

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



Faculté de Génie de la Construction
Département Génie Civil

EN VUE D'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN GENIE CIVIL
OPTION : VOIES ET OUVRAGES D'ART (VOA)

Mémoire de fin d'études

THEME



Elaboré par :

- *Melle* AMANI Sarah
- *Melle* TITOUCHE Naima

Encadré par :

- *Mr* OUGUEMAT Ali

Promotion
2016/2017

REMERCIEMENTS

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

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

Nous remercions notre encadreur Monsieur OUGUEMAT Ali, pour ses précieux conseils durant l'évolution de ce travail.

Notre gratitude à tout le personnel de l'ANA.

Nous aimerions remercier les membres du jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner notre travail.

Enfin, on remercie tous ceux qui ont participés de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail, particulièrement, à mes parents que j'aime;

Mohammed et Ferroudja.

A mes frères et sœurs qui ont su comment m'encourager dans les moments de doute.

A Sofiane « Nadir » qui a toujours cru en moi et en mes capacités de réussir.

A ma grand-mère Ouardia ainsi que tous les membres de ma grande famille paternelle et maternelle.

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

Sans oublier tous mes ami(e)s de la section VOA promotion

2016 /2017.

TITOUCHE Naima

Dédicaces

Je dédie ce travail, particulièrement, à mes parents que j'aime;

Hocine et Tassadit.

A mes frères et sœurs qui ont su comment m'encourager dans les moments de doute.

Ainsi qu'à tous les membres de ma grande famille paternelle et maternelle.

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

Sans oublier tous mes ami(e)s de la section VOA promotion

2016 /2017.

AMANI Sarah

SOMMAIRE

Introduction général	1
-----------------------------------	----------

Chapitre I : présentation du projet.

I.1 Introduction	2
I.2 Descriptions du projet	2
I.2.1 Itinéraire du projet.....	2
I.2.1 Principaux ouvrages.....	2
I.3 Objectif du projet.....	3

Chapitre II : paramètres de base

II.1 Introduction	4
II.2 Normes géométrique	4
II.3 Choix de la catégorie	5
II.4 Environnement de la route	5
II.4.1 la dénivelée cumulée moyenne	5
II.4.2 sinuosité	5
II-5 Nombre de voies	6

Chapitre III : Etude du trafic

III.1 Introduction :.....	7
III.2 Généralités sur le trafic routier.....	7
III.2.1 Analyse de trafic	7
III.2.2 Différents types de trafic	7
III.2.3 Modèles de présentation de trafic	8
III.3 Calcul de la capacité.....	9

III.3.1 Définition de la capacité	9
III.3.2 Trafic à un horizon donné « TJMAh ».....	9
III.3.3 Trafic effectif	9
III.3.4 Débit de point horaire normal	10
III.3.5 Débit horaire admissible	10
III.3.6 Détermination de nombre de voies	11
III.4 Application au projet :	11
III.4.1 Les données de trafic	11
III.4.2 Calcul de trafic a l'année horizon	11
III.4.3 Calcul de trafic effectif.....	11
III.4.4 Calcul de débit de point horaire normal.....	11
III.4.5 Calcul de débit admissible	12
III.4.6 Détermination de nombre de voies	12
III.4.7 Calcul de l'année de saturation de 2×3 voie.....	12
Conclusion:	13

Chapitre IV : Etude Géotechnique

IV.1 Introduction	14
IV.2 La campagne de reconnaissance	14
IV.2.1 Objectif.....	14
IV.3 Aperçu sismique	14
IV.4 Etude géologique et hydrogéologique	16
IV.4.1 Géologie	16
IV.4.2 Hydrogéologie	16
IV.5 Etude géotechnique	16
IV.5.1 Réglementation algérienne e gothechnique.	16
IV.5.2 Application au projet.....	17
IV.5.2.1 Présentation des essais in situ	17
IV.5.2.2 Présentation des essais en laboratoire	18

IV.6 Classification des matériaux GTR92 (norme NF- P 11-300).23

V.6.1 Classification des sols support23

IV.6.1.1 Classement selon les paramètres de nature23

IV.6.1.2 Classement selon les paramètres d'état23

IV.6.2 Condition de la réutilisation des sols selon la classification GTR26

Chapitre V : Dimensionnement du corps de chaussée.

V.1 Introduction27

V.2 Définition de la chaussée27

V.3 Les différentes structure des chaussées27

V.3.1 Les chaussée souples.....27

V.3.2 les chaussées semi rigide28

V.3.3 les chaussées rigide28

V.4 Les couches de la chaussée.....28

V.4.1 Couche de surface.....28

V.4.2 Corps de chaussée.....29

V.4.3 Couche de forme29

V.5 Les paramètre pris en compte pour le dimensionnement.....29

V.6 Les méthodes de dimensionnement.....30

V.6.1 Méthode CBR30

V6.2 méthode du catalogue algérien de dimensionnement des chaussées ... 31

V.7 Application de la méthode CBR au projet.....33

V.8 Application de la méthode catalogue au projet34

V.9 Vérification a la fatigue des structures et de la déformation du sol support.....35

V.9.1 Calcul du trafic cumule de PL (TCi36

V.9.2 Calcul du trafic cumule équivalent (TCEi).....	36
V.9.3 Choix des températures équivalentes	36
V.9.4 Performances mécaniques des matériaux bitumineux	37
V.9.5 Risque de calcul r %	37
V.9.6 Fractile de la loi normale $t=f(r\%)$	37
V.9.7 Calcule des déformations admissibles.....	37
V.10 Application du logiciel Alize sur notre projet.....	38
V.10.1 Présentation de logiciel ALIZE III.....	38
V.10.2 Résultats de calcul sur Alize.....	39
V.10.3 La vérification.....	39
V.11 Conclusion	40
Chapitre VI : Etude Géométrique	
VI.1 Introduction.....	41
VI.2 Présentation du logiciel piste.....	41
VI.3 Tracé en plan.....	41
VI.3.1 Définition	41
VI.3.2 Règles à respecter dans le tracé en plan.....	42
VI.3.3 La Vitesse de référence	42
VI.3.4 Les éléments du tracé en plan.....	43
VI.3.5 Application au projet	44
VI.4 Profile en long.....	49
VI.4.1 Définition	49
VI.4.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long	49
VI.4.3 Coordination du tracé en plan et profil en long.....	49
VI.4.4 Caractéristiques de notre profile en long	49
VI.4.5 Application au projet.....	50

VI.5 Profil en travers.....	51
VI.5.1 Définition.....	51
VI.5.2 Les éléments constitutif de profil en travers.....	51
VI.5.3 Classification du profil en travers	54
VI.5.4 Application en projet.....	54
VI.6 Calcul des perspectives.....	56

Chapitre VII : Les cubatures de terrassement

VII.1 Introduction	58
VII.2 Les Méthodes de calcul	58
VII.2.1 Méthode linéaire	58
VII.2.2 Méthode de SARRAUS	58
VII.2.3 La méthode de GULDEN.	60
VII.3 Application au projet :	60

Chapitre VIII : Choix et conception d'échangeurs.

VIII.1 Introduction	61
VIII.2 Généralités.....	61
VIII.2.1 Définition	61
VIII.2.2 Constituants des échangeurs.....	61
VIII.2.3 Les différents types d'échangeur.....	62
VIII.2.4 Les étapes à suivre dans le choix de l'échangeur.....	63
VIII.3 Application au projet.....	64
VIII.3.1 Choix du type des échangeurs	64

Chapitre IX Assainissement

IX.1 Introduction	70
IX.2 Objectif de l'assainissement	70
IX.3 Définition des termes hydraulique	70
IX.4 Action de l'eau sur les matériaux de chaussée	71
IX.5 Assainissement de la chaussée.....	72
IX.6 Dimensionnement des ouvrages d'évacuation.....	74
IX.6.1 Calcul des débits d'apports	74
IX.6.2 Application au projet.....	76

Chapitre X : équipement de la route

X.1 Signalisation	85
X.1.1 Introduction	85
X.1.2 L'objet de la signalisation routière	85
X.1.3 Règles à respecter pour la signalisation	85
X.1.4 catégorie de la signalisation	85
X.1.5 types de signalisation.....	85
X.1.6 Application au projet	89
X.2 Eclairage	94
X.2.1 Introduction	94
X.2.2 Catégorie d'éclairage	94
X.2.3 Paramètre de l'implantation des luminaires	94
X.2.4 Application au projet	94
X.3 Sécurité.....	95
X.3.1 Introduction.....	95
X.3.2 Dispositifs de retenue.....	95
X.3.3 Application au projet.....	96

Chapitre XI Effet sur l'environnement

XI.1 Introduction	98
XI.2 Cadre juridique.....	98
XI.2 Effet sur les ressources naturelles et sur les écosystèmes.	98
XI.2.1 Effet sur l'air	98
XI.2.2 Effet sur les ressources en eau	99
XI.2.3 Effet sur la nature	99
XI.3 Effet sur le cadre et la qualité de vie	100
XI.3.1 Nuisance sonores	100
XI.3.2 Effet sur le paysage.....	100
XI.4 Effets sur les activités humaines	100
 Conclusion générale	 101

Bibliographie

Annexes

INTRODUCTION GENERALE

Introduction général

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale.

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études de l'évitement.

Notre étude s'inscrit dans ce sillage, en effet elle traite le projet de la pénétrante autoroutière qui reliera la ville de Tizi-Ouzou à l'autoroute est-ouest. Le but étant d'offrir un nouvel axe de développement et d'échange entre la Wilaya et l'intérieur du pays.

Ce sujet de fin d'étude a été proposé par l'Agence National des Autoroute sous le thème de : étude d'un tronçon autoroutier de la pénétrante de Tizi Ouzou sur un linéaire de 2 km avec la conception de deux échangeurs. Il devra nous permettre en premier lieu de compléter les connaissances théoriques acquises durant les cycles de formation et de s'adapter avec les différentes étapes de la conception routière.

Notre travail consiste une présentation générale du projet et des données de base, une étude de trafic et des tracées en plan et des différents profils. Aussi le dimensionnement du corps de chaussée a partir de l'étude géotechnique, la conception des deux échangeurs et par la suite, l'assainissement, équipement de la route et l'impacte sur l'environnement, On a clôturée notre travail par une conclusion général.

CHAPITRE I

PRESENTATION DU PROJET

I.1 Introduction

Dans le cadre du développement de l'infrastructure de base de la wilaya de Tizi-Ouzou et pour dynamiser les échanges interrégionaux, le schéma directeur routier national a prévu une pénétrante autoroutière.

La pénétrante est une nouvelle infrastructure autoroutière qui est en cours de construction. Elle a pour but de relier les wilayas Tizi-Ouzou et Bouira et en particulier la ville de Tizi-Ouzou à l'Autoroute Est-Ouest par une autoroute Nord-Sud sur un linéaire de 48 km qui prend naissance au niveau de Oued Sebt de côté de la wilaya de Tizi-Ouzou, jusqu'à Djebahia du côté de la wilaya de Bouira.

La partie la plus dominante dans ce projet est implantée sur le territoire de Tizi-Ouzou. Elle débute au niveau de l'échangeur de Oued Sebt Sud de la RN 12 qui est définie par PK 0+000 pour aboutir au niveau de la limite de la wilaya de Bouira (col de Tizi-Laarba) qu'est définie par le PK 36+000, dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

I.2 Description du projet

I.2.1 Itinéraire du projet

Le point de départ de notre tracé se situe au niveau de la RN12 PK 0+000 jusqu'au PK1+900.

I.2.2 Principaux ouvrages

Au niveau du PK 0+000 on a conçu un échangeur qui permet la liaison entre le projet et la RN12. Au niveau du PK1+500 on a conçu un autre échangeur pour faciliter l'accès au nouveau stade de Tizi Ouzou qui est en cours de la réalisation .

