AMMANN
ASC 150

AMMANN

VOLVO
VOLVO

VOLVO
VOLVO

VOLVO

JCB

LVO

DN 1000 - 135 A
Feb 09 09 2013

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	603026.874	4062250.894
D1	GIS = 89.677g	68.612			
			68.612	603094.586	4062261.971
CCC1	A = 140.000 Rf= 380.000 L = 51.579				
			120.191	603145.277	4062271.445
	XC= 603058.637 YC= 4062641.437 R = 380.000 L = 122.280				
			242.471	603257.845	4062317.838
	Rd= 380.000 A = 140.000 L = 51.579	225.438			
			294.050	603300.492	4062346.830
D2	GIS = 60.550g	579.704			
			873.754	603772.408	4062683.507
CCC2	A = 330.000 Rf= -600.000 L = 181.500				
			1055.254	603925.129	4062781.239
	XC= 604196.020 YC= 4062245.872 R = -600.000 L = 316.162				
			1371.417	604231.105	4062844.845
	Rd= -600.000 A = 330.000 L = 181.500	679.162			
			1552.917	604410.124	4062816.075
D3	GIS = 113.354g	716.496			
			2269.412	605110.915	4062666.883
CCC3	A = 270.000 Rf= 700.000 L = 104.143				
			2373.555	605213.256	4062647.735
	XC= 605307.727 YC= 4063341.331 R = 700.000 L = 183.227				
			2556.782	605395.959	4062646.914
	Rd= 700.000 A = 270.000 L = 104.143	391.513			
			2660.925	605498.468	4062665.141
D4	GIS = 87.219g	67.014			
			2727.939	605564.136	4062678.505
CCC4	A = 200.000 Rf= -350.000 L = 114.286				
			2842.225	605677.066	4062695.153

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
	XC= 605690.190 YC= 4062345.399 R = -350.000 L = 201.841				
			3044.066	605869.892	4062645.744
	Rd= -350.000 A = 200.000 L = 114.286	430.413			
			3158.352	605960.901	4062576.840
D5	GIS = 144.719g	149.642			
			3307.994	606075.117	4062480.157
LONGUEUR DE L'AXE 3307.994					

Le 23/06/2013 à 15:11 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 1504
C:\Users\DUAL\Desktop\MONPRO~2\TABULA~1.PIS

PROFIL EN LONG

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0.000	96.343
D1	PENTE= 0.761 %	15.369		
			15.369	96.460
PRA	S= 24.4977 Z= 96.4946 R = -1200.00	52.602		
			67.971	95.707
D2	PENTE= -3.623 %	83.311		
			151.283	92.689
PRA2	S= 223.7386 Z= 91.3765 R = 2000.00	75.575		
			226.857	91.379
D3	PENTE= 0.156 %	61.049		
			287.906	91.474
PRA3	S= 292.5841 Z= 91.4778 R = -3000.00	20.368		
			308.274	91.437
D4	PENTE= -0.523 %	178.528		
			486.802	90.503
PRA4	S= 507.7217 Z= 90.4483 R = 4000.00	66.176		
			552.978	90.704
D5	PENTE= 1.131 %	142.835		
			695.813	92.320
PRA5	S= 750.1210 Z= 92.6276 R = -4800.00	79.474		
			775.287	92.562
D6	PENTE= -0.524 %	267.875		
			1043.162	91.157
PRA6	S= 1079.8621 Z= 91.0610 R = 7000.00	147.716		
			1190.878	91.941
D7	PENTE= 1.586 %	288.967		
			1479.845	96.524
PRA7	S= 1575.0019 Z= 97.2788 R = -6000.00	44.869		
			1524.715	97.068
D8	PENTE= 0.838 %	533.525		
			2058.239	101.540
PRA8	S= 2116.9076 Z= 101.7855 R = -7000.00	117.022		
			2175.261	101.542
D9	PENTE= -0.834 %	201.230		
			2376.491	99.865
PRA9	S= 2418.1716 Z= 99.6910 R = 5000.00	241.059		
			2617.549	103.666
D10	PENTE= 3.988 %	104.154		
			2721.703	107.819
PRA10	S= 3000.8323 Z= 113.3846 R = -7000.00	354.133		
			3075.837	112.983

Le 23/06/2013 à 15:11 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 1504
C:\Users\DUAL\Desktop\MONPRO~2\TABULA~1.PIS

PROFIL EN LONG

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
D11	PENTE= -1.071 %	232.158	3307.994	110.495
LONGUEUR DE L'AXE 3307.994				

IMPRESSION DU PROFIL TYPE "T1"

** Projet **

Point de rotation des dévers

S= 1.500	H= 0.000	IJ= Jointif		

Chaussée

L= 10.500	D= 0.000			

Terre-plein central

H= 0.200	L= 1.500	P= 0.000	E= 0.000	IP= Constante
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	IP= Constante

Accotement

H= 0.000	L= 2.500	P= 0.000	E= 0.000	IP= Constante
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	IP= Constante
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	IP= Constante
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	IP= Constante

Talus de déblai

H= 0.000	L= 0.300	P= -100.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.500	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.300	P= 100.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 1.200	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 10.000	P= 67.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	

Talus de remblai

H= 0.000	L= 10.000	P= -50.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	
H= 0.000	L= 0.000	P= 0.000	E= 0.000	

Fossé de pied de remblai

L= 0.500	P= 16.000			
P1= 100.000	L0= 0.500	P2= 0.000		
H1= 0.300	H2= 3.000			
L= 0.000	P= 0.000			

** Assise **

ASSISE sous chaussée

E= 0.560	P= 0.000	SG= 0.000	SD= 0.000	ID= Minimum

ASSISE sous accotement

E= 0.000	L= 0.000	P= 0.000		
E= 0.000	L= 0.000	P= 0.000		
E= 0.000	L= 0.000	P= 0.000		

IMPRESSION DU PROFIL TYPE "T1"

ASSISE sous T.P.C.

E= 0.000	L= 0.000	P= 0.000		

** Forme **

FORME sous chaussée

E= 0.260	P= 0.000	SG= 0.000	SD= 0.000	ID= Différence

FORME sous accotement

E= 0.000 E= 0.000 E= 0.000	L= 0.000 L= 0.000 L= 0.000	P= 0.000 P= 0.000 P= 0.000		

FORME sous T.P.C.

E= 0.000	L= 0.000	P= 0.000		

** Base **

BASE sous chaussée

E= 0.060	P= 0.000	SG= 0.000	SD= 0.000	ID= Dévers

BASE sous accotement

E= 0.000 E= 0.000 E= 0.000	L= 0.000 L= 0.000 L= 0.000	P= 0.000 P= 0.000 P= 0.000		

BASE sous T.P.C.

E= 0.010	L= 0.000	P= 0.000		

** Récupération de la chaussée existante **

Autoriser : [ ]

Le 31/07/2013 à 11:42 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 1504
C:\Users\DUAL\Desktop\MONPRO~2\TABULA~1.PIS