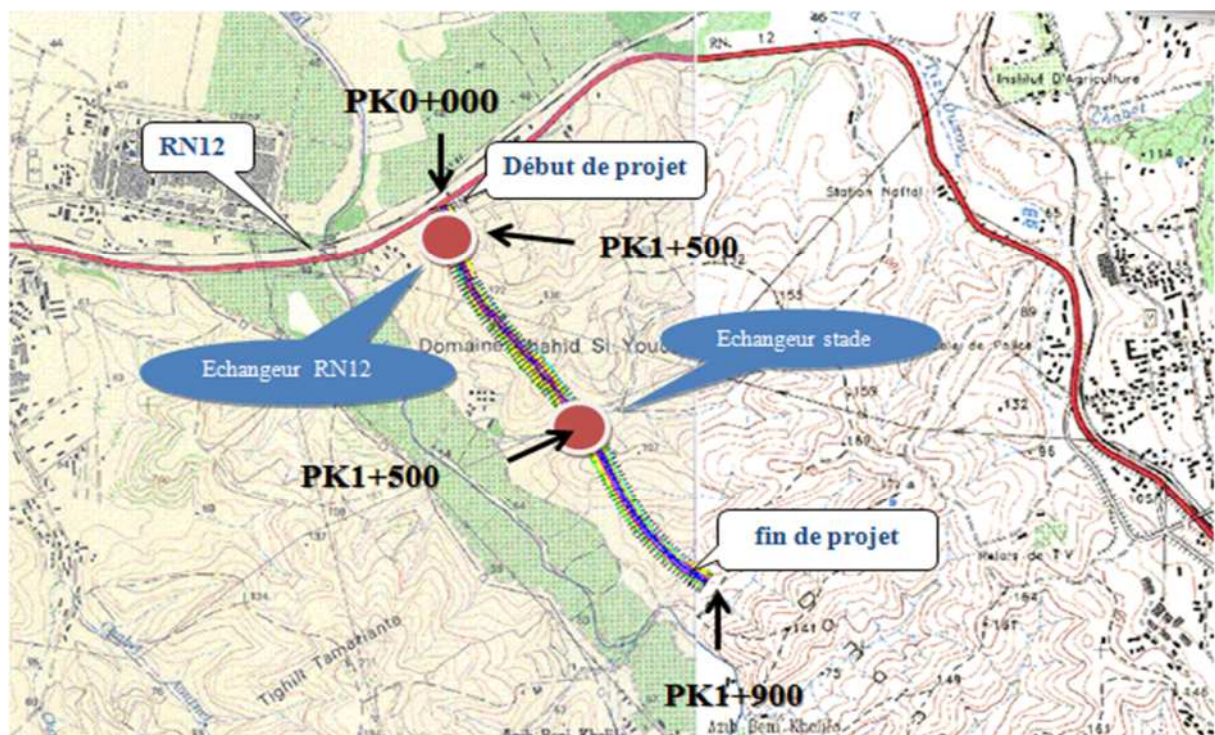


Figure I.1 : plan de situation

I.3 Objectif de projet

L'objectif principal de réalisation de la pénétrante autoroutière est :

- ✓ Soulager la saturation sur le réseau central du pays.
- ✓ Réduire considérablement les temps de parcours en assurant le confort des usagers.
- ✓ Améliorer l'accessibilité aux zones d'activités et aux zones touristiques.
- ✓ Améliorer le cadre de vie des riverains.
- ✓ Accroître l'efficacité économique du système de transport.
- ✓ Diminuer le nombre d'accidents.
- ✓ Réaliser le meilleur tracé possible.
- ✓ Assurer le trafic sur le nouveau tracé.

CHAPITRE II

PARAMETRES DE BASES

II.1 Introduction

Dans ce chapitre on doit représenter les normes géométriques qui ont été la base de l'approfondissement et la discussion détaillée APD de notre projet

Pour la conception géométrique on utilise les normes de L'ICTAAL 2000 « Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison ».

II.2 Normes géométriques

Les paramètres géométriques adoptés pour notre projet sont résumés dans le Tableau Suivant «d'après l'ICTAAL 2000 » :

Tableau II.1 : paramètres géométriques de projet

N°	Désignation des paramètres	Symbole Unité	Catégorie	
			L ₁	L ₂
1	Vitesse maximale	V (Km /h)	130	110
2	Tracé en plan			
(1)	Rayon minimum absolu	R _m (m)	600	400
(2)	Rayon minimum non déversée	R _{nd} (m)	1000	650
(3)	Longueur minimum de clotoide	L _s (m)	Max (14 Δδ ; R/9)	Max (14 Δδ ; R/9)
(4)	Rayon minimum sans courbe de transition	R(m)	1500	975
3	Profil en long			
(1)	Déclivité maximum	P(%)	5	6
(2)	Déclivité minimum	P(%)	0.2	0.2
(3)	Rayon minimal de raccordement corvexe	R _v (m)	12500	6000
(4)	Rayon minimale de raccordement concave	R _v (m)	4200	3000
4	Profil en travers			
(1)	Nombre de voies de chaque chaussée	N	2à4	2à4
(2)	Largeur de voie	L (m)	3.5	3.5
(3)	Dévers minimum	d (%)	2.5	2.5
(4)	Dévers maximum	d (%)	7	7

II.3 Choix de la catégorie

Les autoroutes ou sections d'autoroute sont classées en deux catégories se distinguant par le niveau de leurs caractéristiques de tracé en plan et de profil en long. Le choix de la catégorie résulte de l'environnement (relief, occupation du sol...) dans lequel s'inscrit l'autoroute et doit être cohérent avec la perception qu'en aura l'utilisateur.

On distingue :

- ✓ **la catégorie L1** appropriée en région de plaine ou vallonnée où les contraintes de relief sont modérées .
- ✓ **la catégorie L2** mieux adaptée aux sites de relief plus difficile, compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'il implique.

Ces catégories **L1** et **L2** sont respectivement appropriées à des vitesses maximales autorisées de 130 et 110 km/h.

Conclusion

Donc d'après le règlement ICTAAL notre projet est de catégorie L2 et de vitesse de base 110 km/h.

II.4 Environnement de la route

L'environnement de la route est caractérisé par deux indicateurs : La dénivelée cumulée moyenne et la sinuosité.

II.4.1 La dénivelée cumulée moyenne

C'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire. le rapport de la dénivelée cumulée total **H** à la longueur total de l'itinéraire **L** permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

II.4.2 Sinuosité

La sinuosité δ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur LS sur le total de l'itinéraire.

$\delta = (\text{longueur sinueuse des sections dont } R_i < 200\text{m}) / L \text{ totale}$

Les trois types d'environnement E_i distingués résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

Tableau II.2 : Environnement de la route

relief \ sinuosité	Faible ($\delta < 0.1$)	Moyenne $0.1 < \delta < 0.3$	Forte $\delta > 0.3$
Plat ($h/L < 1.5\%$)	E1	E2	
Vallonné ($1.5\% < h/L < 4\%$)	E2	E2	E3
Montagneux ($h/L > 4\%$)		E3	E3

✓ Le relief :

Pour notre projet le relief est vallonné avec une forte sinuosité d'où du **Tableau II.2**
l'environnement est **E3**

II.5 Nombre de voies

Le nombre de voies est en fonction du trafic qui sera abordé dans le chapitre suivant

CHAPITRE III

ETUDE DU TRAFIC

III.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.

D'une façon générale, l'étude de trafic permet le choix du profil en travers d'une route ou autoroute, détermine le dimensionnement de la structure de chaussée et oriente sur les techniques d'entretien de chaussées.

III.2 Généralités sur le trafic routier

III.2.1 analyse de trafic

Plusieurs méthodes permettent de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics. On veille cependant à adapter le niveau de connaissances aux besoins.

Le coût des investigations conduit à limiter celles-ci à ce qui est nécessaire mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en connaissance de cause.

Il est également nécessaire de choisir l'outil de mesure susceptible de fournir les informations nécessaires.

Enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

Les méthodes utilisées peuvent être classées en deux catégories :

- ✓ Celles qui permettent de quantifier le trafic: les comptages (automatiques, manuels, directionnels).
- ✓ Celles qui en outre permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs: les enquêtes de circulation (simplifiées, complète, de stationnement, mesure de vitesse, pesées d'essieux).

III.2.2 Différents types de trafics

Il existe (04) types de trafics :

- ✓ **Trafic normal** : c'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet.
- ✓ **Trafic dévié** : c'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens pour atteindre la même destination.
- ✓ **Trafic induit** : c'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.
- ✓ **Trafic total** : Le trafic sur le nouveau aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

III.2.3 Modèles de présentation de trafic

Dans l'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.

Diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

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

a) Prolongation de l'évolution passée

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé.

On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic « T_n » à l'année « n » sera :

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

Soit :

T_0 : Le trafic à l'arrivée pour origine (à l'année zéro).

T_n : Le trafic à l'année horizon

τ : le taux de croissance annuel 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 nationale brute (PNB).
- ✓ Produits des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort de cadre de notre étude.

c) Modèle gravitaire :

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

d) Modèle de facteurs 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.

III.3 Calcul de la capacité

III.3.1 Définition de la capacité

La capacité d'une route est le nombre maximal de véhicules pouvant circuler sur une section donnée, dans une direction donnée et pendant une période de temps définie, elle est en fonction de :

- Nombre de voies de circulation.
- La largeur des voies.
- Dégagement latéral et de la pente.
- Pourcentage de camions et d'autobus.
- La visibilité et du contrôle des accès.

III.3.2 Trafic à un horizon donné « TJMA_h »

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

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

TJMA_h : trafic moyen journalier annuelle à l'année horizon

TJMA₀ : le trafic à l'année zéro.

τ : le taux de croissance annuelle du trafic

n : nombre d'année

III.3.3 Trafic effectif

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

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

Le trafic effectif est donné par la relation suivante:

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

Avec:

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

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

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

Tableau III.1 : Valeurs du coefficient d'équivalence « P »

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

III.3.4 Evaluation de la demande (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**) il est donné par la formule :

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

Avec:

Q: débit de pointe horaire.

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

T_{eff}: trafic effectif

III.3.5 Evaluation de l'offre (débit horaire admissible)

Le débit horaire maximal que peut supporter une route il est déterminé par l'application de la formule suivant:

$$Q_{adm} = K_1 K_2 C_{Th}$$

Avec:

K₁: coefficient qui dépend de l'environnement.

K₂: coefficient qui tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

C_{th}: la capacité théorique.

Tableau III.2 : Valeurs du coefficient « K1 »

Environnement	E1	E2	E3
K ₁	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau III.3 : Valeurs du coefficient « K2 »

Environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
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 III.4 : valeurs de la capacité théorique « C_{Th} »

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

Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h
----------------------------	-------------------

III.3.6 Détermination de nombre de voies

✓ Chaussée bidirectionnelle

On compare le débit de pointe horaire Q à Q_{adm} pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir : $Q \leq Q_{adm}$

✓ Chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N » avec :

Tel que :
$$Q = \frac{S \cdot Q}{Q_{adm}}$$

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

Q_{adm} : débit admissible par voie

III.4 Application au projet

III.4.1 Les données de trafic

D'après les résultats de L'ANA Tizi- Ouzou, on a les données suivantes :

- ✓ Le trafic à l'année 2012 ($TJMA_{2012} = 16000 \text{ V/J/2 sens}$)
- ✓ Le taux d'accroissement annuel de trafic $\tau = 4\%$
- ✓ La vitesse de base sur le trafic $V_B = 110 \text{ km/h}$
- ✓ Le pourcentage de poids lourds $P_L = 35\%$
- ✓ L'année de mise en service 2018
- ✓ La durée de vie $= 20$ ans

III.4.2 Calcul de trafic à l'année horizon

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

$$TJMA_{2018} = (1 + 0.04)^6 \times 8000 = 10123 \text{ V/J}$$

$$TJMA_{2038} = (1 + 0.04)^{20} \times 10123 = 22181 \text{ V/J}$$

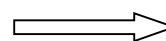
III.4.3 Calcul de trafic effectif

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

Avec :

$$Z = 35\% \quad P = 8 \text{ (E3 ; Route à bonne caractéristique)}$$

$$T_{eff} = [(1 - 0.35) + 8 \times 0.35] \times 22181 = 76524$$

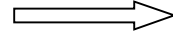


$$T_{eff} = 76524 \text{ uvp/j}$$

III.4.4 Calcule du débit de pointe horaire normale

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

$$Q = 76524 \times 0.12 = 9183$$



$$Q = 9183 \text{ uvp/h}$$

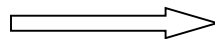
III.4.5 Calcul de débit admissible

$$Q_{adm} = k_1 \times k_2 \times C_{th}$$

On a: $\begin{cases} \text{Catégorie L2} \\ \text{Envirennement E3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 0.9 \\ k_2 = 0.95 \end{cases}$

$$Q_{adm} \geq Q \quad C_{Th} = \frac{Q}{K_1 \times K_2}$$

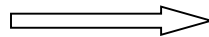
$$C_{Th} = \frac{Q}{K_1 K_2} = \frac{9183}{0.9 \times 0.95} = 10740$$



$$C_{Th} = 10740 \text{ uvp/h}$$

$C_{Th} = 10740 \text{ uvp/h}$ n'existe pas dans le tableau donc d'après le B40 La capacité théorique $C_{Th} = 3200$

$$Q_{adm} = 0.9 \times 0.95 \times 3200 = 2736$$

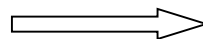


$$Q_{adm} = 2736 \text{ uvp/h}$$

III.4.6 Détermination de nombre de voies

$$N = 2/3(Q/Q_{adm})$$

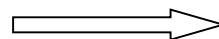
$$N = 2/3(9183/2736) = 2.23$$



$$N = 3 \text{ voies/sens}$$

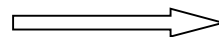
III.4.7 Calcul de l'année de saturation de 2x3 voies

$$T_{eff}(2018) = [(1 - 0.35) + 8 \times 0.35] \times 10123$$



$$T_{eff}(2018) = 34924 \text{ uvp/j}$$

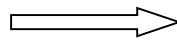
$$Q_{2018} = 0.12 \times 34924 = 4191$$



$$Q_{2018} = 4191 \text{ uvp/h}$$

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

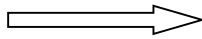
$$Q_{\text{Saturation}} = 4 \times 2736 = 10944$$



$$Q_{\text{Saturation}} = 10944 \text{ UVP/h}$$

$$Q_{\text{Saturation}} = (1 + \tau)^n \times Q_{2018} \rightarrow n = \frac{\log(Q_{\text{Saturation}}/Q_{2018})}{\log(1 + \tau)}$$

$$n = \frac{\log \frac{10944}{4191}}{\log(1+0.04)} = 25$$



$$n = 25 \text{ ans}$$

Conclusion

La saturation surviendra 25 ans après l'année de mise en service soit 2043

CHAPITRE IV

ETUDE GEOTHECHNIQUE

IV.1 Introduction

L'ingénieur concepteur doit définir un programme de reconnaissance géotechnique après avoir tracé son axe. Cette étude lui permettra d'avoir des descriptions lithologiques, hydrogéologiques et hydrauliques de la région. Une interprétation physico-mécanique lui permettra d'appréhender le comportement géotechnique du sol support.

L'étude géotechnique doit d'abord permettre de localiser et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol. Elle se détermine par l'exécution des travaux de reconnaissance le long et autour de la zone d'étude.

Cette étude est nécessaire pour assurer la durabilité de l'infrastructure ainsi que la sécurité est le confort des usager, tel que d'éviter les problèmes de dégradation du corps de chaussée a long est à court terme depuis la mise en œuvre de la route et aussi les problèmes au niveau de l'exécution.

IV.2 La campagne de reconnaissance

- ✓ visite du site et interprétation des photos,
- ✓ L'étude des archives et documents existants (carte géologique, levée topographique...),
- ✓ L'exécution des puits d'explorations et de forages,
- ✓ L'installation des piézomètres,
- ✓ Une série d'essais in situ,
- ✓ Les essais au laboratoire.

IV.2.1 Objectif

La campagne de reconnaissance géotechnique a été élaborée conformément aux besoins du projet, et ce pour :

- ✓ Classer les matériaux issus des déblais, et des gites d'emprunts, selon le guide GTR, pour leur éventuelle réutilisation en remblai, couche de forme et structure de chaussée; avec estimation de leur volumes.
- ✓ Calculer les contraintes admissibles aux droits des fondations des ouvrages d'art et dalots.
- ✓ Etudier la stabilité des parois des talus de déblais et remblais importants, en préconisant par besoin les modalités de confortements ou de protections nécessaires à leur stabilité
- ✓ Dimensionner la structure de chaussée.

IV.3 Aperçu sismique

La sismicité de la zone de projet doit être déterminée en se référant aux règles parasismiques algériennes applicables au domaine des ouvrages d'art (RPOA 2008).

Les ouvrages d'art de la pénétrante doivent être classés dans l'un des trois groupes définis ci-après :

Groupe 1 : Ponts stratégiques.

Groupe 2 : Ponts importants.

Groupe 3 : Ponts d'importance moyenne.

Selon la norme citée les ponts qui franchissent ou longent d'autoroutes, routes express et voies à grande circulation sont classés comme ponts importants, dedans le groupe 2.

Le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante :

- ✓ Zone 0 : Négligeable
- ✓ Zone I : Faible
- ✓ Zone IIa : Moyenne
- ✓ Zone IIb : Élevée
- ✓ Zone III : Très élevée

Tableau IV-1 : Zones sismique

Groupe	Zone sismique			
	I	IIa	II	III
1	0.15	0.25	0.30	0.40
2	0.12	0.20	0.25	0.30
3	0.10	0.15	0.20	0.25

La carte de zonage sismique ci-dessous, révèle l'appartenance de la région de Tizi-Ouzou à la Zone IIa, le coefficient d'accélération à prendre en compte est $A = 0,20$, avec:

- ✓ $k_h = 0.5 A (\%g) = \text{forces horizontales} = 0,10 g$
- ✓ $k_v = \pm 0,3 k_h = \text{forces verticales} = 0,03 g$

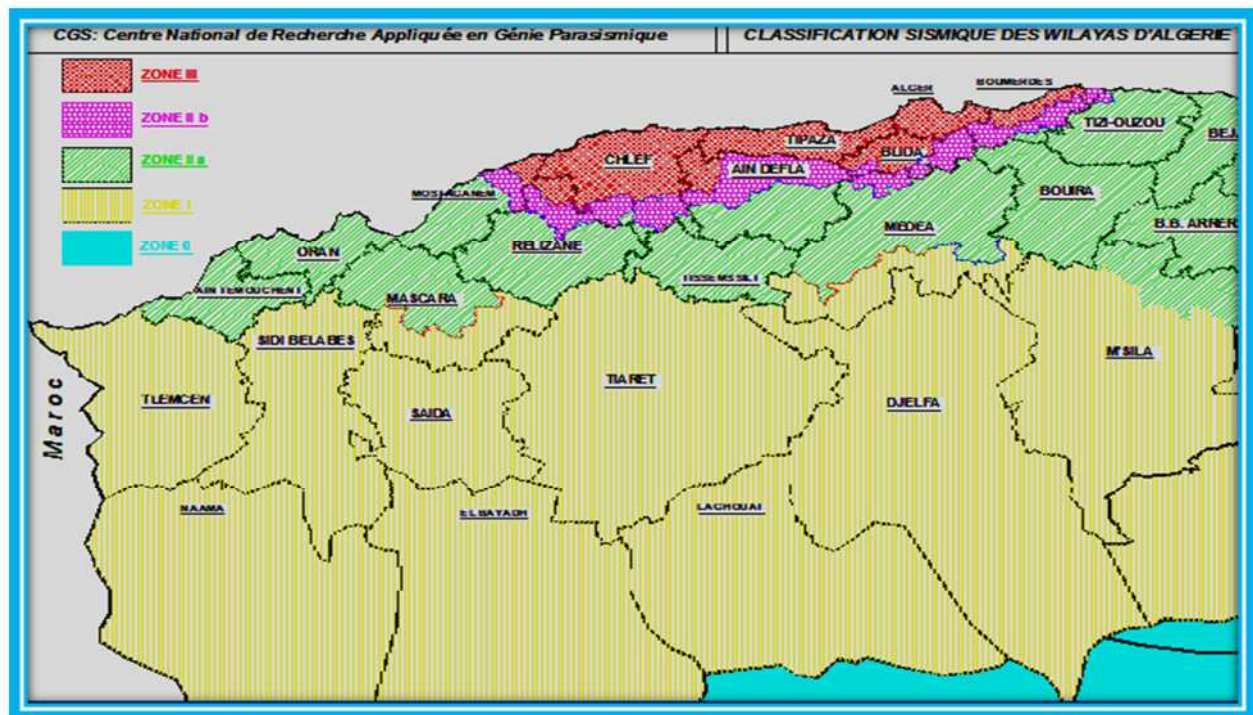


Figure IV.1 : Classification sismique des wilayas d'Algérie

IV.4 Etude géologique et hydrogéologique

IV.4.1 Géologie

L'étude géologique, est nécessaire pour déterminer :

- ✓ les caractéristiques géologiques (stratégiques et structurelles et hydrauliques) du site retenu pour le projet .
- ✓ les facteurs de stabilité ou d'instabilité des assises géologiques.
- ✓ Les relations entre des facteurs géologiques hydrauliques et géotechniques et leurs répercussions sur l'ouvrage projeté.
- ✓ Les sites des matériaux susceptibles d'être exploités pour la construction (routes, ouvrages d'art, remblais...)

IV.4.2 Hydrogéologie

L'eau joue un rôle capital dans un projet routier, surtout pour les terrassements et la stabilité des pentes, il est en outre l'un des éléments les plus sensibles de l'environnement. En effet toute étude de tracé routier devra comprendre une étude hydrologique.

Elle a pour but de déterminer :

- ✓ La présence d'eau.
- ✓ Le régime hydraulique des eaux souterraines et la perméabilité des terrains. Aussi pour pouvoir déterminer :
- ✓ Leur charge et leur débit.
- ✓ Les possibilités de rabattement ou de drainage. Les précautions à prendre pour l'étanchéité.

IV.5 Etude géotechnique

IV.5.1 Réglementation algérienne en géotechnique

La géotechnique couvre un grand champ qui va de 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 (in situ).

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

➤ *Les essais in situ*

- Sondages carottés
- Puits de reconnaissance
- Pénétromètres dynamiques
- Sondages pressiométriques

➤ *Les essais de laboratoire*

a) Essais physico-chimique

- Analyse granulométrique du sol par tamisage

- Détermination de la limite de liquidité (Wl), et la limite de plasticité (Wp) d'un sol et l'indice de plasticité (Ip)
- Détermination de l'humidité des sols par séchage en étuve
- Mesure des densités sèches (γ_s) humide (γ_n)
- Teneur en sulfates solubles d'un sol
- Teneur en gypses et sels solubles
- Teneur de carbonates
- Essais VBS (bleu de méthylène) pour connaître l'argilosité de la formation en question .

b) Essais mécanique

- Essais de pression de gonflement et gonflement libre
- Essais de cisaillement rectiligne (UU, CU et CD)
- Essais triaxial CU
- Essais Proctor et CBR

IV.5.2 Application au projet

IV.5.2.1 Présentation des essais in situ

a) Sondage carotté

Pendant cette campagne d'investigation sur le tronçon Pk0 au Pk 1+900 cinq (05) sondages carottés ont été exécutés, les sondages ont été effectués par l'entreprise INZAMAC le système de perforation a été rotation avec une récupération continue des noyaux, le diamètre de perforation 101, la batterie utilisée de type B, simple, et la couronne de widie.

Les matériaux extraits ont été mis dans des boîtes de plastique et stockés aux dépendances d'INZAMAC.

Aussi, les échantillons obtenus des sondages ont été envoyés pour tester au laboratoire d'INZAMAC à Alger.

La nomenclature utilisée pour nommer les sondages ont été les lettres SC (indicatif de sondage carotté) suivie d'un numéro d'ordre.

On présente ci-dessous un tableau récapitulatif des sondages réalisés avec le nom de chacun d'eux, la profondeur, les échantillons prélevés :

Tableau IV.2 : Sondages carottés de la campagne géotechnique

Sondage	Elément étudié	Prof (m)	Coordonnées		
			X	Y	Z
SC 1	Déblai P.K. 0+600	35	588154	4066200	88.5
SC 2	RN 12	20	588146	4065908	47.5
SC 72	Déblai P.K. 0+850	30	588 176	4065671	103.0
SC 73	Déblai P.K. 0+850	27	588127	4065623	97.5
SC 74	Déblai PK1+000	35,2	588301	4065585	

b) Puits de reconnaissance

2 puits de reconnaissance ont été réalisés pour étudier les plus représentatives déblais et remblais du tronçon étudié.

La nomenclature des puits de reconnaissance est la lettre P, comme une indication de la réalisation des puits suivi d'un numéro de série.

Pendant l'excavation des puits de reconnaissance des échantillons des différents terrains traversés ont été prélevés dans des sacs. Ceux-ci ont été envoyés aux laboratoires d'INZAMAC à Alger, pour la réalisation d'essais de laboratoire.