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	96.343	96.343	603026.874	4062250.894	189.677g	2.50	-2.5
2	10.000	96.323	96.419	603036.743	4062252.508	189.677g	2.50	-2.5
3	20.000	96.068	96.486	603046.612	4062254.123	189.677g	2.50	-2.5
4	30.000	95.852	96.482	603056.480	4062255.737	189.677g	2.50	-2.0
5	40.000	95.839	96.395	603066.349	4062257.352	189.677g	2.50	-1.3
6	50.000	95.549	96.224	603076.218	4062258.966	189.677g	2.50	-0.6
7	60.000	95.322	95.969	603086.087	4062260.581	189.677g	2.50	0.0
8	68.612	95.088	95.684	603094.586	4062261.971	189.677g	2.50	0.6
9	70.000	95.037	95.634	603095.956	4062262.195	189.674g	2.50	0.7
10	80.000	94.637	95.271	603105.823	4062263.822	189.466g	2.50	1.5
11	90.000	94.376	94.909	603115.680	4062265.506	188.934g	2.50	2.2
12	100.000	94.032	94.547	603125.518	4062267.298	188.077g	2.93	2.9
13	110.000	93.766	94.185	603135.326	4062269.246	186.895g	3.64	3.6
14	120.000	93.589	93.822	603145.091	4062271.402	185.388g	4.36	4.3
15	120.191	93.585	93.815	603145.277	4062271.445	185.356g	4.37	4.3
16	130.000	93.223	93.460	603154.797	4062273.805	183.713g	4.37	4.3
17	140.000	92.966	93.098	603164.437	4062276.462	182.038g	4.37	4.3
18	150.000	92.674	92.735	603174.004	4062279.373	180.362g	4.37	4.3
19	160.000	92.617	92.392	603183.491	4062282.534	178.687g	4.37	4.3
20	170.000	92.568	92.098	603192.892	4062285.943	177.012g	4.37	4.3
21	180.000	93.029	91.855	603202.199	4062289.599	175.337g	4.37	4.3
22	190.000	93.409	91.661	603211.407	4062293.498	173.661g	4.37	4.3
23	200.000	92.500	91.517	603220.510	4062297.639	171.986g	4.37	4.3
24	210.000	91.185	91.424	603229.500	4062302.017	170.311g	4.37	4.3
25	220.000	91.347	91.380	603238.372	4062306.630	168.635g	4.37	4.3
26	230.000	91.126	91.384	603247.119	4062311.475	166.960g	4.37	4.3
27	240.000	91.164	91.399	603255.736	4062316.549	165.285g	4.37	4.3
28	242.471	91.172	91.403	603257.845	4062317.838	164.871g	4.37	4.3
29	250.000	90.997	91.415	603264.219	4062321.845	163.701g	3.83	3.8
30	260.000	90.943	91.431	603272.580	4062327.330	162.433g	3.12	3.1
31	270.000	90.882	91.446	603280.845	4062332.959	161.489g	2.50	2.4
32	280.000	90.760	91.462	603289.040	4062338.689	160.871g	2.50	1.6
33	290.000	90.756	91.477	603297.194	4062344.478	160.577g	2.50	0.9
34	294.050	90.723	91.477	603300.492	4062346.830	160.550g	2.50	0.6
35	300.000	90.865	91.469	603305.335	4062350.286	160.550g	2.50	0.2
36	310.000	90.288	91.428	603313.476	4062356.093	160.550g	2.50	-0.4
37	320.000	89.901	91.375	603321.616	4062361.901	160.550g	2.50	-1.1
38	330.000	89.959	91.323	603329.757	4062367.709	160.550g	2.50	-1.8
39	340.000	90.629	91.271	603337.898	4062373.517	160.550g	2.50	-2.5
40	350.000	90.447	91.219	603346.038	4062379.324	160.550g	2.50	-2.5
41	360.000	90.724	91.166	603354.179	4062385.132	160.550g	2.50	-2.5
42	370.000	90.236	91.114	603362.320	4062390.940	160.550g	2.50	-2.5
43	380.000	90.156	91.062	603370.460	4062396.748	160.550g	2.50	-2.5
44	390.000	90.208	91.009	603378.601	4062402.555	160.550g	2.50	-2.5
45	400.000	90.694	90.957	603386.742	4062408.363	160.550g	2.50	-2.5
46	410.000	90.660	90.905	603394.882	4062414.171	160.550g	2.50	-2.5
47	420.000	90.829	90.852	603403.023	4062419.978	160.550g	2.50	-2.5
48	430.000	91.072	90.800	603411.164	4062425.786	160.550g	2.50	-2.5
49	440.000	91.147	90.748	603419.304	4062431.594	160.550g	2.50	-2.5
50	450.000	90.676	90.696	603427.445	4062437.402	160.550g	2.50	-2.5
51	460.000	90.782	90.643	603435.586	4062443.209	160.550g	2.50	-2.5
52	470.000	90.862	90.591	603443.726	4062449.017	160.550g	2.50	-2.5
53	480.000	90.740	90.539	603451.867	4062454.825	160.550g	2.50	-2.5
54	490.000	90.926	90.488	603460.008	4062460.633	160.550g	2.50	-2.5
55	500.000	90.891	90.456	603468.148	4062466.440	160.550g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
56	510.000	91.090	90.449	603476.289	4062472.248	160.550g	2.50	-2.5
57	520.000	91.264	90.467	603484.429	4062478.056	160.550g	2.50	-2.5
58	530.000	91.092	90.510	603492.570	4062483.864	160.550g	2.50	-2.5
59	540.000	90.887	90.579	603500.711	4062489.671	160.550g	2.50	-2.5
60	550.000	90.928	90.672	603508.851	4062495.479	160.550g	2.50	-2.5
61	560.000	90.972	90.784	603516.992	4062501.287	160.550g	2.50	-2.5
62	570.000	90.972	90.897	603525.133	4062507.095	160.550g	2.50	-2.5
63	580.000	90.908	91.010	603533.273	4062512.902	160.550g	2.50	-2.5
64	590.000	90.833	91.123	603541.414	4062518.710	160.550g	2.50	-2.5
65	600.000	90.986	91.236	603549.555	4062524.518	160.550g	2.50	-2.5
66	610.000	91.592	91.350	603557.695	4062530.325	160.550g	2.50	-2.5
67	620.000	90.901	91.463	603565.836	4062536.133	160.550g	2.50	-2.5
68	630.000	90.894	91.576	603573.977	4062541.941	160.550g	2.50	-2.5
69	640.000	91.612	91.689	603582.117	4062547.749	160.550g	2.50	-2.5
70	650.000	91.427	91.802	603590.258	4062553.556	160.550g	2.50	-2.5
71	660.000	91.139	91.915	603598.399	4062559.364	160.550g	2.50	-2.5
72	670.000	91.379	92.028	603606.539	4062565.172	160.550g	2.50	-2.5
73	680.000	91.782	92.142	603614.680	4062570.980	160.550g	2.50	-2.5
74	690.000	91.549	92.255	603622.821	4062576.787	160.550g	2.50	-2.5
75	700.000	91.885	92.366	603630.961	4062582.595	160.550g	2.50	-2.5
76	710.000	91.869	92.460	603639.102	4062588.403	160.550g	2.50	-2.5
77	720.000	91.915	92.533	603647.242	4062594.211	160.550g	2.50	-2.5
78	730.000	92.613	92.585	603655.383	4062600.018	160.550g	2.50	-2.5
79	740.000	92.637	92.617	603663.524	4062605.826	160.550g	2.50	-2.5
80	750.000	92.350	92.628	603671.664	4062611.634	160.550g	2.50	-2.5
81	760.000	91.815	92.617	603679.805	4062617.442	160.550g	2.50	-2.5
82	770.000	91.564	92.586	603687.946	4062623.249	160.550g	2.50	-2.5
83	780.000	91.769	92.537	603696.086	4062629.057	160.550g	2.50	-2.5
84	790.000	91.211	92.485	603704.227	4062634.865	160.550g	2.50	-2.5
85	800.000	91.055	92.432	603712.368	4062640.672	160.550g	2.50	-2.5
86	810.000	91.020	92.380	603720.508	4062646.480	160.550g	2.50	-2.5
87	820.000	90.882	92.327	603728.649	4062652.288	160.550g	2.50	-2.5
88	830.000	90.946	92.275	603736.790	4062658.096	160.550g	2.50	-2.5
89	840.000	91.481	92.222	603744.930	4062663.903	160.550g	2.50	-2.5
90	850.000	92.034	92.170	603753.071	4062669.711	160.550g	2.50	-2.5
91	860.000	92.119	92.118	603761.212	4062675.519	160.550g	2.50	-2.5
92	870.000	92.158	92.065	603769.352	4062681.327	160.550g	2.50	-2.5
93	873.754	92.186	92.045	603772.408	4062683.507	160.550g	2.50	-2.5
94	880.000	92.219	92.013	603777.493	4062687.134	160.561g	2.50	-2.5
95	890.000	91.837	91.960	603785.637	4062692.937	160.627g	2.50	-2.5
96	900.000	91.739	91.908	603793.790	4062698.727	160.751g	2.50	-2.5
97	910.000	91.478	91.855	603801.957	4062704.498	160.934g	2.50	-2.5
98	920.000	91.430	91.803	603810.143	4062710.242	161.175g	2.50	-2.5
99	930.000	91.591	91.751	603818.353	4062715.951	161.475g	2.50	-2.5
100	940.000	91.981	91.698	603826.593	4062721.617	161.833g	2.50	-2.5
101	950.000	92.230	91.646	603834.867	4062727.233	162.249g	2.50	-2.5
102	960.000	92.186	91.593	603843.180	4062732.791	162.724g	2.50	-2.5
103	970.000	92.204	91.541	603851.537	4062738.283	163.258g	2.50	-2.5
104	980.000	92.211	91.488	603859.942	4062743.701	163.850g	2.50	-2.5
105	990.000	92.215	91.436	603868.399	4062749.037	164.500g	1.94	-2.5
106	1000.000	92.443	91.384	603876.913	4062754.282	165.209g	1.23	-2.5
107	1010.000	92.535	91.331	603885.488	4062759.428	165.976g	0.51	-2.5
108	1020.000	92.526	91.279	603894.126	4062764.467	166.802g	-0.20	-2.5
109	1030.000	92.543	91.226	603902.830	4062769.388	167.686g	-0.92	-2.5
110	1040.000	92.713	91.174	603911.605	4062774.185	168.628g	-1.63	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
111	1050.000	92.591	91.125	603920.451	4062778.847	169.629g	-2.34	-2.5
112	1055.254	92.618	91.104	603925.129	4062781.239	170.179g	-2.72	-2.7
113	1060.000	92.651	91.089	603929.372	4062783.365	170.682g	-2.72	-2.7
114	1070.000	92.831	91.068	603938.367	4062787.735	171.743g	-2.72	-2.7
115	1080.000	92.946	91.061	603947.434	4062791.953	172.805g	-2.72	-2.7
116	1090.000	93.022	91.068	603956.569	4062796.020	173.866g	-2.72	-2.7
117	1100.000	93.092	91.090	603965.771	4062799.935	174.927g	-2.72	-2.7
118	1110.000	93.192	91.126	603975.037	4062803.695	175.988g	-2.72	-2.7
119	1120.000	93.231	91.176	603984.364	4062807.301	177.049g	-2.72	-2.7
120	1130.000	93.714	91.241	603993.750	4062810.750	178.110g	-2.72	-2.7
121	1140.000	93.722	91.319	604003.193	4062814.043	179.171g	-2.72	-2.7
122	1150.000	93.975	91.412	604012.688	4062817.177	180.232g	-2.72	-2.7
123	1160.000	94.233	91.520	604022.235	4062820.153	181.293g	-2.72	-2.7
124	1170.000	94.317	91.641	604031.830	4062822.970	182.354g	-2.72	-2.7
125	1180.000	94.348	91.777	604041.471	4062825.626	183.415g	-2.72	-2.7
126	1190.000	94.433	91.927	604051.155	4062828.121	184.476g	-2.72	-2.7
127	1200.000	94.503	92.086	604060.878	4062830.455	185.537g	-2.72	-2.7
128	1210.000	94.558	92.245	604070.640	4062832.626	186.598g	-2.72	-2.7
129	1220.000	94.771	92.403	604080.436	4062834.634	187.659g	-2.72	-2.7
130	1230.000	95.095	92.562	604090.264	4062836.478	188.720g	-2.72	-2.7
131	1240.000	95.133	92.720	604100.122	4062838.159	189.781g	-2.72	-2.7
132	1250.000	95.321	92.879	604110.006	4062839.675	190.842g	-2.72	-2.7
133	1260.000	95.364	93.038	604119.914	4062841.026	191.903g	-2.72	-2.7
134	1270.000	95.615	93.196	604129.844	4062842.212	192.964g	-2.72	-2.7
135	1280.000	95.708	93.355	604139.791	4062843.232	194.025g	-2.72	-2.7
136	1290.000	95.707	93.513	604149.755	4062844.086	195.086g	-2.72	-2.7
137	1300.000	95.755	93.672	604159.731	4062844.774	196.147g	-2.72	-2.7
138	1310.000	95.753	93.831	604169.717	4062845.295	197.208g	-2.72	-2.7
139	1320.000	95.785	93.989	604179.711	4062845.650	198.269g	-2.72	-2.7
140	1330.000	95.809	94.148	604189.709	4062845.839	199.330g	-2.72	-2.7
141	1340.000	95.935	94.306	604199.709	4062845.861	200.391g	-2.72	-2.7
142	1350.000	95.917	94.465	604209.708	4062845.716	201.452g	-2.72	-2.7
143	1360.000	95.931	94.624	604219.703	4062845.405	202.513g	-2.72	-2.7
144	1370.000	95.755	94.782	604229.691	4062844.927	203.574g	-2.72	-2.7
145	1371.417	95.673	94.805	604231.105	4062844.845	203.725g	-2.72	-2.7
146	1380.000	95.713	94.941	604239.670	4062844.283	204.614g	-2.11	-2.5
147	1390.000	95.434	95.099	604249.638	4062843.482	205.596g	-1.39	-2.5
148	1400.000	95.356	95.258	604259.593	4062842.531	206.519g	-0.68	-2.5
149	1410.000	95.255	95.416	604269.533	4062841.440	207.383g	0.04	-2.5
150	1420.000	94.569	95.575	604279.458	4062840.219	208.190g	0.75	-2.5
151	1430.000	94.453	95.734	604289.368	4062838.878	208.938g	1.46	-2.5
152	1440.000	94.793	95.892	604299.261	4062837.424	209.627g	2.18	-2.5
153	1450.000	94.780	96.051	604309.139	4062835.868	210.258g	2.50	-2.5
154	1460.000	95.001	96.209	604319.002	4062834.218	210.830g	2.50	-2.5
155	1470.000	94.944	96.368	604328.851	4062832.485	211.344g	2.50	-2.5
156	1480.000	94.833	96.527	604338.686	4062830.676	211.800g	2.50	-2.5
157	1490.000	94.944	96.677	604348.509	4062828.802	212.197g	2.50	-2.5
158	1500.000	94.777	96.810	604358.321	4062826.871	212.535g	2.50	-2.5
159	1510.000	94.835	96.927	604368.123	4062824.893	212.815g	2.50	-2.5
160	1520.000	94.906	97.027	604377.917	4062822.875	213.037g	2.50	-2.5
161	1530.000	94.928	97.112	604387.706	4062820.828	213.200g	2.50	-2.5
162	1540.000	95.018	97.196	604397.490	4062818.761	213.305g	2.50	-2.5
163	1550.000	95.038	97.280	604407.271	4062816.682	213.351g	2.50	-2.5
164	1552.917	95.039	97.304	604410.124	4062816.075	213.354g	2.50	-2.5
165	1560.000	95.049	97.364	604417.052	4062814.600	213.354g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
166	1570.000	95.047	97.448	604426.833	4062812.517	213.354g	2.50	-2.5
167	1580.000	95.099	97.531	604436.613	4062810.435	213.354g	2.50	-2.5
168	1590.000	95.250	97.615	604446.394	4062808.353	213.354g	2.50	-2.5
169	1600.000	95.283	97.699	604456.175	4062806.271	213.354g	2.50	-2.5
170	1610.000	95.235	97.783	604465.956	4062804.189	213.354g	2.50	-2.5
171	1620.000	95.305	97.867	604475.737	4062802.106	213.354g	2.50	-2.5
172	1630.000	95.206	97.950	604485.518	4062800.024	213.354g	2.50	-2.5
173	1640.000	95.326	98.034	604495.298	4062797.942	213.354g	2.50	-2.5
174	1650.000	95.201	98.118	604505.079	4062795.860	213.354g	2.50	-2.5
175	1660.000	95.448	98.202	604514.860	4062793.777	213.354g	2.50	-2.5
176	1670.000	95.515	98.286	604524.641	4062791.695	213.354g	2.50	-2.5
177	1680.000	95.505	98.370	604534.422	4062789.613	213.354g	2.50	-2.5