Dans le tableau présenté ci-dessous, les principales données des puits réalisés sont montrées :

Tableau IV.3 : Les puits réalisés

Puits de reconnaissance	Coordonnées			Prof (m)
	X	Y	Z	
P-1	588146	4065814	89.0	3.50
P-2	588409,2	4065077,5	55.5	2.10

c) Pénétromètres dynamiques

Un (1) pénétromètre dynamique a été réalisé pour étudier les remblais plus représentatifs de la zone du projet et les ouvrages d'art.

Le type d'essai de pénétration dynamique a été type lourd (P.D.L.) sous la norme NF P 94 115.

Le principe est basé sur l'enfoncement d'une pointe (de 0,63 kg) dans le sol par battage au marteau tombant d'une hauteur de 750 mm; de 63,5 kg de masse suivant la compacité du terrain.

Les pénétrations ont été apportées au niveau de refus, en comptant le nombre de coups par 20 cm, considéré comme refus lors de plus de 50 coups en 20 cm, selon la norme.

La nomenclature utilisée pour l'identification des pénétromètres correspond aux lettres PD, indiquant la réalisation d'un pénétromètre dynamique, suivi d'un nombre d'ordre

Tableau IV.4: Le pénétromètre dynamique réalisé

P.D.L	Coordonnées			Prof (m)
	X	Y	Z	
PD-1	588579	4064991	56.0	3.20

IV.5.2.2 Présentation des essais en laboratoire :

Les essais en laboratoire ont été menés et cela, afin d'identifier et déterminer les caractéristiques mécaniques de ce sol. ces essais sont :

IV.5.2.2.1 Essais d'identification

1. Analyse granulométrique

L'essai consiste à faire passer un échantillon représentatif du sol à travers des tamis superposés, dont les ouvertures sont décroissantes de haut en bas, dans le but d'analyser la répartition des dimensions des grains du matériau .

2. Limites d'Atterberg

Les limites d'ATTERBERG caractérisent le comportement des sols fins en présence d'eau, en pratique, on procède à l'aide de l'appareil de Casagrande pour obtenir :

- ✓ La limite de plasticité W_p : caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plastique.
- ✓ La limite de liquidité W_L : caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide.
- ✓ L'indice de plasticité I_p : qui s'exprime en pourcentage, correspond à la différence entre la limite de liquidité et la limite de plasticité. $[I_p = W_L - W_p]$.
- ✓ L'indice de consistance I_c est donné par la formule
$$I_c = \frac{W_L - W_p}{W_L - W_p}$$

3. Teneur en eau et Densité :

Ces essais servent à classer mécaniquement le sol support et la couche de fondation, afin d'apprécier la densité et le compactage de ces derniers. Ceci intervient après détermination de la teneur en eau naturelle, de la densité sèche « γ_d », et la densité humide « γ_h ».

4. Analyse chimique sommaire :

Pour déterminer la composition chimique ainsi que le degré d'agressivité des eaux du site étudié, des essais d'analyse chimique ont été réalisés sur les échantillons prélevés comme la mesure de la valeur de bleu du sol (VBS) qui caractérise l'argilosité d'un sol.

a) Essais mécaniques

1. Essai de CISAILLEMENT RECTILIGNE :

Les résultats obtenus sont exprimés dans le **Tableau IV.7**

Avec :

- ✓ φ° : angle de frottement interne.
- ✓ C_u : cohésion de sol.

2. Essai CBR « Californian Bearing Ratio » :

C'est un essai qui a pour objectif d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, et ce afin de pouvoir dimensionner la chaussée. L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, en les compactant dans des moules à la teneur en eau optimale (PROCTOR modifié) avec différentes énergies de compactage.

IV.5.2.3 Résultats des essais

À partir des observations et des travaux développés sur le terrain et les résultats des tests de laboratoire et de la littérature existante, une caractérisation géotechnique des matériaux présents sur la zone du projet a été réalisée. Les propriétés naturelles, mécaniques et chimiques du sol ont été analysées. Pour la caractérisation des unités on a utilisé l'information des essais réalisés sur les échantillons prises dans les sondages de la campagne géotechnique actuelle et les résultats du laboratoire réalisés dans autres phases d'étude.

Les suivants matériaux affectés pour le tracé ont été caractérisés :

- ✓ T_m : Marnes argileuses
- ✓ Alluvion Q_a et terrasse alluvial Q_t

A. Marne argileuse

Il s'agit d'une formation composée par des argiles calcaires, marnes, grès, gravé lites et conglomérats mais dans le zone d'étude est caractérisé pour la présence pratiquement monotone de unes marnes argileuses avec une couleur grisâtre, parfois bruns à la surface en correspondance avec zones des marnes altérées. L'épaisseur de cette couche altérée est variable mais généralement est d'environ 5 m.

Nous pouvons différencier entre une couche superficielle un peu plus altéré (Tm alt) et la marne saine.

- a) Marnes argileuses (Tm)
- b) Marnes argileuses altérées (Tm alt)



Figure IV.2 : Contact entre les marnes altérées et les marnes saines

B. Terrasse alluviale (Qt)

Les terrasses alluviales sont anciens dépôts d'origine alluviale associée aux cours d'eau plus importants de la zone, la couleur de l'ensemble varie entre brun et grisâtre.



Figure IV.3 : Terrasse alluviale avec des matériaux sablo-limoneux

Les suivants essais de laboratoire ont été réalisés :

Tableau IV.5 : récapitulatif des résultats de Granulométrie par tamisage et limite d'ATTERBERG

Reconnaissance	unité	Lithologie	type d'échantillon	Profondeur de -a- (m)	Granulométrie par tamisage					Limite d'ATTERBERG		
					<5%	<2%	<0.4%	<0.08%	<0.002	WL(%)	WP(%)	IP(%)
SC-1	Tm	Marne	TP	4,8- 5	100	99,6	98,6	97,7		28	16	12
SC-1	Tm	Marne	TP	13,40-13,70	100	100	100	100		50	17	33
SC-1	Tm	Marne	TP	20,03 -20,60	100	100	100	100		41	16	25
SC-1	Tm	Marne	TP	27,75 -28,1	100	100	100	100		39	14	25
SC-72	Tm	Marne	TP	18,60- 19,01	100	99,6	99,6	98,7		29	11	18
SC-72	Tm	Marne	TP	29,20 -29,60	100	100	100	100		31	14	17
SC-73	Tm	Marne	TP	10,20 -10,55	100	100	100	100		28	12	16
SC-73	Tm	Marne	TP	22,80 -23,50	100	100	99.6	99.2		30	12	18
SC-74	Tm	Marne	TP	12,10 -12,55	100	100	100	100	40.6	35	21	14
SC-74	Tm	Marne	TP	16,04 -16,40	100	80,8	60,5	51,6		29	11	18
SC-74	Tm	Marne	TP	20,40 -21,00	99.7	91.4	80.4	77		35	19	16
SC-74	Tm	Marne	TP	27,70- 28,10	100	82.8	47.4	44.9		35	19	16
SC-2	Tm _{alt}	Argile	MI	2,50 -2,85	72,1	61.3	48.6	39.5		37	14	23
SC-2	Tm _{alt}	Argile	MI	5.80-6.40	99.8	99.2	98.2	97.5		52	21	31
SC-72	Tm _{alt}	Marne altérée	TP	3.57-3.94	100	100	100	100		60	24	36
P-1	Tm _{alt}	Marne	Ma	1.3-3.5	100	100	100	100		38	22	16
P-2	Qa-t	Argile	Ma	1-2.10	100	100	100	100		33	19	14

Tableau IV.6 : récapitulatif des résultats des essais chimiques, teneur en eau et densités

Reconnaissance	Unité	Lithologie	type d'échantillon	Prof de -a-(m)	Etat						
					Den.sec (g/cm ³)	Den. Hum. (g/cm ³)	Teneur en eau (%)	VBS	Essais chimiques		
									SO ₄ %	Caco ₃ %	M.O%
SC-1	Tm	Marne	TP	4,8- 5	2.18	2.42	11	0.5	0.22	25.5	3.38
SC-1	Tm	Marne	TP	13,40-13,70	1.85	2.06	11.3	3.75		22.4	
SC-1	Tm	Marne	TP	20,03 -20,60	1.92	2.18	13.6	3.25		23.8	
SC-1	Tm	Marne	TP	27,75 -28,1	1.95	2.16	10.8	3.75	0.47	25.1	
SC-72	Tm	Marne	TP	18,60- 19,01	2.29	2.44	6.4				
SC-72	Tm	Marne	TP	29,20 -29,60	2.23	2.40	7.8				
SC-73	Tm	Marne	TP	10,20 -10,55	2.25	2.42	7.8				
SC-73	Tm	Marne	TP	22,80 -23,50	2.23	2.40	7.8	3.37			
SC-74	Tm	Marne	TP	12,10 -12,55	2.12	2.33	9.8		0.31	18.9	
SC-74	Tm	Marne	TP	16,04 -16,40	2.12	2.33	9.9				
SC-74	Tm	Marne	TP	20,40 -21,00	2.22	2.40	8.0		0.31	18	
SC-74	Tm	Marne	TP	27,70- 28,10	2.16	2.34	8.1				
SC-2	Tm _{alt}	Argile	MI	2.50-2.85	1.51	1.89	25.2	0.45			5.06
SC-2	Tm _{alt}	Argile	MI	5.80-6.40	1.76	1.99	13.0	1.25			
SC-72	Tm _{alt}	Marne altérée	TP	3.57-3.94	1.52	1.90	24.7	4	0.2	18.5	4.52
P-1	Tm _{alt}		Ma	1,3- 3,5			15,3	3	0.21	22	1.84
P-2	Qa-t	Argile	Ma	1-2.10			17.5	2.5	0.22		3.54

Tableau IV.7 : récapitulatif des résultats des essais mécaniques

Reconnaissance	Unité	Lithologie	type d'échantillon	Prof de -a-(m)	Compression uni axiale	Cisaillement (inaltéré)	
					q_u (bars)	CD	
						C bars	$\phi(^{\circ})$
SC-1	Tm	Marne	TP	4,8- 5	1.1		
SC-1	Tm	Marne	TP	13,40-13,70	2.0		
SC-1	Tm	Marne	TP	20,03 -20,60	1.51	0.41	17.55
SC-1	Tm	Marne	TP	27,75 -28,1		0.10	19.99
SC-72	Tm	Marne	TP	18,60- 19,01	40.5		
SC-72	Tm	Marne	TP	29,20 -29,60	16.0		
SC-73	Tm	Marne	TP	10,20 -10,55	16.6		
SC-73	Tm	Marne	TP	22,80 -23,50			
SC-74	Tm	Marne	TP	12,10 -12,55	14.45		
SC-74	Tm	Marne	TP	16,04 -16,40	15.44		
SC-74	Tm	Marne	TP	20,40 -21,00	23.54		
SC-74	Tm	Marne	TP	27,70- 28,10	30.85		

IV-6 Classification des matériaux GTR 92 (norme NF – P 11-300)

L'utilisation des terres en remblai est d'abord directement liée à leur classification et à leur comportement lors de leur mise en place.

Le GTR 92 (Guide des Terrassements Routiers, Réalisation des remblais et des couches de forme, LCPC, SETRA, 1992) et la norme qui en découle NF- P 11-300 (septembre 1992) proposent une classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières.

Ils permettent de définir la classe du matériau à partir des résultats de plusieurs types d'essais.

On distingue trois catégories d'essais:

- ✓ les essais d'identification ou de nature
- ✓ les essais d'état
- ✓ les essais de comportement mécanique

D'après le guide technique GTR 92 (norme NF – P 11-300), les sols analysés prélevés des puits de reconnaissance et des sondages carottés, appartiennent à **la classe A (sols fins)** car $D_{\max} < 50\text{mm}$ est de 100%, et montrent que les éléments passant au tamis $80\mu\text{m}$ est $> 35\%$

Le tableau ci-après, extrait de la norme NF P 11-300, nous permet de classer les sols selon la nature et selon l'état hydrique

Tableau IV.8 : Classification des sols fins

Classement selon la nature				Classement selon l'état hydrique	
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Paramètres d'état	Sous classe fonction de l'état
D _{max} ≤ 50 mm et Tamisat à 80 µm > 35%	A Sols fins	VBS ≤ 2,5 ^(*) ou I _p ≤ 12	A₁ Limons peu plastiques, loess, silt alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...	IPI ^(*) ≤ 3 ou w _n ≥ 1,25 w _{OPN}	A ₁ th
				3 < IPI ^(*) ≤ 8 ou 1,10 ≤ w _n < 1,25 w _{OPN}	A ₁ h
				8 < IPI ≤ 25 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,1 w _{OPN}	A ₁ m
				0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	A ₁ s
				w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₁ ts
		12 < I _p ≤ 25 ^(*) ou 2,5 < VBS ≤ 6	A₂ Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques arènes...	IPI ^(*) ≤ 2 ou I _c ^(*) ≤ 0,9 ou w _n ≥ 1,3 w _{OPN}	A ₂ th
				2 < IPI ^(*) ≤ 5 ou 0,9 ≤ I _c ^(*) < 1,05 ou 1,1 w _{OPN} ≤ w _n < 1,3 w _{OPN}	A ₂ h
				5 < IPI ≤ 15 ou 1,05 < I _c ≤ 1,2 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,1 w _{OPN}	A ₂ m
				1,2 < I _c ≤ 1,4 ou 0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	A ₂ s
				I _c > 1,3 ou w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₂ ts
		25 < I _p ≤ 40 ^(*) ou 6 < VBS ≤ 8	A₃ Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques...	IPI ^(*) ≤ 1 ou I _c ^(*) ≤ 0,8 ou w _n ≥ 1,4 w _{OPN}	A ₃ th
				1 < IPI ^(*) ≤ 3 ou 0,8 ≤ I _c ^(*) < 1 ou 1,2 w _{OPN} ≤ w _n < 1,4 w _{OPN}	A ₃ h
				3 < IPI ≤ 10 ou 1 < I _c ≤ 1,15 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,2 w _{OPN}	A ₃ m
				1,15 < I _c ≤ 1,3 ou 0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	A ₃ s
				I _c > 1,3 ou w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₃ ts
		I _p > 40 ^(*) ou VBS > 8	A₄ Argiles et argiles marneuses, très plastiques...	Valeurs seuils des paramètres d'état, à définir à l'appui d'une étude spécifique	A ₄ th
					A ₄ h
					A ₄ m
					A ₄ s

IV.6.1 Classification des sols support :

IV.6.1.1 Classement selon les paramètres de nature :

La combinaison des résultats de l'analyse granulométrique, des valeurs des limites d'Atterberg qui ont été faits dans le territoire de notre projet a permis de classer les matériaux selon la classification du GTR dans la classe **A₂ : argiles et marnes peu plastique** car $12 \leq IP \leq 25$

IV.6.1.2 Classement selon les paramètres d'état :

Il s'agit des paramètres qui ne sont pas propres au sol, mais fonction de l'environnement dans lequel il se trouve.

Pour les sols meubles sensibles à l'eau, le seul paramètre d'état considéré dans la classification est l'état hydrique : son importance est capitale vis-à-vis de tous les problèmes de remblai et de couche de forme.

a) Différents états hydriques considérés :

- ✓ **L'état très humide (th)** : Etat d'humidité très élevé ne permettant plus la réutilisation du sol dans des conditions technico-économiques normales.
- ✓ **L'état humide (h)** : Etat d'humidité élevé autorisant toutefois la réutilisation du sol en prenant des dispositions particulières (aération, traitement, etc...) estimées comme normales dans le contexte technico-commercial actuel.
- ✓ **L'état d'humidité moyenne (m)** : Etat d'humidité optimale (minimum de contraintes pour la mise en œuvre).
- ✓ **L'état sec (s)** : Etat d'humidité faible mais autorisant encore la mise en œuvre en prenant des dispositions particulières (arrosage, sur compactage, etc...) estimées comme normales dans le contexte technico-économique actuel.
- ✓ **L'état très sec (ts)** : Etat d'humidité très faible n'autorisant plus la réutilisation du sol dans des conditions technico-économiques normales.

Tableau IV.9 : Données et classification des sols

L'essais	localisation	Profondeur (m)	%0.08	WL	IP	IC	Classification (GTR)
SC-1	Déblais PK0+600	4.8_5	97.7	28	12	1.43	A ₂ ts
SC-1	Déblais PK0+600	13.40_13.70	100	50	33	1.17	A ₂ m
SC-1	Déblais PK0+600	20.03_20.60	100	41	25	1.09	A ₂ m
SC-1	Déblais PK0+600	27.75-20.60		39	25	1.13	A ₂ m
SC-72	Déblais PK0+850	18.60-19.01		29	18	1.25	A ₂ s
SC-72	Déblais PK0+850	29.20-29.60		31	17	1.36	A ₂ ts
SC-73	Déblais PK0+850	10.20-10.55		28	16	1.26	A ₂ s
SC-73	Déblais PK0+850	22.80-23.50		30	18	1.23	A ₂ s
SC-74	Déblais PK1+000	12.10-12.55		35	14	1.8	A ₂ ts
SC-74	Déblais PK1+000	16.04-16.40		29	18	1.06	A ₂ m
SC-74	Déblais PK1+000	20.40-21.00		35	16	1.69	A ₂ ts
SC-74	Déblais PK1+000	27.70-28.10		35	16	1.68	A ₂ ts
SC-2	RN 12	2.50-2.85		37	23	0.51	A ₂ th
SC-2	RN 12	5.80-6.40		52	31	1.25	A ₂ s
SC-72	Déblais PK0+850	3.57-3.94		60	36	0.98	A ₂ h
P-1		1.3-3.5		38	16	1.42	A ₂ ts
P-2		1-2.10		33	14	1.11	A ₂ m

IV.6.2 Condition de la réutilisation des sols selon la classification GTR

La réutilisation des sols en remblai et couche de forme, présente un intérêt considérable, dans la mesure où ils présentent des qualités acceptables.

- a) Les sols de sous classe : **A₂ th**, **A₂ ts** sont inutilisables en remblai et couche de forme.
- b) Les sols de sous classe **A₂ m**, sont réutilisables en remblai sous pluie faible, avec :
 - ✓ E : Extraction frontale
 - ✓ C : Un compactage moyen
 - ✓ H : Hauteur moyenne du remblai ≤ 10 m
- c) Les sols des sous classe **A₂ s**, sont des sols de faible teneur en eau, leur réutilisation sous pluie faible s'effectue :
 - ✓ E: Extraction en couche
 - ✓ R: Couche mince
 - ✓ C: Compactage intense
 - ✓ H : Hauteur moyenne du remblai ≤ 10 m
- d) Les sols des sous class **A₂ h**, sont difficilement réutilisables en remblai à cause de leur faible portance. Leur mise en œuvre en l'état nécessite :
 - ✓ C : Un compactage faible ;
 - ✓ H : Hauteur du remblai faible ≤ 5 m.

CHAPITRE V

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

V.1 Introduction

La qualité d'un projet ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un profil en long. En effet, une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation (action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques « pluie, neige, ...). 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.

Pour cela, on appliquera les deux méthodes les plus appliquées en Algérie, à savoir

- ✓ La Méthode CBR ;
- ✓ La Méthode du catalogue de dimensionnement Algérien.

Par conséquent, on effectuera une analyse comparative des deux méthodes et le choix du corps de chaussée à adopter à notre projet sera retenu respectivement selon les critères géo-mécaniques et économiques.

V.2 Définition de la chaussée

Au sens géométrique : c'est la surface aménagée de la route destinée à la circulation des véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.

Au sens structural : c'est la somme des couches des différents matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

V.3 Les différentes structures des chaussées

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, on distingue généralement les trois différents types de structures suivants :

V.3.1 Les chaussées souples

Ce sont les chaussées les plus fréquentes actuellement sur la majorité des routes, elles sont composées de couches superposées de matériaux différents de granulométries croissantes de haut vers le bas. La couche de surface est en béton bitumineux.

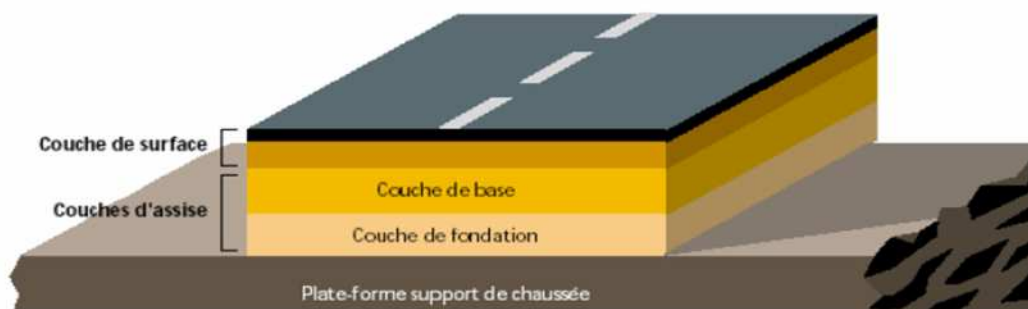


Figure V.1 : Structure type d'une chaussée souple

V.3.2 Les chaussées semi rigides

C'est une chaussée à faible déformabilité. Ces chaussées comportent une couche de base et quelques fois une couche de fondation traitée aux liants hydrauliques (ciment, laitier....)

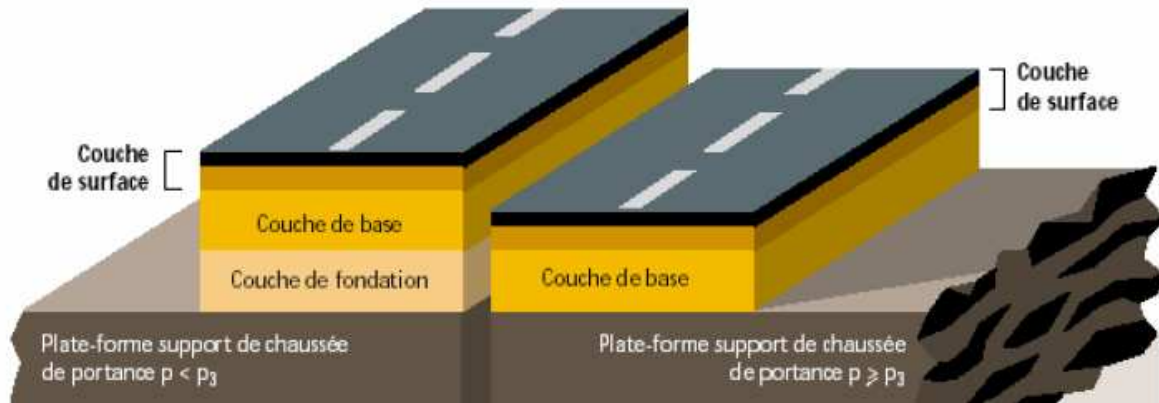


Figure V.2 : Structure type d'une chaussée semi-rigide

V.3.3 Les chaussées rigides

Ce sont des chaussées constituées d'une dalle en béton à fort dosage en ciment, cette dalle correspond à la fois à la couche de base et à la couche de surface d'une chaussée souple.

Les chaussées rigides sont utilisées pour des constructions très sollicitées, (cas d'une piste d'aérodrome ou station de service), peut être aussi utilisée dans les routes où le facteur gel-dégel intervient très fréquemment.

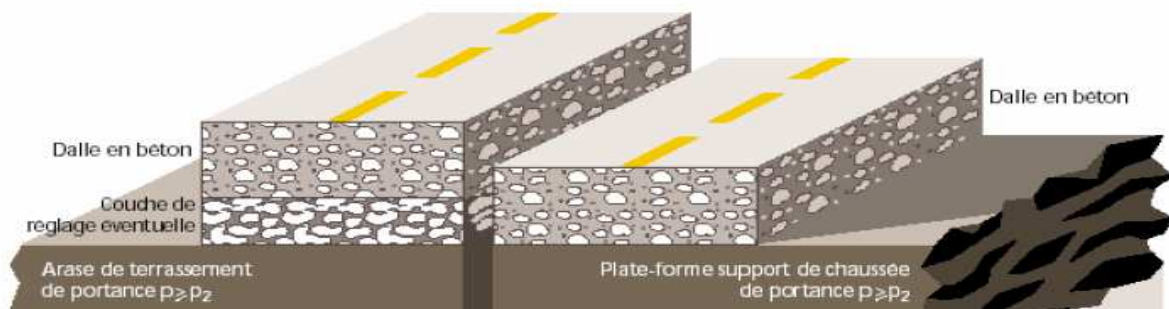


Figure V.3 : Structure type d'une chaussée rigide

V.4 Les couches de la chaussée

Généralement une chaussée est constituée en ordre par les trois couches suivantes :

V.4.1 Couche de surface

Elle est en contact direct avec la charge extérieure, elle est composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison. La première est destinée à encaisser les efforts de cisaillement et à imperméabiliser la surface, pendant la deuxième a pour rôle essentiel d'assurer une transition avec les couches inférieures. et son épaisseur varie entre 6 à 10 cm.