178	1690.000	95.536	98.453	604544.202	4062787.531	213.354g	2.50	-2.5
179	1700.000	95.339	98.537	604553.983	4062785.448	213.354g	2.50	-2.5
180	1710.000	95.556	98.621	604563.764	4062783.366	213.354g	2.50	-2.5
181	1720.000	95.851	98.705	604573.545	4062781.284	213.354g	2.50	-2.5
182	1730.000	95.839	98.789	604583.326	4062779.202	213.354g	2.50	-2.5
183	1740.000	95.822	98.872	604593.106	4062777.119	213.354g	2.50	-2.5
184	1750.000	95.859	98.956	604602.887	4062775.037	213.354g	2.50	-2.5
185	1760.000	95.999	99.040	604612.668	4062772.955	213.354g	2.50	-2.5
186	1770.000	95.978	99.124	604622.449	4062770.873	213.354g	2.50	-2.5
187	1780.000	95.977	99.208	604632.230	4062768.790	213.354g	2.50	-2.5
188	1790.000	95.928	99.291	604642.010	4062766.708	213.354g	2.50	-2.5
189	1800.000	96.066	99.375	604651.791	4062764.626	213.354g	2.50	-2.5
190	1810.000	96.143	99.459	604661.572	4062762.544	213.354g	2.50	-2.5
191	1820.000	96.231	99.543	604671.353	4062760.462	213.354g	2.50	-2.5
192	1830.000	96.578	99.627	604681.134	4062758.379	213.354g	2.50	-2.5
193	1840.000	96.486	99.711	604690.915	4062756.297	213.354g	2.50	-2.5
194	1850.000	96.461	99.794	604700.695	4062754.215	213.354g	2.50	-2.5
195	1860.000	96.527	99.878	604710.476	4062752.133	213.354g	2.50	-2.5
196	1870.000	96.520	99.962	604720.257	4062750.050	213.354g	2.50	-2.5
197	1880.000	96.598	100.046	604730.038	4062747.968	213.354g	2.50	-2.5
198	1890.000	96.734	100.130	604739.819	4062745.886	213.354g	2.50	-2.5
199	1900.000	96.799	100.213	604749.599	4062743.804	213.354g	2.50	-2.5
200	1910.000	96.750	100.297	604759.380	4062741.721	213.354g	2.50	-2.5
201	1920.000	96.859	100.381	604769.161	4062739.639	213.354g	2.50	-2.5
202	1930.000	96.919	100.465	604778.942	4062737.557	213.354g	2.50	-2.5
203	1940.000	97.037	100.549	604788.723	4062735.475	213.354g	2.50	-2.5
204	1950.000	97.243	100.632	604798.503	4062733.392	213.354g	2.50	-2.5
205	1960.000	97.305	100.716	604808.284	4062731.310	213.354g	2.50	-2.5
206	1970.000	97.206	100.800	604818.065	4062729.228	213.354g	2.50	-2.5
207	1980.000	97.513	100.884	604827.846	4062727.146	213.354g	2.50	-2.5
208	1990.000	97.604	100.968	604837.627	4062725.063	213.354g	2.50	-2.5
209	2000.000	97.641	101.051	604847.408	4062722.981	213.354g	2.50	-2.5
210	2010.000	97.695	101.135	604857.188	4062720.899	213.354g	2.50	-2.5
211	2020.000	97.896	101.219	604866.969	4062718.817	213.354g	2.50	-2.5
212	2030.000	98.097	101.303	604876.750	4062716.734	213.354g	2.50	-2.5
213	2040.000	98.311	101.387	604886.531	4062714.652	213.354g	2.50	-2.5
214	2050.000	98.401	101.471	604896.312	4062712.570	213.354g	2.50	-2.5
215	2060.000	98.594	101.554	604906.092	4062710.488	213.354g	2.50	-2.5
216	2070.000	98.621	101.628	604915.873	4062708.406	213.354g	2.50	-2.5
217	2080.000	98.787	101.688	604925.654	4062706.323	213.354g	2.50	-2.5
218	2090.000	98.849	101.734	604935.435	4062704.241	213.354g	2.50	-2.5
219	2100.000	99.075	101.765	604945.216	4062702.159	213.354g	2.50	-2.5
220	2110.000	99.210	101.782	604954.996	4062700.077	213.354g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
221	2120.000	99.201	101.785	604964.777	4062697.994	213.354g	2.50	-2.5
222	2130.000	99.294	101.773	604974.558	4062695.912	213.354g	2.50	-2.5
223	2140.000	99.225	101.747	604984.339	4062693.830	213.354g	2.50	-2.5
224	2150.000	99.172	101.707	604994.120	4062691.748	213.354g	2.50	-2.5
225	2160.000	98.966	101.653	605003.901	4062689.665	213.354g	2.50	-2.5
226	2170.000	98.850	101.584	605013.681	4062687.583	213.354g	2.50	-2.5
227	2180.000	98.779	101.503	605023.462	4062685.501	213.354g	2.50	-2.5
228	2190.000	98.607	101.419	605033.243	4062683.419	213.354g	2.50	-2.5
229	2200.000	98.619	101.336	605043.024	4062681.336	213.354g	2.50	-2.5
230	2210.000	98.596	101.253	605052.805	4062679.254	213.354g	2.50	-2.5
231	2220.000	98.452	101.169	605062.585	4062677.172	213.354g	2.50	-2.5
232	2230.000	98.494	101.086	605072.366	4062675.090	213.354g	2.50	-2.5
233	2240.000	98.349	101.003	605082.147	4062673.007	213.354g	2.50	-2.5
234	2250.000	98.362	100.919	605091.928	4062670.925	213.354g	2.50	-2.5
235	2260.000	98.369	100.836	605101.709	4062668.843	213.354g	2.50	-2.5
236	2269.412	98.342	100.757	605110.915	4062666.883	213.354g	2.50	-2.5
237	2270.000	98.333	100.752	605111.489	4062666.761	213.354g	2.50	-2.5
238	2280.000	98.294	100.669	605121.271	4062664.681	213.305g	2.50	-2.5
239	2290.000	98.278	100.586	605131.055	4062662.616	213.169g	2.50	-2.5
240	2300.000	98.289	100.502	605140.845	4062660.578	212.945g	2.50	-2.5
241	2310.000	98.294	100.419	605150.644	4062658.581	212.634g	2.50	-2.0
242	2320.000	98.322	100.336	605160.454	4062656.639	212.236g	2.50	-1.3
243	2330.000	98.367	100.252	605170.276	4062654.765	211.751g	2.50	-0.6
244	2340.000	98.462	100.169	605180.114	4062652.973	211.178g	2.50	0.1
245	2350.000	98.394	100.086	605189.969	4062651.276	210.518g	2.50	0.8
246	2360.000	98.552	100.002	605199.843	4062649.688	209.771g	2.50	1.5
247	2370.000	98.623	99.919	605209.735	4062648.223	208.936g	2.50	2.2
248	2373.555	98.643	99.889	605213.256	4062647.735	208.618g	2.50	2.5
249	2380.000	98.685	99.837	605219.646	4062646.894	208.032g	2.50	2.5
250	2390.000	98.763	99.770	605229.575	4062645.707	207.122g	2.50	2.5
251	2400.000	98.861	99.724	605239.520	4062644.662	206.213g	2.50	2.5
252	2410.000	98.935	99.698	605249.479	4062643.758	205.303g	2.50	2.5
253	2420.000	98.753	99.691	605259.450	4062642.997	204.394g	2.50	2.5
254	2430.000	98.980	99.705	605269.431	4062642.379	203.485g	2.50	2.5
255	2440.000	98.901	99.739	605279.419	4062641.903	202.575g	2.50	2.5
256	2450.000	98.848	99.792	605289.414	4062641.570	201.666g	2.50	2.5
257	2460.000	98.798	99.866	605299.412	4062641.380	200.756g	2.50	2.5
258	2470.000	98.807	99.960	605309.412	4062641.333	199.847g	2.50	2.5
259	2480.000	98.907	100.073	605319.411	4062641.428	198.937g	2.50	2.5
260	2490.000	98.968	100.207	605329.408	4062641.667	198.028g	2.50	2.5
261	2500.000	99.170	100.361	605339.401	4062642.048	197.118g	2.50	2.5
262	2510.000	99.225	100.534	605349.387	4062642.571	196.209g	2.50	2.5
263	2520.000	99.446	100.728	605359.365	4062643.238	195.299g	2.50	2.5
264	2530.000	99.824	100.942	605369.332	4062644.047	194.390g	2.50	2.5
265	2540.000	100.057	101.175	605379.286	4062644.998	193.481g	2.50	2.5
266	2550.000	100.332	101.429	605389.226	4062646.091	192.571g	2.50	2.5
267	2556.782	100.573	101.612	605395.959	4062646.914	191.954g	2.50	2.5
268	2560.000	100.668	101.703	605399.150	4062647.326	191.666g	2.50	2.2
269	2570.000	101.064	101.996	605409.055	4062648.698	190.828g	2.50	1.5
270	2580.000	101.438	102.310	605418.943	4062650.193	190.078g	2.50	0.8
271	2590.000	101.830	102.644	605428.813	4062651.798	189.415g	2.50	0.1
272	2600.000	102.222	102.997	605438.667	4062653.499	188.839g	2.50	-0.5
273	2610.000	102.546	103.371	605448.507	4062655.282	188.351g	2.50	-1.3
274	2620.000	103.008	103.764	605458.334	4062657.133	187.950g	2.50	-2.0
275	2630.000	103.414	104.163	605468.151	4062659.040	187.636g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
276	2640.000	103.708	104.561	605477.959	4062660.989	187.410g	2.50	-2.5
277	2650.000	104.159	104.960	605487.762	4062662.965	187.271g	2.50	-2.5
278	2660.000	104.653	105.359	605497.561	4062664.957	187.219g	2.50	-2.5
279	2660.925	104.663	105.396	605498.468	4062665.141	187.219g	2.50	-2.5
280	2670.000	105.033	105.758	605507.360	4062666.951	187.219g	2.50	-2.5
281	2680.000	105.425	106.156	605517.160	4062668.945	187.219g	2.50	-2.5
282	2690.000	105.828	106.555	605526.959	4062670.939	187.219g	2.50	-2.5
283	2700.000	105.905	106.954	605536.758	4062672.934	187.219g	2.50	-2.5
284	2710.000	106.761	107.353	605546.557	4062674.928	187.219g	2.50	-2.5
285	2720.000	107.243	107.751	605556.356	4062676.922	187.219g	2.50	-2.5
286	2727.939	107.572	108.065	605564.136	4062678.505	187.219g	2.50	-2.5
287	2730.000	107.656	108.145	605566.155	4062678.916	187.222g	2.50	-2.5
288	2740.000	107.972	108.525	605575.956	4062680.903	187.334g	2.50	-2.5
289	2750.000	108.262	108.891	605585.762	4062682.861	187.606g	1.84	-2.5
290	2760.000	108.561	109.242	605595.580	4062684.764	188.037g	1.12	-2.5
291	2770.000	108.862	109.579	605605.412	4062686.589	188.626g	0.41	-2.5
292	2780.000	109.210	109.901	605615.262	4062688.310	189.375g	-0.31	-2.5
293	2790.000	109.448	110.210	605625.135	4062689.903	190.284g	-1.02	-2.5
294	2800.000	109.757	110.504	605635.030	4062691.343	191.351g	-1.73	-2.5
295	2810.000	110.066	110.783	605644.950	4062692.604	192.577g	-2.45	-2.5
296	2820.000	110.368	111.049	605654.894	4062693.661	193.963g	-3.16	-3.1
297	2830.000	110.593	111.300	605664.859	4062694.489	195.508g	-3.88	-3.8
298	2840.000	111.015	111.537	605674.843	4062695.062	197.212g	-4.59	-4.5
299	2842.225	111.198	111.588	605677.066	4062695.153	197.612g	-4.75	-4.7
300	2850.000	111.985	111.760	605684.838	4062695.358	199.027g	-4.75	-4.7
301	2860.000	113.637	111.968	605694.838	4062695.368	200.845g	-4.75	-4.7
302	2870.000	113.622	112.162	605704.834	4062695.093	202.664g	-4.75	-4.7
303	2880.000	113.131	112.342	605714.817	4062694.531	204.483g	-4.75	-4.7
304	2890.000	113.577	112.507	605724.781	4062693.685	206.302g	-4.75	-4.7
305	2900.000	113.758	112.658	605734.717	4062692.555	208.121g	-4.75	-4.7
306	2910.000	113.773	112.795	605744.616	4062691.141	209.940g	-4.75	-4.7
307	2920.000	113.454	112.918	605754.471	4062689.445	211.759g	-4.75	-4.7
308	2930.000	113.186	113.026	605764.273	4062687.469	213.578g	-4.75	-4.7
309	2940.000	113.182	113.120	605774.015	4062685.213	215.397g	-4.75	-4.7
310	2950.000	113.088	113.200	605783.688	4062682.679	217.216g	-4.75	-4.7
311	2960.000	112.750	113.265	605793.286	4062679.871	219.035g	-4.75	-4.7
312	2970.000	113.424	113.317	605802.798	4062676.789	220.854g	-4.75	-4.7
313	2980.000	112.898	113.354	605812.220	4062673.437	222.672g	-4.75	-4.7
314	2990.000	113.362	113.376	605821.541	4062669.817	224.491g	-4.75	-4.7
315	3000.000	111.853	113.385	605830.755	4062665.932	226.310g	-4.75	-4.7
316	3010.000	112.486	113.379	605839.855	4062661.785	228.129g	-4.75	-4.7
317	3020.000	111.255	113.358	605848.832	4062657.381	229.948g	-4.75	-4.7
318	3030.000	111.129	113.324	605857.680	4062652.721	231.767g	-4.75	-4.7
319	3040.000	111.031	113.275	605866.391	4062647.811	233.586g	-4.75	-4.7
320	3044.066	110.994	113.251	605869.892	4062645.744	234.326g	-4.75	-4.7
321	3050.000	110.963	113.212	605874.959	4062642.655	235.377g	-4.33	-4.3
322	3060.000	110.927	113.135	605883.384	4062637.269	237.022g	-3.61	-3.6
323	3070.000	110.971	113.043	605891.674	4062631.677	238.507g	-2.90	-2.9
324	3080.000	110.954	112.938	605899.839	4062625.903	239.834g	-2.18	-2.5
325	3090.000	111.065	112.831	605907.889	4062619.971	241.001g	-1.47	-2.5
326	3100.000	111.009	112.724	605915.836	4062613.902	242.010g	-0.75	-2.5
327	3110.000	111.228	112.617	605923.694	4062607.717	242.859g	-0.04	-2.5
328	3120.000	110.975	112.510	605931.477	4062601.438	243.549g	0.67	-2.5
329	3130.000	111.218	112.402	605939.200	4062595.085	244.080g	1.39	-2.5
330	3140.000	110.848	112.295	605946.877	4062588.677	244.451g	2.10	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
331	3150.000	111.298	112.188	605954.524	4062582.234	244.664g	2.50	-2.5
332	3158.352	110.714	112.099	605960.901	4062576.840	244.719g	2.50	-2.5
333	3160.000	110.704	112.081	605962.159	4062575.775	244.719g	2.50	-2.5
334	3170.000	110.611	111.974	605969.791	4062569.314	244.719g	2.50	-2.5
335	3180.000	110.554	111.867	605977.424	4062562.853	244.719g	2.50	-2.5
336	3190.000	110.579	111.759	605985.056	4062556.392	244.719g	2.50	-2.5
337	3200.000	110.513	111.652	605992.689	4062549.931	244.719g	2.50	-2.5
338	3210.000	110.731	111.545	606000.322	4062543.470	244.719g	2.50	-2.5
339	3220.000	110.661	111.438	606007.954	4062537.010	244.719g	2.50	-2.5
340	3230.000	110.693	111.331	606015.587	4062530.549	244.719g	2.50	-2.5
341	3240.000	110.681	111.224	606023.220	4062524.088	244.719g	2.50	-2.5
342	3250.000	110.595	111.117	606030.852	4062517.627	244.719g	2.50	-2.5
343	3260.000	110.568	111.009	606038.485	4062511.166	244.719g	2.50	-2.5
344	3270.000	110.479	110.902	606046.117	4062504.705	244.719g	2.50	-2.5
345	3280.000	110.565	110.795	606053.750	4062498.244	244.719g	2.50	-2.5
346	3290.000	110.450	110.688	606061.383	4062491.783	244.719g	2.50	-2.5
347	3300.000	110.385	110.581	606069.015	4062485.322	244.719g	2.50	-2.5
348	3307.994	110.495	110.495	606075.117	4062480.157	244.719g	2.50	-2.5