V.4.2 Corps de chaussée

Il est constitué de deux couches ; couche de base et couche de fondation, il reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales.

La couche de base est constituée de grave bitume, tuf, sable gypseux, son épaisseur varie entre **10 et 25 cm**.

La couche de fondation est constituée de matériaux non traitée et de moindre qualité que ceux utilisées en couche de base.

V.4.3 Couche de forme

Elle est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol support tel qu'aplanir la surface et améliorer la portance.

Remarque

En effet, éventuellement, une couche drainante ou anti-contaminant peut être intercalée entre la couche de forme et la couche de fondation qui s'appelle **sous couche** son rôle est :

- ✓ Soit d'empêcher les remontées d'argile dans la chaussée (sous-couche anti-contaminant).
- ✓ Soit d'assurer le drainage de la fondation (sous-couche drainante).
- ✓ Soit de couper les remontés capillaires (sous-couche anticapillaire).
- ✓ Soit de lutter contre le gel (sous-couche antigel).

Et bien sur une même sous-couche peut avoir des rôles multiples.



Figure V.4 : Les couche de la chaussée

V.5 Les paramètres pris en compte pour le dimensionnement

Les critères pris en compte pour dimensionner une chaussée sont

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

V.6 Les méthodes de dimensionnement

Ils existent plusieurs méthodes pour le dimensionnement du corps de chaussée, en citera parmi les plus utiliser :

- ✓ La méthode CBR et CBR améliorée.
- ✓ La méthode Asphalt Institute.
- ✓ La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P)

V.6.1 La méthode CBR(California – Bearing – Ratio)

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

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

$$E_{equi} = \frac{100 + \sqrt{P} \left(75 + 50 \log \frac{N}{10} \right)}{I_{CBR} + 5}$$

Avec :

E : épaisseur équivalente.

I : Indice CBR (sol support).

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

P : charge par roue P=6.5 t.

Log : Logarithme décimal.

✓ *Coefficient d'équivalence*

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques des différentes couches de matériaux par la formule suivants:

$$E_{equi} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

Avec

a_1, a_2, a_3 : sont des coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : Épaisseurs réelles des couches.

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe e_1, e_2 , et on calcule e_3 telle que :

e_1 : couche de roulement (5-8cm).

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

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

Tableau V.1 : Les coefficients d'équivalence

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Beton bitumineux ou enrobement B-B	2.00
Grave bitume G-B	1.60 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Grave ciment – Grave laitier	1.50
Sable liatier	1.30
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60 à 0.70

V.6.2 Méthode du catalogue algérien du dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P)

Parmi les méthodes de dimensionnement du corps de chaussée en Algérie, on va citer celle du catalogue de dimensionnement de chaussée neuves version 2001 élaborée par le C.T.T.P.

Cette méthode se base principalement sur l'importance du trafic poids lourds en charge supérieur à 3.5 t, et la portance du sol support apprécié par des modules du sol en Mpa, le climat et les matériaux utilisés.

V.6.2.1 Détermination du type de réseau

✓ *Le réseau principal de niveau 1 (RP1)*

Il comporte des:

- essentiellement d'un réseau Liaisons supportant un trafic supérieur à 1500 V/J.
- Liaisons reliant deux chefs-lieux de wilaya.
- Liaisons présentant un intérêt économique et /ou stratégique.

Il s'agit composé des routes nationales (RN).

✓ *Le réseau principal de niveau 2 (RP2)*

Il est constitué de liaisons supportant un trafic inférieur à 1500 V/J. Ce réseau est composé de routes nationales (RN), de chemins de wilaya (CW) et de liaisons reliant l'Algérie aux pays riverains.

V.6.2.2 Détermination de la classe du trafic

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

Tableau V.2 : Classement du trafic suivant le catalogue

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

On déterminera le trafic cumulée sur 20 ans, et à partir du tableau ci-dessus la classe de trafic correspondant. Le trafic cumulé est donné par la formule ci-après :

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

Avec :

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

n : durée de vie n= 20ans.

T : taux de croissance du trafic.

V.6.2.3 Détermination de la classe du sol

Les différentes catégories de classement du sol sont données dans les tableaux ci-dessous.

Tableau V.3 : Classe de sols

Classe du sol	Indic CBR
S0	> 40
S1	25 a 40
S2	10 a 25
S3	5 a 10
S4	< 5

V.6.2.4 Amélioration de la portance du sol support

La couche de forme a pour but d'améliorer la portance du sol support, Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de la 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 le tableau suivant :

Tableau V.4 : Les résultats des différentes épaisseurs de la couche de forme

Portance de sol	Matériaux de C.F	Epaisseur de CF	Portance visée
< S4	Matériau non traité	50 cm (2 couche)	S3
S4	Matériau non traité	35 cm	S3
S4	Matériau non traité	60 cm (2 couche)	S2
S3	Matériau non traité	40 cm (2 couche)	S2
S3	Matériau non traité	70 cm (2 couche)	S1

V.7 Application de la méthode CBR au projet

V.7.1 Amélioration de la portance du sol support

Nous avons un indice CBR= 3 (le sol est de faible portance), ce qui implique que notre sol appartient à la classe S4 (Tableau VII.3) (donc on va opter pour une couche de forme de 60cm de Tuf réparti en 2 couches, afin d'aboutir à un sol de classe de portance S2 (Tableau VII.4)

On a pour la classe S2 Indice CBR entre 10 à 25 donc on va prendre Indice CBR = 10

On a :

- Le trafic à l'année 2012 ($TJMA_{2012} = 16000 \text{ V/J/2 sens}$)
- Le taux d'accroissement annuel de trafic $\tau = 4\%$
- La vitesse de base sur le trafic $V_B = 110 \text{ km/h}$
- Le pourcentage de poids lourds $P_L = 35\%$
- L'année de mise en service 2018
- La durée de vie = 20 ans
- Indice CBR = 10

✓ Calcul de N

$$TJMA_{2018} = (1+0.04)^6 \times 8000 = 10123 \text{ V/J}$$

$$TJMA_{2038} = (1+0.04)^{20} \times 10123 = 22181 \text{ V/J}$$

$$\text{On a : } N = Z \times TJMA_h \quad \Longrightarrow \quad N = 0.35 \times 22181 = 7763 \text{ poids lourds}$$

✓ Calcul de l'épaisseur de la chaussée par la formule de PELTIER

$$\text{On a : } \begin{cases} I_{CBR} = 10 \\ N = 7763 \\ P = 6.5 \end{cases} \quad \Longrightarrow \quad E_{equi} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \left(75 + 50 \log \frac{7763}{10} \right)}{10 + 5} = 44 \text{ cm}$$

On fixe l'épaisseur de la couche de roulement et celle de base et on calcule l'épaisseur de la couche de fondation avec :

$$E_{equi} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

Couche de roulement en béton bitumineux	$a_1 = 2$	avec $e_1 = 6$
Couche de base en grave bitume	$a_2 = 1.7$	avec $e_2 = 11$
Couche de fondation en TVO	$a_3 = 0.75$	

$$E_{equi} = 2 \times 6 + 1.7 \times 11 + 0.75 \times e_3 = 44 \quad \Longrightarrow \quad e_3 = 18 \text{ cm}$$

Notre structure comporte : 6 cm (BB), 11 cm (GB) et 18 cm (TVO)



Figure V.5: Schéma de différentes couches obtenues

V.8 Application de la méthode catalogue au projet

On a : $TJMA_{2012} = 8000 \text{ v/j} > 1500$

Donc on peut définir notre réseau comme étant un réseau principal RP1

VII.8.1 Détermination de la classe de trafic TPL_i pour RP1

$TJMA_{2018} = 10123 \text{ V/J}$ (année de mise en service)

$Z = 35\%$ (pourcentage des poids lourds)

$$TPL = [TJMA_{2018} \times Z] \times 0.8 = [10123 \times 0.35] \times 0.8 = 2835$$

Donc : $TPL = 2835 \text{ (pl/j /sens)}$

Tableau V.5 : valeur des TPL pour RP1

TPL	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/J/SENS POUR RP1	150 à 300	300 à 600	600 à 1500	1500 à 3000	3000 à 6000

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en **TPL6**

V.8.2 Détermination de la classe de portance des sols

Nous avons un indice de $CBR = 3$ (le sol est de faible portance), ce qui implique que notre sol appartient à la classe S4

V.8.3 Amélioration de la portance du sol support

Pour notre cas nous avons un sol en S4, donc on va opter pour une couche de forme de 60cm de Tuf réparti en 2 couches, afin d'aboutir à un sol de classe de portance S2

V.8.4 Zone climatique

Tableau V.6: Zones climatiques de pluviométrie

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Région
I	>600	Très humide	Nord
II	350-600	Humide	Nord,Hauts-plateaux
III	100-350	Semi-aride	Hauts-plateaux
IV	<100	Arise	Sud

La région de Tizi Ouzou est située au nord du pays, très humide et d'une pluviométrie supérieure à 600mm/an, Zone climatique I.

V.8.5 Structure finale d'après le catalogue

D'après la fiche de dimensionnement on a:

- ✓ Classe réseau: RP1
- ✓ Classe du trafic: TPL6
- ✓ Classe de portance: S2
- ✓ Zone climatique : Zone I
- ✓ Durée de vie : 20ans

D'après le catalogue des structures (fascicule 3) on trouve la structure suivante :

- ✓ 8cm couche de roulement en (B.B): béton bitumineux.
- ✓ 12 cm couche de base en (G.B): grave bitume.
- ✓ 13 cm couche de fondation en (G.B): grave bitume.



Figure V.6 : structure du corps de chaussée

V.9 Vérification a la fatigue des structures et de la déformation du sol support

Le but est de vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide du logiciel Alizé 3, sont inférieures aux valeurs admissibles qu'on va calculer.

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

Avec:

ϵ_t : c'est la déformation de traction par flexion à base des couches bitumineuses.

ϵ_z : c'est la déformation verticale sur le sol support.

V.9.1 Calcul du trafic cumule de PL (TCi)

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

Avec :

i : taux d'accroissement géométrique pris égal à 0.04 dans le calcul de dimensionnement.

n : durée de vie considérée (20 ans)

TPLi : classe du trafic (2835 pl/j/sens)

$$TCi = 2835 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04} = 3.08 \times 10^7 \text{ pl/j/sens}$$

V.9.2 Calcul du trafic cumule équivalent (TCEi)

Le calcul de TCEi qui fait intervenir l'agressivité A des PL est donné par la formule suivante :

$$TCEi = TCi \times A$$

Avec :

A : coefficient d'agressivité, pour notre cas A= 0.6

Tableau V.7 : Valeurs du coefficient d'agressivité A

Niveau de réseau principal (RP1)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB	0,6

$$TCEi = 3.08 \times 10^7 \times 0.6 = 1.85 \times 10^7 \text{ pl/j/sens}$$

V.9.3 Choix des températures équivalentes

Tableau V.8 : Valeurs de la température en fonction de la zone climatique

	Zone climatique		
Température équivalente θ_{eq} (C°)	I et II	III	IV
	20	25	30

Notre projet se situe dans la zone climatique I donc la température équivalente $\theta_{eq} = 20 \text{ C}^\circ$.

V.9.4 Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Tableau V.9 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Matériau (MTB)	E(30°C, 10Hz) Mpa	E (25°C, 10Hz) Mpa	E (20°C, 10Hz) Mpa	E (10°C, 10Hz) Mpa	ε_6 (10°, 25Hz) 10-6	-1/b	SN	SH 5cm	ν	Kc Calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0.35	
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3

D'après ce tableau et avec $\theta_{eq} = 20^\circ \text{C}$ on a : $E(20^\circ, 10\text{Hz}) = 7000 \text{ MPa}$.

V.9.5 Risque de calcul $r \%$

Les risques de calcul ($r \%$) adoptés dans le dimensionnement des structures, qui sont fonction du trafic et du niveau de réseau principal.

D'après le catalogue et pour la structure GB/GB et une classe de trafic TPL6 on a le risque adopté $r \% = 5 \%$.

V.9.6 Fractile de la loi normale $t=f(r \%)$

D'après le catalogue et pour un risque $r \% = 5 \%$ on a $t = -1,645$.

V.9.7 Calcule des déformations admissibles

D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves on retient les valeurs suivantes :

- Température équivalents $\theta_{eq} = 20^\circ \text{C} \rightarrow E(20^\circ, 10\text{Hz}) = 7000 \text{ MPa}$.
- Température équivalents $\theta_{eq} = 10^\circ \text{C} \rightarrow E(10^\circ, 10\text{Hz}) = 12500 \text{ MPa}$.
- Classe du trafic TPL6
- Risque adoptés pour réseau RP1, $R\% = 5\%$
- t : fractile de loi normal, en fonction de risques adoptés $t = -1.645$ d'après le catalogue (tableau 16 page 20 fascicule 2)
- SN : dispersion sur la loi de fatigue = 0.45 pour GB. d'après le catalogue (tableau 13 page 18 fascicule 2)
- C : coefficient égal à 0.02
- Sh : la dispersion sur les épaisseurs = 3 cm pour GB d'après le catalogue (tableau 13 page 18 fascicule 2)
- b : pente de la droite de fatigue $b = -0.146$ d'après le catalogue (tableau 13 page 18 fascicule 2)
- Kc : facture lie au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur chaussée = 1.3 d'après le catalogue (tableau 13 page 18 fascicule 2)

✓ Calcul de δ : f (dispersion)

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

✓ **Déformations admissibles verticales**

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

$$\varepsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (3.08 \times 10^7)^{-0.235} = 382 \times 10^{-06}$$

✓ **Déformations admissibles de traction**

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{hZ}) \times (TCE_i / 10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times K_c$$

$$\varepsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times [(1.85 \times 10^7)/10^6]^{-0.146} \times \sqrt{\frac{12500}{7000}} \times 10^{-1.645 \times (-0.146)0.609} \times 1.3$$

$$\varepsilon_{t,adm} = 158 \times 10^{-06}$$

V.10 Application du logiciel Alize sur notre projet**V.10.1 Présentation de logiciel ALIZE III**

ALIZE III est un programme issu du laboratoire central des ponts et chaussées en France (PARIS 1975) il permet de déterminer à partir d'un model multicouche élastique fondé sur l'hypothèse de BURMISTER. Les contraintes et les déformations δt , ε_z , δz , 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 a un demi-essieu de 13 tonnes présente par une empreinte circulaire de rayon (r) avec une symétrie de révolution. Le problème est traite en coordonnées cylindriques.

La modélisation de la structure est donnée au tableau suivant :

Tableau V.10 : Modélisation de la structure

	Epaisseur (e) Cm	Module de rigidité (E) Mpa	Coefficient de poisson (v)
Coche de roulement (BB)	8	4000	0.35
Coche de base (GB)	12	7000	0.35
Coche de fondation (GB)	13	7000	0.35
Coche de forme (Tuf)	60	500	0.25
Sol support	Infini	15	0.35

V.10.2 Résultats de calcul sur Alize

Tableau V.11 : Le calcul effectué par Alizé.

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

variante 1: Durée= 00:00sec

Grandeurs affichées

- ☒ tableau 1
- ☐ tableau 2
- ☐ tableau 3
- ☐ tableau 4
- ☐ tableau 5
- ☐ tableau 6
- ☐ tableau 7
- ☐ tableau 8

Déflexion = 67,3 mm/100

entre-jumelage

Rdc = 1247,6 m

Imprimer Enregistrer

Voir Chargt. Fermer

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,080	4000,0	0,350	0,000	27,5	0,246	38,7	0,660
	collé		0,080	10,3	0,219	75,9	0,573
0,120	7000,0	0,350	0,080	10,3	0,348	37,7	0,573
	collé		0,200	-13,6	-0,025	31,6	0,218
0,130	7000,0	0,350	0,200	-13,6	-0,025	31,6	0,218
	collé		0,330	-51,1	-0,471	49,0	0,048
0,300	500,0	0,250	0,330	-51,1	-0,015	108,1	0,048
	collé		0,630	-44,0	-0,024	52,9	0,015
0,300	500,0	0,250	0,630	-44,0	-0,024	52,9	0,015
	collé		0,930	-73,1	-0,047	52,8	0,003
infini	15,0	0,350	0,930	-73,1	0,000	203,8	0,003

Donc les déformation calculées par Alize III sont :

$$\varepsilon_t = 51.1 \times 10^{-06}$$

$$\varepsilon_z = 203.8 \times 10^{-06}$$

V.10.3 La vérification :

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par ALIZE III
$\varepsilon_{t,adm} = 158 \times 10^{-06}$	$\varepsilon_t = 51.1 \times 10^{-06}$
$\varepsilon_{z,adm} = 382 \times 10^{-06}$	$\varepsilon_z = 203.8 \times 10^{-06}$

$$\text{On a : } \varepsilon_{t,adm} = 158 \times 10^{-06} > \varepsilon_t = 51.1 \times 10^{-06}$$

$$\varepsilon_{z,adm} = 382 \times 10^{-06} > \varepsilon_z = 203.8 \times 10^{-06}$$

Les contraintes sont vérifiées donc le corps de chaussée qu'on va appliquer pour la méthode du catalogue sera comme suite.

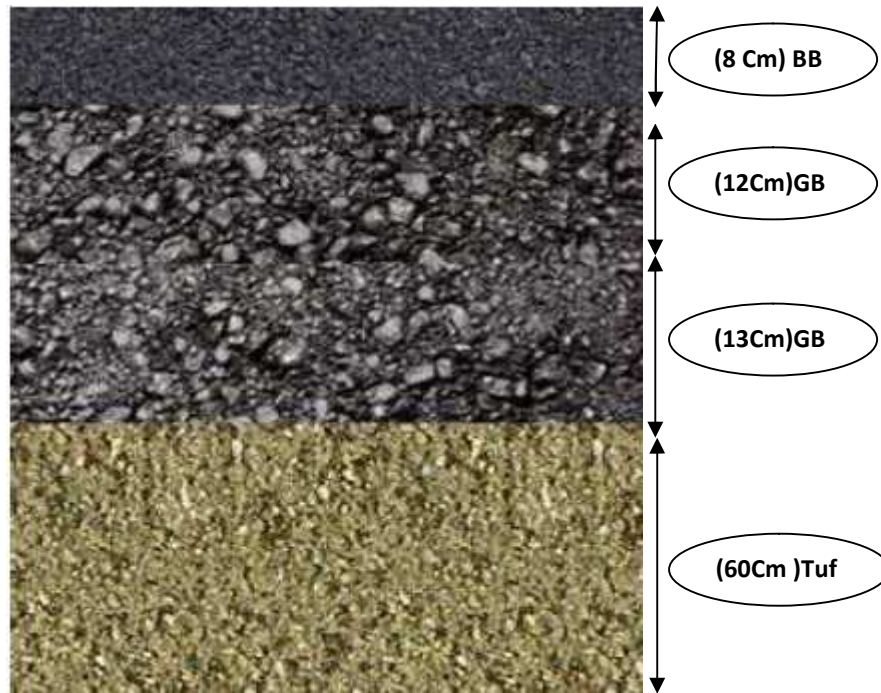


Figure V.7 : Corps de chaussée dimensionné avec le catalogue

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

C.B.R	Catalogue de structure
6 cm (BB), 11cm(GB) et 18 cm(TVO)	8cm(BB), 12cm(GB) ,13cm GB et 60 cm Tuf

V.11 Conclusion

Le choix de la méthode de dimensionnement ne porte pas seulement sur le cout et les épaisseurs des différents couches a mise en place, il faut prendre en considération les avantages de la méthode de catalogue algérien, on rappelant que :

- C'est une méthode rationnelle.
- Elle s'appuie sur les lois de comportement à la fatigue.
- Assure une longévité de la route.
- Minimise le cout d'entretien.

Donc la structure choisit dans notre projet se repose sur la méthode du catalogue algérien, qui reprend aux avantages qu'on vient de citer précédemment

CHAPITRE VI

ETUDE GEOMETRIQUE

VI.1 Introduction

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

Dans le cas d'étude d'un projet routier, il faudra tenir compte des variations considérables relatives aux caractéristiques des véhicules admis aux conditions de surface de la chaussée et aux conditions ambiantes (météologie, visibilité...etc...).

Les projets seront donc basés sur un certain nombre de paramètres physiques moyens choisis de telle sorte que la sécurité et le confort soit assuré dans des conditions normales d'utilisation.

VI.2 Présentation du logiciel piste

Le logiciel piste du SETRA est l'un des logiciels les plus utilisé dans la conception routière depuis près de 30 ans. Il est basé sur la méthode de conception géométrique des routes à partir des éléments connus qui sont l'axe en plan (AP), le profil en long (PL) et les profils en travers (PT).

C'est un logiciel qui permet une définition géométrique complète des routes (mise au point, calcul...) ; 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, C'est l'outil de base pour les bureaux d'études ; ce logiciel est une référence en matière de conception routière.

VI.3 Tracé en plan

VI.3.1 Définition

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

Il est constitué d'une section de droites, raccordés par d'arcs de cercle, il doit permettre d'assurer les bonnes conditions de sécurités et de confort.

Le tracé en plan comporte

- ✓ Des alignements droits
- ✓ Des arcs de cercle
- ✓ Des arcs de courbes à courbures progressive : essentiellement des arcs de clothoïde

VI.3.2 Règles à respecter dans le tracé en plan

Pour faire un bon tracé en plan dans les normes on doit respecter certaines recommandations qui sont résumés dans l'ICTAAL comme suit :

- ✓ L'adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements.
- ✓ Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- ✓ Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- ✓ 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, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais.
- ✓ Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- ✓ Respecter la cote des plus hautes eaux.

VI.3.3 La Vitesse de référence

La Vitesse de référence (V_r), représente une vitesse théorique qui sert à déterminer les valeurs maximales des caractéristiques géométriques, et d'autres paramètres qui interviennent dans l'élaboration du tracé d'un projet routier.

VI.3.3.1 Choix de la vitesse de référence

Le choix dépend essentiellement de :

- ✓ Type de route.
- ✓ Topographie. (degré de difficulté du terrain).
- ✓ Importance et genre de trafic (volume, structure).
- ✓ Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

VIII.3.4 Les éléments du tracé en plan

VI.3.4.1 Alignement

La longueur des alignements dépend de :

- ✓ La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- ✓ Des sinuosités précédent et suivant l'alignement.
- ✓ Du rayon de courbure de ces sinuosités. La longueur minimum : celle correspondant à un chemin parcouru durant un temps t d'adaptation.

$$l_{min} = 5V_r / 3.6$$

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

La longueur maximum : celle correspondant à un chemin parcouru durant un temps 1 minute.

$$l_{max} = 60V_r / 3.6$$

VI.3.4.2 Arcs de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

✓ *Stabilité des véhicules en courbe*

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

✓ *Visibilité en courbe*

Un virage peut être masqué du côté inférieur de la courbe, soit par un talus de déblai, ou par une construction, et des fois même par des arbres lorsque la route traverse une forêt. Pour remédier à ceci il faudra reculer le talus, ou abattre les arbres. au lieu de cela, on peut adopter une autre solution qui serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

✓ *Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible*

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

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

$$S = L/2R$$

Avec :

L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 10\text{m}$)

R : rayon de l'axe de la route.

VI.3.4.3 Courbe de raccordement

Un tracé rationnel de route moderne comportera des alignements, des arcs de cercle liés entre eux, par des tronçons de raccordement à courbure progressif, passant de la courbure 0 ($R = \text{infini}$) à l'extrémité de l'alignement à la courbure $1/R$ au début du cercle du virage.

Rôle et nécessité des courbes de raccordement :

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes :

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

Parmi ces courbes la clothoïde qui est susceptible de satisfaire la condition de variation Continue de rayon de courbure.

VI.3.4.5 Raccordement progressif :

Les courbes de rayon inférieur à $1.5R_{nd}$ sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïde). Leur longueur est au moins égale à la plus grande des deux valeurs : $14 |\Delta\delta|$ et $R/9$; ou R note le rayon de courbure en (m), et A la différence des rayons des pentes transversales en(%) des éléments du tracé raccordé.