Le 23/06/2013 à 15:15 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 1504
C:\Users\DUAL\Desktop\MONPRO~2\TABULA~1.PIS

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
1	0.000	38.7	19.7	6.3	0.0	0.0
2	10.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
3	20.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
4	30.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
5	40.000	77.6	39.3	12.6	0.0	0.0
6	50.000	78.6	39.4	12.6	0.0	0.0
7	60.000	73.7	36.7	11.7	0.0	0.0
8	68.612	39.5	19.6	6.3	0.0	0.0
9	70.000	45.0	22.3	7.2	0.0	0.0
10	80.000	78.9	39.0	12.6	0.0	0.0
11	90.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
12	100.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
13	110.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
14	120.000	39.7	19.6	6.4	0.0	0.0
15	120.191	39.0	19.2	6.3	0.0	0.0
16	130.000	77.2	38.1	12.5	0.0	0.0
17	140.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
18	150.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
19	160.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
20	170.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
21	180.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
22	190.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
23	200.000	77.4	38.5	12.6	0.0	0.0
24	210.000	77.4	38.8	12.6	0.0	0.0
25	220.000	76.1	38.5	12.6	0.0	0.0
26	230.000	78.6	38.8	12.6	0.0	0.0
27	240.000	49.2	24.2	7.9	0.0	0.0
28	242.471	39.4	19.4	6.3	0.0	0.0
29	250.000	69.1	34.0	11.0	0.0	0.0
30	260.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
31	270.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
32	280.000	78.9	39.0	12.6	0.0	0.0
33	290.000	55.5	27.5	8.9	0.0	0.0
34	294.050	39.5	19.6	6.3	0.0	0.0
35	300.000	63.1	31.4	10.0	0.0	0.0
36	310.000	79.1	39.4	12.6	0.0	0.0
37	320.000	78.7	39.4	12.6	0.0	0.0
38	330.000	77.5	39.3	12.6	0.0	0.0
39	340.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
40	350.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
41	360.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
42	370.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
43	380.000	78.4	39.3	12.6	0.0	0.0
44	390.000	78.2	39.3	12.6	0.0	0.0
45	400.000	78.1	39.3	12.6	0.0	0.0
46	410.000	78.1	39.3	12.6	0.0	0.0
47	420.000	77.3	39.3	12.6	0.0	0.0
48	430.000	76.4	39.1	12.6	0.0	0.0
49	440.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
50	450.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
51	460.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
52	470.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
53	480.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
54	490.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
55	500.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
56	510.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
57	520.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
58	530.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
59	540.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
60	550.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
61	560.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
62	570.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
63	580.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
64	590.000	76.7	39.2	12.6	0.0	0.0
65	600.000	76.4	39.1	12.6	0.0	0.0
66	610.000	77.3	39.3	12.6	0.0	0.0
67	620.000	77.6	39.3	12.6	0.0	0.0
68	630.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
69	640.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
70	650.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
71	660.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
72	670.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
73	680.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
74	690.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
75	700.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
76	710.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
77	720.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
78	730.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
79	740.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
80	750.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
81	760.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
82	770.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
83	780.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
84	790.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
85	800.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
86	810.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
87	820.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
88	830.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
89	840.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
90	850.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
91	860.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
92	870.000	54.0	27.0	8.7	0.0	0.0
93	873.754	39.3	19.7	6.3	0.0	0.0
94	880.000	63.8	31.9	10.2	0.0	0.0
95	890.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
96	900.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
97	910.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
98	920.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
99	930.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
100	940.000	78.4	39.3	12.6	0.0	0.0
101	950.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
102	960.000	75.7	38.7	12.6	0.0	0.0
103	970.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
104	980.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
105	990.000	77.5	39.0	12.6	0.0	0.0
106	1000.000	77.4	39.0	12.6	0.0	0.0
107	1010.000	77.4	39.0	12.6	0.0	0.0
108	1020.000	77.3	39.0	12.6	0.0	0.0
109	1030.000	77.3	38.8	12.6	0.0	0.0
110	1040.000	77.2	38.7	12.6	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
111	1050.000	58.9	29.4	9.6	0.0	0.0
112	1055.254	38.6	19.2	6.3	0.0	0.0
113	1060.000	56.9	28.4	9.3	0.0	0.0
114	1070.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
115	1080.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
116	1090.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
117	1100.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
118	1110.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
119	1120.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
120	1130.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
121	1140.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
122	1150.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
123	1160.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
124	1170.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
125	1180.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
126	1190.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
127	1200.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
128	1210.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
129	1220.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
130	1230.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
131	1240.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
132	1250.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
133	1260.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
134	1270.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
135	1280.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
136	1290.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
137	1300.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
138	1310.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
139	1320.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
140	1330.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
141	1340.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
142	1350.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
143	1360.000	77.2	38.5	12.6	0.0	0.0
144	1370.000	44.1	22.0	7.2	0.0	0.0
145	1371.417	38.6	19.2	6.3	0.0	0.0
146	1380.000	71.7	35.8	11.7	0.0	0.0
147	1390.000	77.3	38.7	12.6	0.0	0.0
148	1400.000	76.8	39.0	12.6	0.0	0.0
149	1410.000	77.3	39.2	12.6	0.0	0.0
150	1420.000	78.3	39.1	12.6	0.0	0.0
151	1430.000	78.4	39.2	12.6	0.0	0.0
152	1440.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
153	1450.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
154	1460.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
155	1470.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
156	1480.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
157	1490.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
158	1500.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
159	1510.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
160	1520.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
161	1530.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
162	1540.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
163	1550.000	51.4	25.6	8.1	0.0	0.0
164	1552.917	39.8	19.8	6.3	0.0	0.0
165	1560.000	67.9	33.8	10.8	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
166	1570.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
167	1580.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
168	1590.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
169	1600.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
170	1610.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
171	1620.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
172	1630.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
173	1640.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
174	1650.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
175	1660.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
176	1670.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
177	1680.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
178	1690.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
179	1700.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
180	1710.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
181	1720.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
182	1730.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
183	1740.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
184	1750.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
185	1760.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
186	1770.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
187	1780.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
188	1790.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
189	1800.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
190	1810.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
191	1820.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
192	1830.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
193	1840.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
194	1850.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
195	1860.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
196	1870.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
197	1880.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
198	1890.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
199	1900.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
200	1910.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
201	1920.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
202	1930.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
203	1940.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
204	1950.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
205	1960.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
206	1970.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
207	1980.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
208	1990.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
209	2000.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
210	2010.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
211	2020.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
212	2030.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
213	2040.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
214	2050.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
215	2060.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
216	2070.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
217	2080.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
218	2090.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
219	2100.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
220	2110.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
221	2120.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
222	2130.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
223	2140.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
224	2150.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
225	2160.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
226	2170.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
227	2180.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
228	2190.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
229	2200.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
230	2210.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
231	2220.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
232	2230.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
233	2240.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
234	2250.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
235	2260.000	77.2	38.4	12.2	0.0	0.0
236	2269.412	39.8	19.8	6.3	0.0	0.0
237	2270.000	42.1	20.9	6.7	0.0	0.0
238	2280.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
239	2290.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
240	2300.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
241	2310.000	79.5	39.5	12.6	0.0	0.0
242	2320.000	79.3	39.4	12.6	0.0	0.0
243	2330.000	79.2	39.4	12.6	0.0	0.0
244	2340.000	79.1	39.4	12.6	0.0	0.0
245	2350.000	79.0	39.2	12.6	0.0	0.0
246	2360.000	78.9	39.0	12.6	0.0	0.0
247	2370.000	53.4	26.3	8.5	0.0	0.0
248	2373.555	39.4	19.4	6.3	0.0	0.0
249	2380.000	64.8	31.9	10.4	0.0	0.0
250	2390.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
251	2400.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
252	2410.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
253	2420.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
254	2430.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
255	2440.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
256	2450.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
257	2460.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
258	2470.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
259	2480.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
260	2490.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
261	2500.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
262	2510.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
263	2520.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
264	2530.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
265	2540.000	78.8	38.8	12.6	0.0	0.0
266	2550.000	66.1	32.5	10.6	0.0	0.0
267	2556.782	39.4	19.4	6.3	0.0	0.0
268	2560.000	52.1	25.7	8.3	0.0	0.0
269	2570.000	78.9	39.0	12.6	0.0	0.0
270	2580.000	79.0	39.2	12.6	0.0	0.0
271	2590.000	79.1	39.4	12.6	0.0	0.0
272	2600.000	79.2	39.4	12.6	0.0	0.0
273	2610.000	79.3	39.4	12.6	0.0	0.0
274	2620.000	79.4	39.5	12.6	0.0	0.0
275	2630.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
276	2640.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
277	2650.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
278	2660.000	43.4	21.6	6.9	0.0	0.0
279	2660.925	39.8	19.8	6.3	0.0	0.0
280	2670.000	75.8	37.7	12.0	0.0	0.0
281	2680.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
282	2690.000	79.0	39.6	12.6	0.0	0.0
283	2700.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
284	2710.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
285	2720.000	70.4	35.3	11.3	0.0	0.0
286	2727.939	39.3	19.7	6.3	0.0	0.0
287	2730.000	46.8	23.7	7.6	0.0	0.0
288	2740.000	77.5	39.1	12.6	0.0	0.0
289	2750.000	77.5	39.0	12.6	0.0	0.0
290	2760.000	77.4	39.0	12.6	0.0	0.0
291	2770.000	77.4	39.0	12.6	0.0	0.0
292	2780.000	77.3	39.0	12.6	0.0	0.0
293	2790.000	77.3	38.8	12.6	0.0	0.0
294	2800.000	77.9	38.7	12.6	0.0	0.0
295	2810.000	77.8	38.5	12.6	0.0	0.0
296	2820.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
297	2830.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
298	2840.000	47.6	23.5	7.7	0.0	0.0
299	2842.225	39.0	19.2	6.3	0.0	0.0
300	2850.000	69.3	34.2	11.2	0.0	0.0
301	2860.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
302	2870.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
303	2880.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
304	2890.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
305	2900.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
306	2910.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
307	2920.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
308	2930.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
309	2940.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
310	2950.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
311	2960.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
312	2970.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
313	2980.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
314	2990.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
315	3000.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
316	3010.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
317	3020.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
318	3030.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
319	3040.000	54.8	27.1	8.9	0.0	0.0
320	3044.066	39.0	19.2	6.3	0.0	0.0
321	3050.000	62.1	30.7	10.0	0.0	0.0
322	3060.000	77.9	38.5	12.6	0.0	0.0
323	3070.000	77.8	38.5	12.6	0.0	0.0
324	3080.000	77.9	38.6	12.6	0.0	0.0
325	3090.000	78.0	38.8	12.6	0.0	0.0
326	3100.000	78.1	39.0	12.6	0.0	0.0
327	3110.000	79.1	39.4	12.6	0.0	0.0
328	3120.000	79.2	39.4	12.6	0.0	0.0
329	3130.000	79.4	39.4	12.6	0.0	0.0
330	3140.000	79.5	39.5	12.6	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
331	3150.000	72.0	36.1	11.6	0.0	0.0
332	3158.352	39.3	19.7	6.3	0.0	0.0
333	3160.000	45.8	23.0	7.3	0.0	0.0
334	3170.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
335	3180.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
336	3190.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
337	3200.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
338	3210.000	79.5	39.6	12.6	0.0	0.0
339	3220.000	78.0	39.3	12.6	0.0	0.0
340	3230.000	76.3	39.0	12.6	0.0	0.0
341	3240.000	75.7	38.6	12.6	0.0	0.0
342	3250.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
343	3260.000	78.3	39.3	12.6	0.0	0.0
344	3270.000	77.7	39.3	12.6	0.0	0.0
345	3280.000	78.5	39.3	12.6	0.0	0.0
346	3290.000	77.6	39.4	12.6	0.0	0.0
347	3300.000	70.6	35.4	11.3	0.0	0.0
348	3307.994	31.4	15.7	5.0	0.0	0.0
		25957	12941	4168	0	0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	REMBLAI CUMULE	DEBLAI CUMULE
1	0.000	0.0	96.9	0	97
2	10.000	0.0	154.5	0	251
3	20.000	17.4	98.3	17	350
4	30.000	89.7	71.1	107	421
5	40.000	121.5	39.1	229	460
6	50.000	117.3	20.0	346	480
7	60.000	125.7	2.6	472	482
8	68.612	75.7	1.4	547	484
9	70.000	85.3	1.6	633	486
10	80.000	148.7	2.7	781	488
11	90.000	142.9	2.5	924	491
12	100.000	119.7	2.9	1044	494
13	110.000	78.4	8.0	1122	502
14	120.000	48.1	29.8	1170	531
15	120.191	47.2	29.5	1218	561
16	130.000	90.3	78.0	1308	639
17	140.000	66.6	125.5	1374	764
18	150.000	53.8	177.9	1428	942
19	160.000	23.1	261.5	1451	1204
20	170.000	0.2	375.6	1452	1579
21	180.000	2.1	513.0	1454	2092
22	190.000	0.0	583.0	1454	2675
23	200.000	0.0	546.2	1454	3222
24	210.000	36.6	90.9	1490	3313
25	220.000	0.0	114.1	1490	3427
26	230.000	1.0	42.3	1491	3469
27	240.000	10.4	15.4	1502	3484
28	242.471	11.6	9.6	1513	3494
29	250.000	39.2	4.7	1552	3499
30	260.000	70.6	5.4	1623	3504
31	270.000	110.1	4.7	1733	3509
32	280.000	132.9	1.8	1866	3511
33	290.000	100.7	5.5	1967	3516
34	294.050	47.3	3.6	2014	3520
35	300.000	67.9	3.3	2082	3523
36	310.000	141.9	12.0	2224	3535
37	320.000	160.7	25.6	2384	3560
38	330.000	136.0	35.8	2520	3596
39	340.000	82.8	59.6	2603	3656
40	350.000	61.2	58.7	2664	3714
41	360.000	25.5	74.8	2690	3789
42	370.000	36.4	82.8	2726	3872
43	380.000	34.7	99.0	2761	3971
44	390.000	24.5	104.0	2786	4075
45	400.000	5.5	117.8	2791	4193
46	410.000	0.0	148.7	2791	4342
47	420.000	0.0	168.6	2791	4510
48	430.000	0.0	223.1	2791	4733
49	440.000	0.0	262.0	2791	4995
50	450.000	0.0	224.6	2791	5220
51	460.000	0.0	267.8	2791	5488
52	470.000	0.0	321.8	2791	5809
53	480.000	0.0	323.8	2791	6133
54	490.000	0.0	376.6	2791	6510
55	500.000	0.0	401.7	2791	6911

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	REMBLAI CUMULE	DEBLAI CUMULE
56	510.000	0.0	444.9	2791	7356
57	520.000	0.0	465.2	2791	7822
58	530.000	0.0	454.2	2791	8276
59	540.000	0.0	436.6	2791	8712
60	550.000	0.0	426.8	2791	9139
61	560.000	0.0	379.3	2791	9519
62	570.000	0.0	339.2	2791	9858
63	580.000	0.0	302.3	2791	10160
64	590.000	0.0	257.0	2791	10417
65	600.000	0.0	256.5	2791	10674
66	610.000	0.0	278.6	2791	10952
67	620.000	9.7	192.1	2801	11144
68	630.000	20.1	181.8	2821	11326
69	640.000	18.8	192.2	2840	11518
70	650.000	16.8	185.5	2856	11704
71	660.000	43.8	156.5	2900	11860
72	670.000	36.4	148.5	2937	12009
73	680.000	13.8	141.0	2950	12150
74	690.000	36.4	124.8	2987	12275
75	700.000	29.6	143.0	3016	12418
76	710.000	27.0	132.1	3043	12550
77	720.000	32.1	129.1	3076	12679
78	730.000	15.5	147.0	3091	12826
79	740.000	0.0	184.2	3091	13010
80	750.000	11.2	117.1	3102	13127
81	760.000	82.2	98.4	3184	13225
82	770.000	109.7	71.7	3294	13297
83	780.000	110.5	116.5	3405	13414
84	790.000	163.5	112.6	3568	13526
85	800.000	140.0	134.5	3708	13661
86	810.000	130.2	147.0	3838	13808
87	820.000	175.7	128.8	4014	13937
88	830.000	175.2	132.6	4189	14069
89	840.000	104.1	153.6	4293	14223
90	850.000	21.9	201.7	4315	14424
91	860.000	7.5	212.8	4323	14637
92	870.000	1.3	164.1	4324	14801
93	873.754	0.7	123.5	4325	14925
94	880.000	0.7	208.1	4326	15133
95	890.000	0.2	207.9	4326	15341
96	900.000	3.4	211.5	4329	15552
97	910.000	30.5	195.5	4360	15748
98	920.000	35.2	212.1	4395	15960
99	930.000	17.0	240.0	4412	16200
100	940.000	0.0	309.7	4412	16510
101	950.000	0.0	382.8	4412	16893
102	960.000	0.0	364.8	4412	17257
103	970.000	0.0	420.8	4412	17678
104	980.000	0.0	452.8	4412	18131
105	990.000	0.0	518.0	4412	18649
106	1000.000	0.0	585.1	4412	19234
107	1010.000	0.0	614.2	4412	19848
108	1020.000	0.0	658.5	4412	20507
109	1030.000	0.0	587.5	4412	21094
110	1040.000	0.0	674.4	4412	21769

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	REMBLAI CUMULE	DEBLAI CUMULE
111	1050.000	0.0	547.0	4412	22316
112	1055.254	0.0	365.1	4412	22681
113	1060.000	0.0	553.3	4412	23234
114	1070.000	0.0	825.0	4412	24059
115	1080.000	0.0	874.5	4412	24933
116	1090.000	0.0	915.7	4412	25849
117	1100.000	0.0	997.0	4412	26846
118	1110.000	0.0	1026.1	4412	27872
119	1120.000	0.0	1147.4	4412	29020
120	1130.000	0.0	1184.4	4412	30204
121	1140.000	0.0	1198.8	4412	31403
122	1150.000	0.0	1237.2	4412	32640
123	1160.000	0.0	1233.6	4412	33874
124	1170.000	0.0	1205.5	4412	35079
125	1180.000	0.0	1148.0	4412	36227
126	1190.000	0.0	1103.5	4412	37331
127	1200.000	0.0	1072.7	4412	38403
128	1210.000	0.0	1017.8	4412	39421
129	1220.000	0.0	1011.7	4412	40433
130	1230.000	0.0	1016.8	4412	41450
131	1240.000	0.0	1009.9	4412	42460
132	1250.000	0.0	988.2	4412	43448
133	1260.000	0.0	979.7	4412	44428
134	1270.000	0.0	975.2	4412	45403
135	1280.000	0.0	974.9	4412	46378
136	1290.000	0.0	940.5	4412	47318
137	1300.000	0.0	884.5	4412	48203
138	1310.000	0.0	820.5	4412	49023
139	1320.000	0.0	786.5	4412	49810
140	1330.000	0.0	728.1	4412	50538
141	1340.000	0.0	679.1	4412	51217
142	1350.000	0.0	634.4	4412	51851
143	1360.000	0.0	548.6	4412	52400
144	1370.000	0.0	260.4	4412	52660
145	1371.417	0.0	220.7	4412	52881
146	1380.000	0.0	372.8	4412	53254
147	1390.000	0.0	324.6	4412	53578
148	1400.000	0.0	254.0	4412	53832
149	1410.000	0.0	197.7	4412	54030
150	1420.000	61.3	137.8	4473	54168
151	1430.000	102.4	82.2	4576	54250
152	1440.000	146.6	50.9	4722	54301
153	1450.000	179.1	57.0	4901	54358
154	1460.000	237.6	3.0	5139	54361
155	1470.000	298.5	2.7	5437	54364
156	1480.000	368.6	2.8	5806	54366
157	1490.000	403.3	2.8	6209	54369
158	1500.000	480.8	3.1	6690	54372
159	1510.000	498.0	2.9	7188	54375
160	1520.000	535.6	2.9	7724	54378
161	1530.000	541.6	2.8	8265	54381
162	1540.000	547.0	2.9	8812	54384
163	1550.000	348.3	2.0	9160	54386
164	1552.917	272.4	1.5	9433	54387
165	1560.000	473.5	2.6	9906	54390

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	REMBLAI CUMULE	DEBLAI CUMULE
166	1570.000	709.5	3.2	10616	54393
167	1580.000	649.2	3.3	11265	54396
168	1590.000	618.0	3.1	11883	54400
169	1600.000	603.7	3.3	12487	54403
170	1610.000	622.7	3.1	13109	54406
171	1620.000	632.5	3.0	13742	54409
172	1630.000	668.4	2.6	14410	54412
173	1640.000	667.5	2.9	15078	54414
174	1650.000	728.1	3.2	15806	54418
175	1660.000	720.1	3.3	16526	54421
176	1670.000	727.4	3.3	17253	54424
177	1680.000	738.2	3.4	17992	54428
178	1690.000	726.0	3.0	18718	54431
179	1700.000	758.5	3.0	19476	54434
180	1710.000	778.1	2.9	20254	54436
181	1720.000	781.1	3.0	21035	54439
182	1730.000	821.1	2.9	21856	54442
183	1740.000	839.1	3.0	22695	54445
184	1750.000	897.1	3.2	23593	54449
185	1760.000	904.3	2.8	24497	54451
186	1770.000	906.2	2.6	25403	54454
187	1780.000	945.5	2.9	26349	54457
188	1790.000	1049.1	2.6	27398	54459
189	1800.000	1001.5	2.6	28399	54462
190	1810.000	1013.0	2.7	29412	54465
191	1820.000	1044.4	3.2	30457	54468
192	1830.000	1030.4	3.4	31487	54471
193	1840.000	1067.7	3.3	32555	54475
194	1850.000	1061.8	3.2	33616	54478
195	1860.000	1004.8	3.1	34621	54481
196	1870.000	1058.8	3.1	35680	54484
197	1880.000	1089.0	3.1	36769	54487
198	1890.000	1095.5	3.3	37865	54490
199	1900.000	1116.9	3.4	38982	54494
200	1910.000	1134.5	3.2	40116	54497
201	1920.000	1117.2	3.0	41233	54500
202	1930.000	1108.0	3.0	42341	54503
203	1940.000	1123.3	3.7	43465	54507
204	1950.000	1046.0	3.1	44511	54510
205	1960.000	1105.8	3.6	45616	54513
206	1970.000	1113.1	3.0	46729	54516
207	1980.000	1039.4	2.8	47769	54519
208	1990.000	1005.1	3.9	48774	54523
209	2000.000	994.9	2.8	49769	54526
210	2010.000	998.3	2.8	50767	54529
211	2020.000	952.0	3.9	51719	54533
212	2030.000	924.1	3.6	52643	54536
213	2040.000	888.1	3.2	53531	54539
214	2050.000	849.6	3.3	54381	54543
215	2060.000	849.7	3.0	55231	54546
216	2070.000	824.6	3.1	56055	54549
217	2080.000	804.0	3.1	56859	54552
218	2090.000	791.7	2.9	57651	54555
219	2100.000	747.3	3.1	58398	54558
220	2110.000	723.0	3.0	59121	54561

VOLUMES TERRASSEMENT

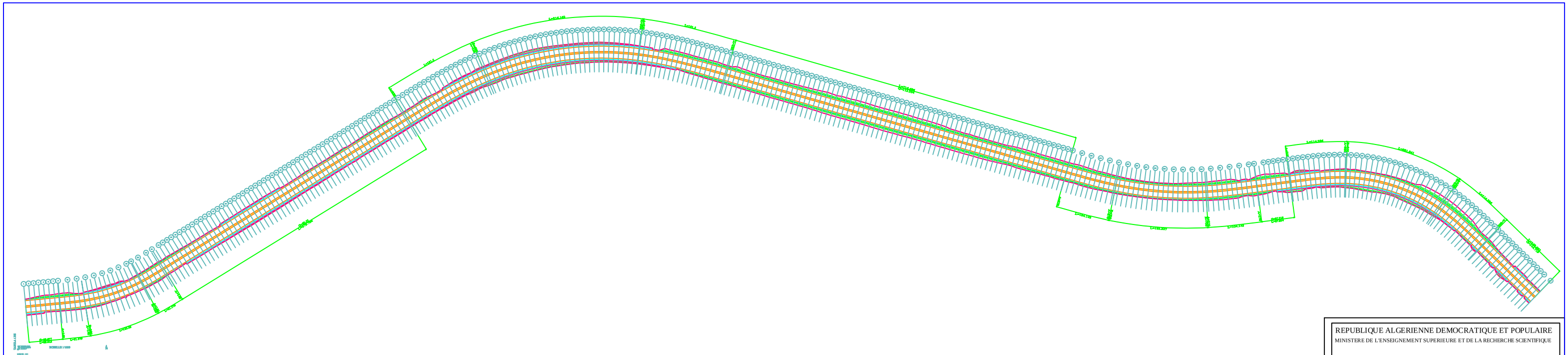
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	REMBLAI CUMULE	DEBLAI CUMULE
221	2120.000	683.4	3.1	59805	54564
222	2130.000	662.0	3.0	60467	54567
223	2140.000	649.0	3.1	61116	54570
224	2150.000	669.3	3.4	61785	54573
225	2160.000	702.7	2.7	62488	54576
226	2170.000	740.3	2.5	63228	54579
227	2180.000	794.7	3.0	64023	54582
228	2190.000	777.8	3.0	64800	54585
229	2200.000	747.3	3.2	65548	54588
230	2210.000	705.4	3.1	66253	54591
231	2220.000	713.1	1.3	66966	54592
232	2230.000	693.0	3.3	67659	54596
233	2240.000	692.0	1.3	68351	54597
234	2250.000	664.8	1.3	69016	54598
235	2260.000	601.2	2.7	69617	54601
236	2269.412	300.8	1.4	69918	54602
237	2270.000	318.5	1.5	70236	54604
238	2280.000	607.3	3.1	70844	54607
239	2290.000	621.6	2.9	71465	54610
240	2300.000	610.9	3.3	72076	54613
241	2310.000	571.4	3.2	72648	54616
242	2320.000	561.8	3.2	73209	54620
243	2330.000	490.7	4.0	73700	54624
244	2340.000	443.9	3.1	74144	54627
245	2350.000	437.8	3.1	74582	54630
246	2360.000	357.2	3.4	74939	54633
247	2370.000	224.8	2.1	75164	54635
248	2373.555	159.4	1.5	75323	54637
249	2380.000	231.9	2.5	75555	54639
250	2390.000	233.2	3.0	75788	54642
251	2400.000	206.6	3.0	75995	54645
252	2410.000	168.7	3.0	76164	54648
253	2420.000	167.0	3.1	76331	54651
254	2430.000	146.5	3.0	76477	54654
255	2440.000	151.3	2.8	76628	54657
256	2450.000	149.9	3.0	76778	54660
257	2460.000	163.0	3.0	76941	54663
258	2470.000	172.2	3.0	77114	54666
259	2480.000	184.6	3.0	77298	54669
260	2490.000	212.9	3.0	77511	54672
261	2500.000	242.4	3.0	77753	54675
262	2510.000	291.5	3.1	78045	54678
263	2520.000	343.0	3.1	78388	54681
264	2530.000	368.2	3.1	78756	54685
265	2540.000	373.3	3.0	79129	54687
266	2550.000	293.5	2.3	79423	54690
267	2556.782	187.8	1.4	79611	54691
268	2560.000	246.9	2.0	79858	54693
269	2570.000	379.9	2.6	80237	54696
270	2580.000	387.2	2.7	80625	54699
271	2590.000	372.2	2.8	80997	54701
272	2600.000	378.9	2.9	81376	54704
273	2610.000	363.8	2.5	81740	54707
274	2620.000	230.6	2.2	81970	54709
275	2630.000	116.4	83.1	82087	54792

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	REMBLAI CUMULE	DEBLAI CUMULE
276	2640.000	68.4	41.4	82155	54834
277	2650.000	130.1	7.2	82285	54841
278	2660.000	155.5	1.4	82441	54842
279	2660.925	140.8	1.3	82581	54843
280	2670.000	315.9	2.6	82897	54846
281	2680.000	267.7	2.7	83165	54849
282	2690.000	207.9	6.9	83373	54856
283	2700.000	275.1	30.4	83648	54886
284	2710.000	150.6	75.6	83798	54962
285	2720.000	83.5	95.8	83882	55058
286	2727.939	16.7	110.7	83899	55168
287	2730.000	12.1	143.8	83911	55312
288	2740.000	10.8	381.9	83922	55694
289	2750.000	17.3	384.5	83939	56078
290	2760.000	26.3	186.9	83965	56265
291	2770.000	32.2	152.6	83997	56418
292	2780.000	32.0	83.1	84029	56501
293	2790.000	44.9	177.8	84074	56679
294	2800.000	45.2	142.7	84119	56822
295	2810.000	38.5	179.8	84158	57001
296	2820.000	56.2	179.5	84214	57181
297	2830.000	62.5	288.2	84277	57469
298	2840.000	40.9	241.5	84318	57711
299	2842.225	32.7	210.3	84350	57921
300	2850.000	42.6	451.9	84393	58373
301	2860.000	53.9	633.6	84447	59006
302	2870.000	25.6	662.2	84472	59669
303	2880.000	13.7	609.5	84486	60278
304	2890.000	8.8	555.8	84495	60834
305	2900.000	0.9	581.3	84496	61415
306	2910.000	6.5	528.5	84502	61944
307	2920.000	15.9	449.8	84518	62394
308	2930.000	33.3	316.3	84552	62710
309	2940.000	54.8	259.2	84606	62969
310	2950.000	65.9	229.5	84672	63199
311	2960.000	92.2	334.8	84764	63533
312	2970.000	102.1	527.7	84866	64061
313	2980.000	185.7	477.2	85052	64538
314	2990.000	279.4	421.6	85332	64960
315	3000.000	393.4	289.1	85725	65249
316	3010.000	444.5	151.5	86169	65401
317	3020.000	662.3	138.8	86832	65539
318	3030.000	751.9	137.1	87584	65676
319	3040.000	569.1	78.5	88153	65755
320	3044.066	396.7	46.8	88550	65802
321	3050.000	615.4	59.5	89165	65861
322	3060.000	756.7	55.4	89922	65917
323	3070.000	711.6	40.1	90633	65957
324	3080.000	641.0	33.2	91274	65990
325	3090.000	558.2	22.5	91832	66013
326	3100.000	480.8	29.0	92313	66042
327	3110.000	408.0	3.5	92721	66045
328	3120.000	333.6	2.8	93055	66048
329	3130.000	236.1	2.5	93291	66050
330	3140.000	233.7	41.5	93525	66092

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	REMBLAI CUMULE	DEBLAI CUMULE
331	3150.000	151.6	155.2	93676	66247
332	3158.352	117.4	22.7	93794	66270
333	3160.000	128.9	3.3	93923	66273
334	3170.000	340.5	3.4	94263	66276
335	3180.000	193.3	2.9	94456	66279
336	3190.000	187.8	3.3	94644	66283
337	3200.000	119.0	52.3	94763	66335
338	3210.000	96.4	5.2	94860	66340
339	3220.000	50.7	109.2	94910	66449
340	3230.000	44.6	85.3	94955	66535
341	3240.000	28.1	68.4	94983	66603
342	3250.000	26.7	52.5	95010	66655
343	3260.000	5.0	73.2	95015	66729
344	3270.000	1.3	80.7	95016	66809
345	3280.000	6.8	62.7	95023	66872
346	3290.000	7.4	49.2	95030	66921
347	3300.000	2.2	76.7	95032	66998
348	3307.994	0.2	51.0	95033	67049
		95033	67049		



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

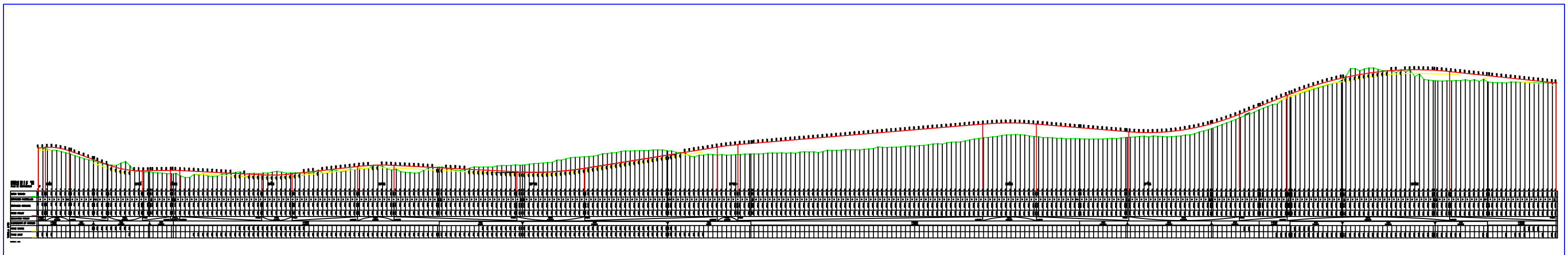
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

AMENAGEMENT EN AXE AUTOROUTIER DE LA RN12 TALA AMARA-TAMDA SUR UN LINEAIRE DE 3KM

AVANT PROJET DETAILLE (APD)

N°PLAN 01	TRACE EN PLAN	ÉLABORÉ PAR : GRIBIS ASSIA
ECHELLE:1/1000		ENCADRÉ PAR : Mr:GABI SMAIL
DATE:09/2013		

UMMTO



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

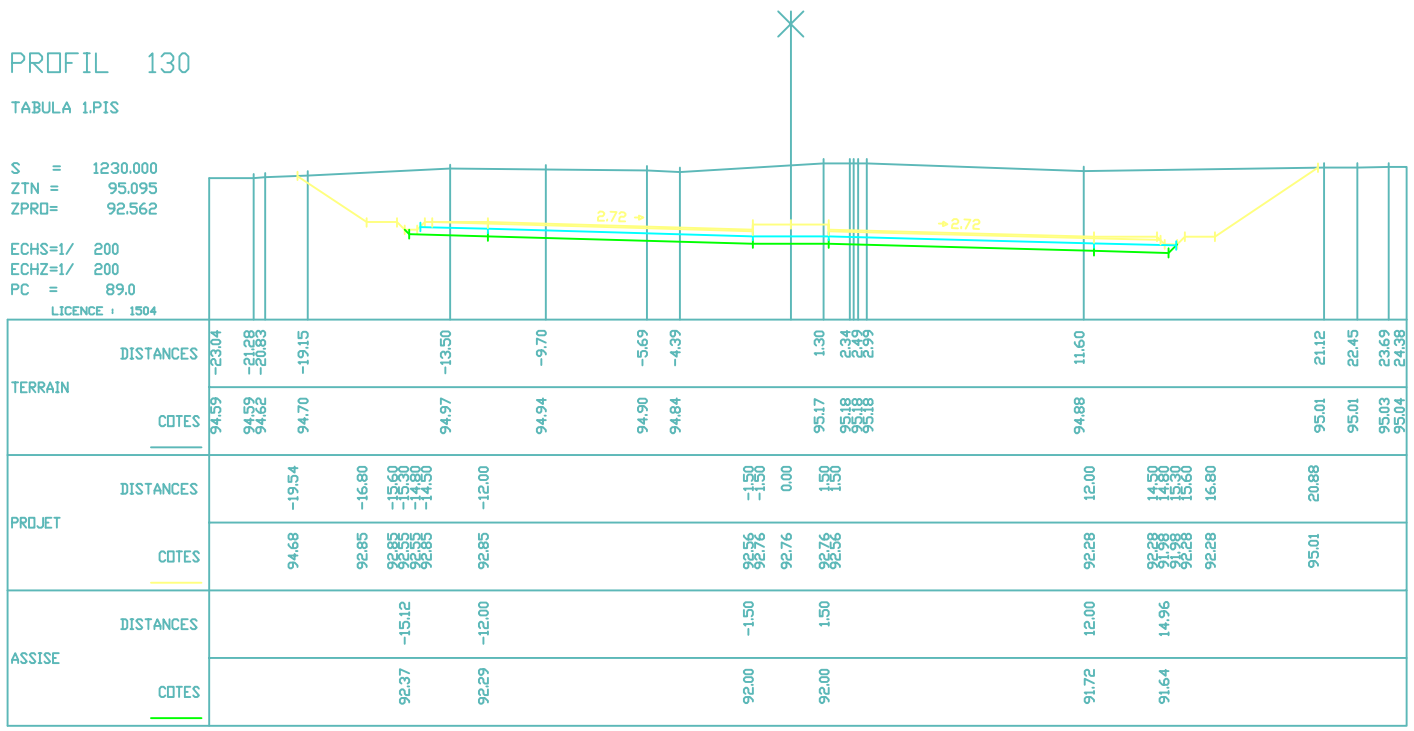
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

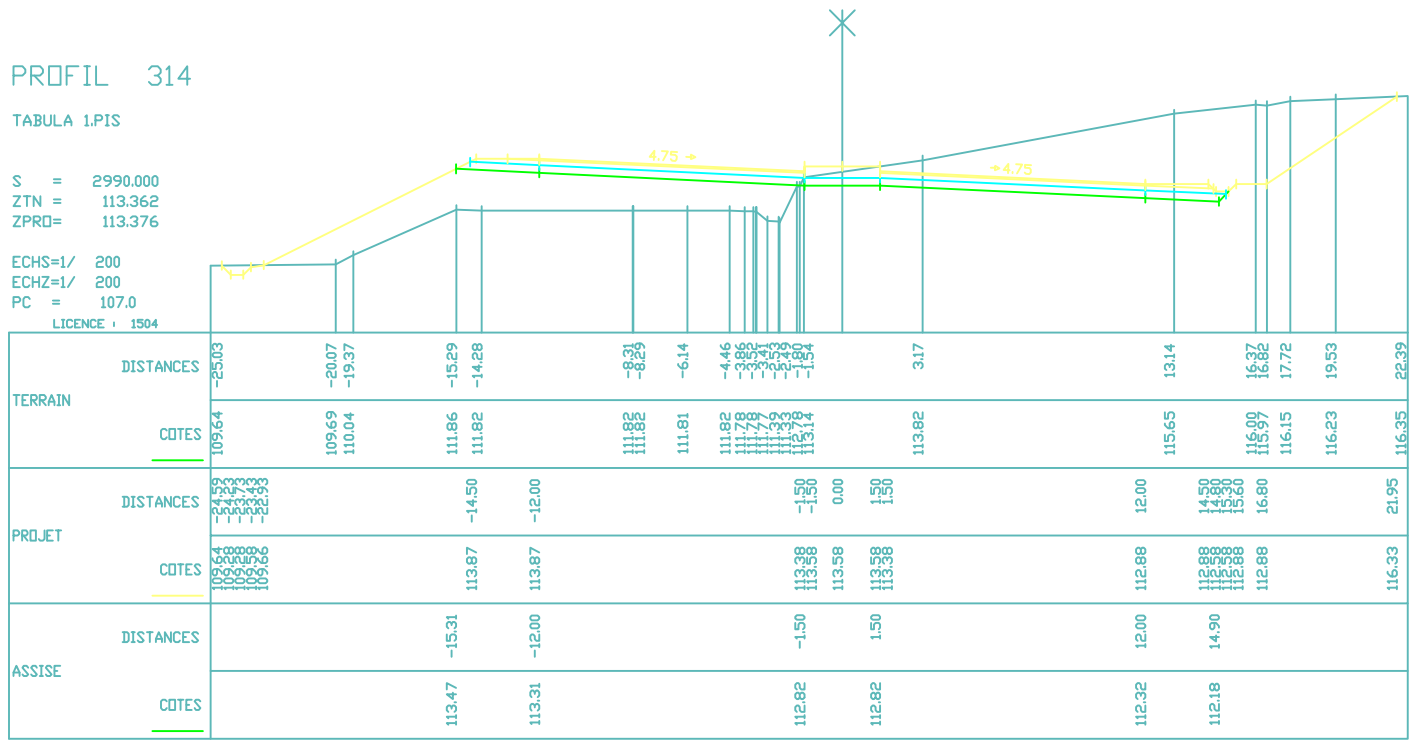
AMENAGEMENT EN AXE AUTOROUTIER DE LA RN12 TALA AMARA-TAMDA SUR UN LINEAIRE DE 3KM

AVANT PROJET DETAILLE (APD)

N°PLAN 02	PROFIL EN LONG	ELABORÉ PAR : GRIBIS ASSIA
ECHELLE: 1/1000		ENCADRÉ PAR : Mr:GABI SMAIL
DATE: 09/2013		

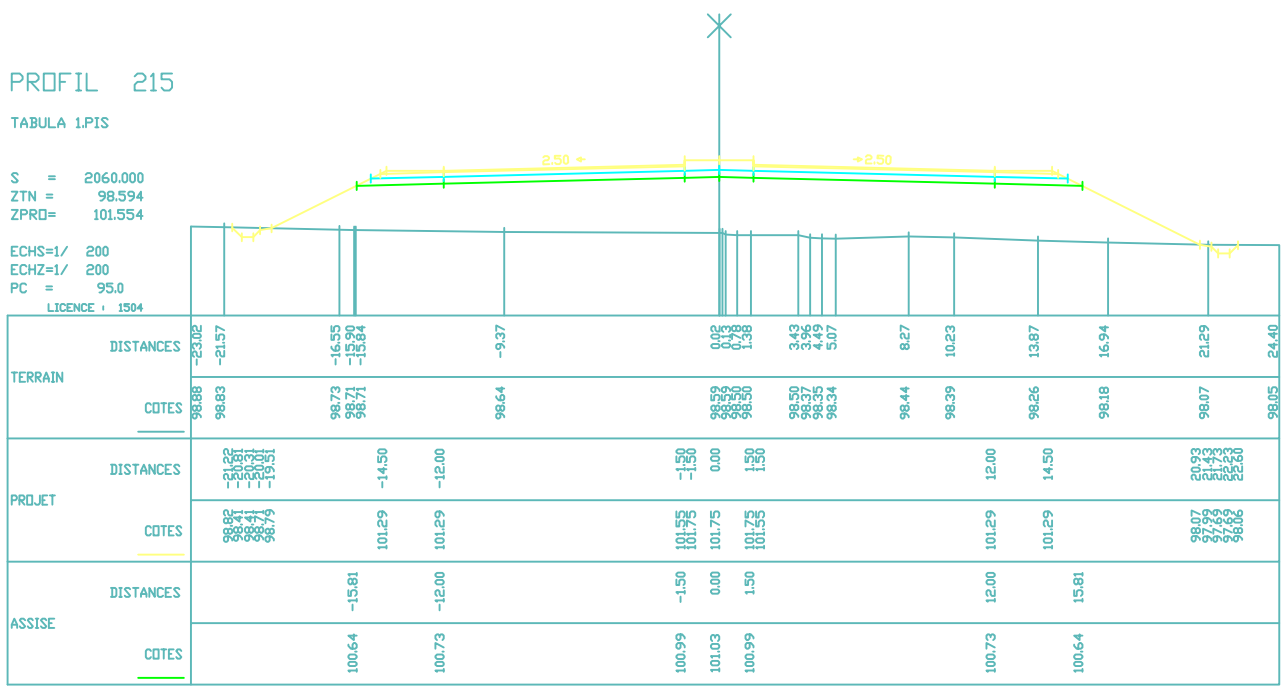
UMMTO





EN DÉBLAI

MIXTE(REMBLAI-DÉBLAI)



EN REMBLAI

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

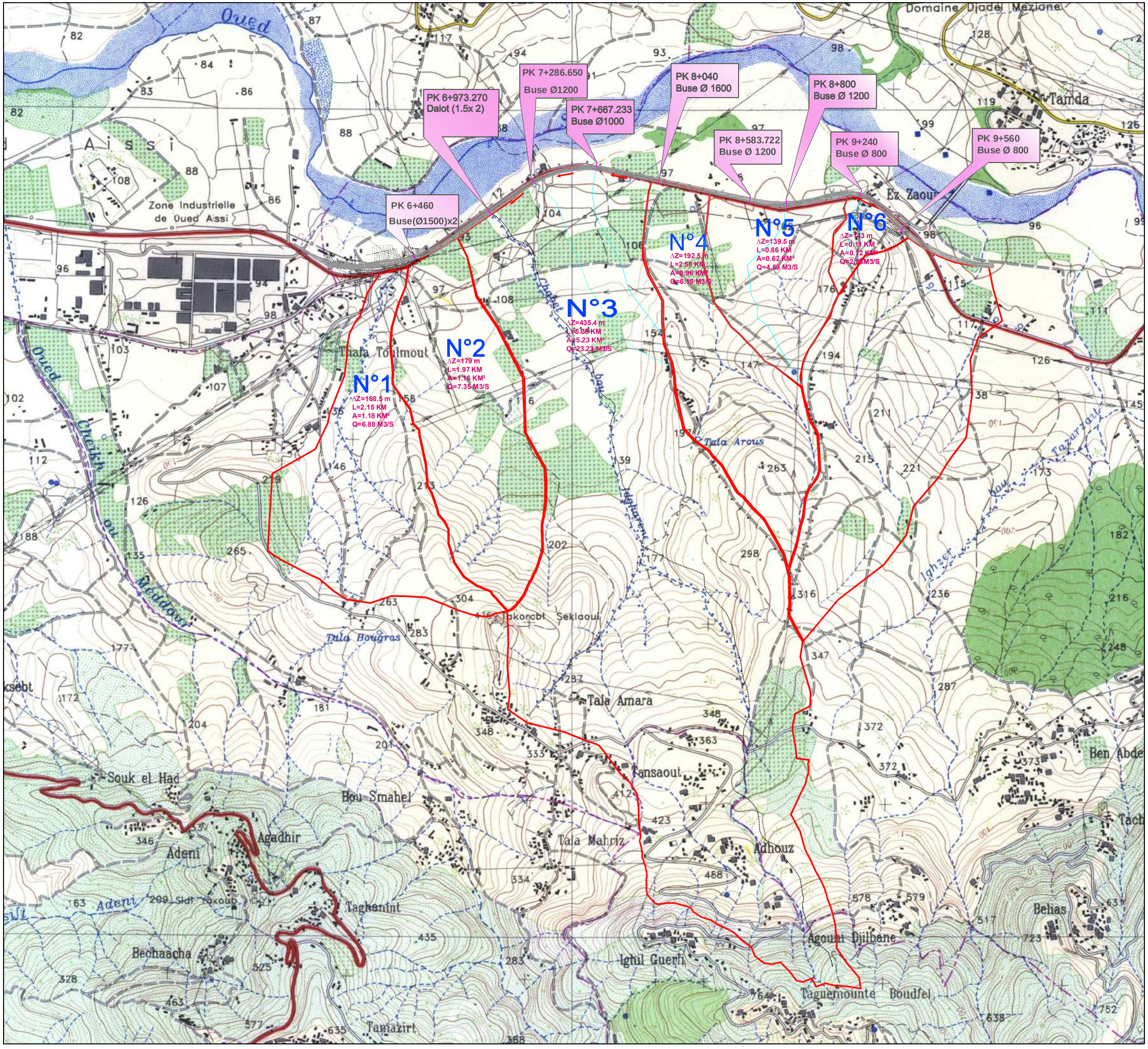
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

AMENAGEMENT EN AXE AUTOROUTIER DE LA RN12 TALA AMARA-TAMDA SUR UN LINEAIRE DE 3KM

AVANT PROJET DETAILLE (APD)

N°PLAN 02	PROFILS EN TRAVERS	ÉLABORÉ PAR : GRIBIS ASSIA
ECHELLE:1/1000		ENCADRÉ PAR : Mr:GABI SMAIL
DATE:09/2013		

UMMTO



N

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

AMENAGEMENT EN AXE AUTOROUTIER DE LA RN12 TALA AMARA-TAMDA SUR UN LINEAIRE DE 3KM

AVANT PROJET DETAILLE (APD)

N°PLAN 04	CARTE D'ETAT MAJOR (DELIMITATION DES BASSINS VERSSANTS)	ÉLABORÉ PAR : GRIBIS ASSIA
ECHELLE:1/25000		ENCADRÉ PAR : Mr:GABI SMAIL
DATE:09/2013		

UMMTO