Remarque : tous les raccordements de notre tracé se font sans clothoïde ($R > 1.5R_{nd}$)

VI.3.5 Application en projet

Notre projet est classée dans la catégorie L2, situé dans un environnement E3, avec une vitesse de base 110Km/h, donc d'après L'ICTAL on aura le tableau suivant

Tableau VI.1 : Les valeurs limites des rayons d'après L' ICTAL

Paramètre	Symbole	Valeurs
Rayon minimal	R_m	400 m
Rayon minimal non déversé	R_{nd}	650 m
Rayon minimal sans courbe de transition	R	$1.5 \times 650 = 975m$

❖ Calcul de la longueur minimale et maximal

$$l_{min} = 5V_r / 3.6 = \frac{5 \times 110}{3.6} = 153m$$

$$l_{max} = 60V_r / 3.6 = \frac{60 \times 110}{3.6} = 1833m$$

Nous allons procéder à la conception du projet à l'aide du logiciel PISTE 5 en effectuant les différentes étapes suivantes.

❖ Construction du terrain

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

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

Nouveau \implies Choisir fond de plan TPL (seg)

Après une boite de dialogue va apparaitre, on lui donne le nom de (Terrain), puis on clique sur

Ouvrir \implies OK sur les fenêtres qui vont suivre.

Chargement du fichier géométrique

Fichier \longrightarrow Lire \longrightarrow Levé (le non donnée aux points topographiques).
 Ouvrir \longrightarrow Ok \longrightarrow Ok

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

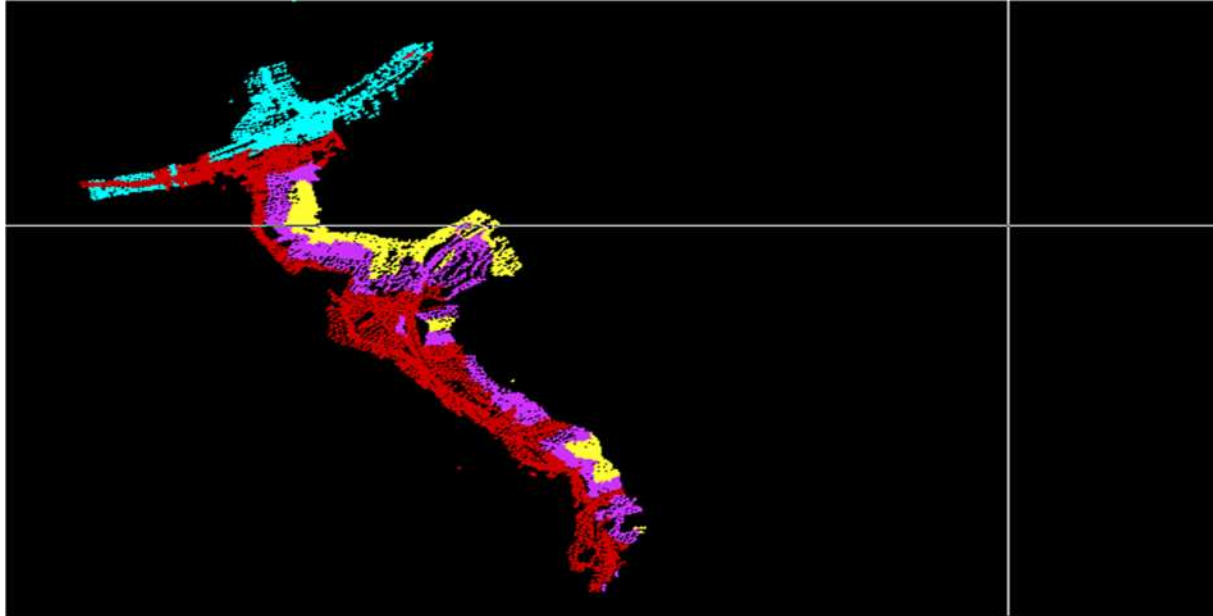


Figure VI.1 : Nuage de points

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

4. Triangulation du terrain :

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

Calcul \longrightarrow Trianguler \longrightarrow Oui \longrightarrow Ok
 Calcul \longrightarrow Courbe de niveau (avec une valeur du pat 2m) \longrightarrow Ok
 Calcul \longrightarrow Points hauts et bas

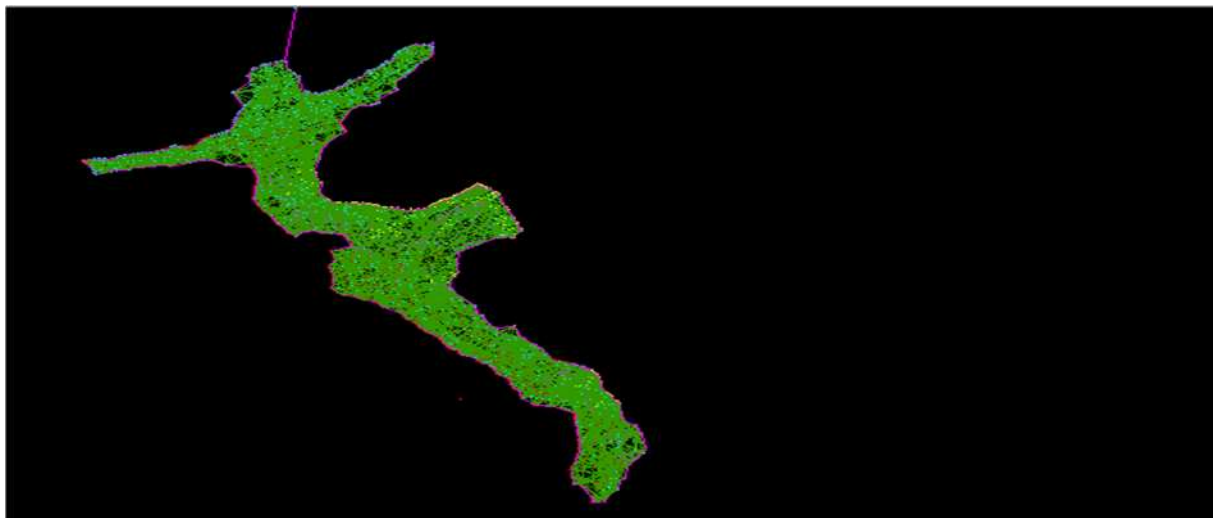


Figure VI.2 : Triangulation du terrain

On passe maintenant à la conception plane.

Fichier \longrightarrow Nouveau \longrightarrow on choisit conception plane (dap) On donne le nom
 (tracé en plan) \longrightarrow Ouvrir \longrightarrow Ok
 Fichier \longrightarrow Fond de plan \longrightarrow Terrain \longrightarrow Ouvrir
 Bouton droit \longrightarrow Zoom tout

❖ Définition de l'axe en plan et tabulation :

Construction des éléments de l'axe :

Point

Elément \longrightarrow Point \longrightarrow Nom d'élément.
 En bas de la page (POI P1) \longrightarrow graphiquement.

On refait la même chose pour tous les points.

Droite

Elément \longrightarrow droite \longrightarrow nom d'élément.

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

La même chose pour toutes les droites.

Rayon

Elément \longrightarrow distance \longrightarrow en bas (DIS R1 +1000 ou -1000 par exemple)
 En fait la même chose pour les autres rayons, sachant que la valeur et le signe du rayon change selon son importance est son sens aussi.

Création d'une liaison

Elément \longrightarrow liaison \longrightarrow nom d'élément
 En bas on écrit (LIA C1 D1 D2 PARA NUL R1) \longrightarrow Exécuter.
 La même chose pour les autres Liaisons.
 Ces différentes étapes sont représentées dans la figure qui suit.

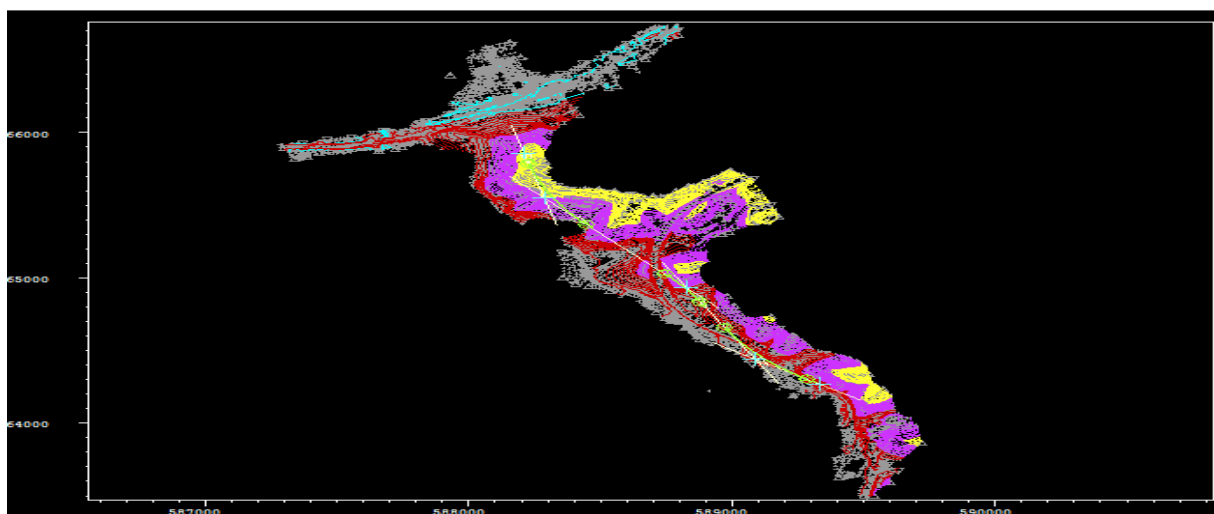


Figure VI.3 : Construction des éléments de l'axe

Construction de L'axe

Elément \Longrightarrow Axe \Longrightarrow saisir (Axe AX P1 AUTO) \Longrightarrow exécuter.

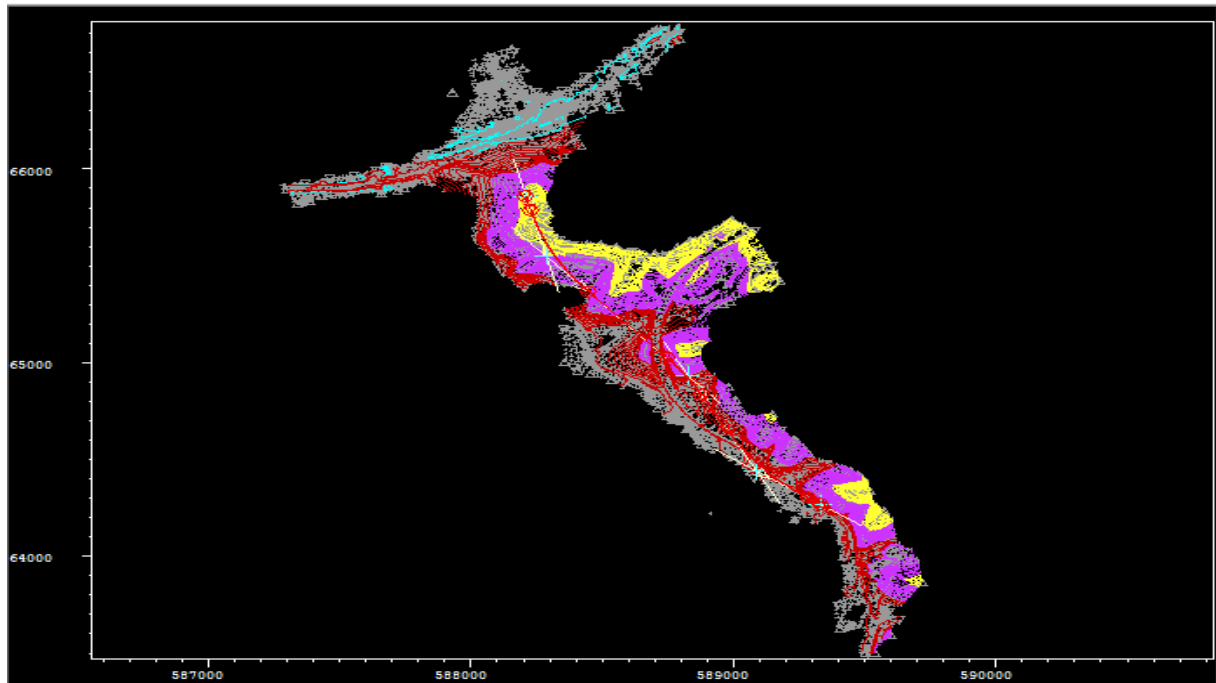


Figure VI.4 : Construction de l'axe en plan

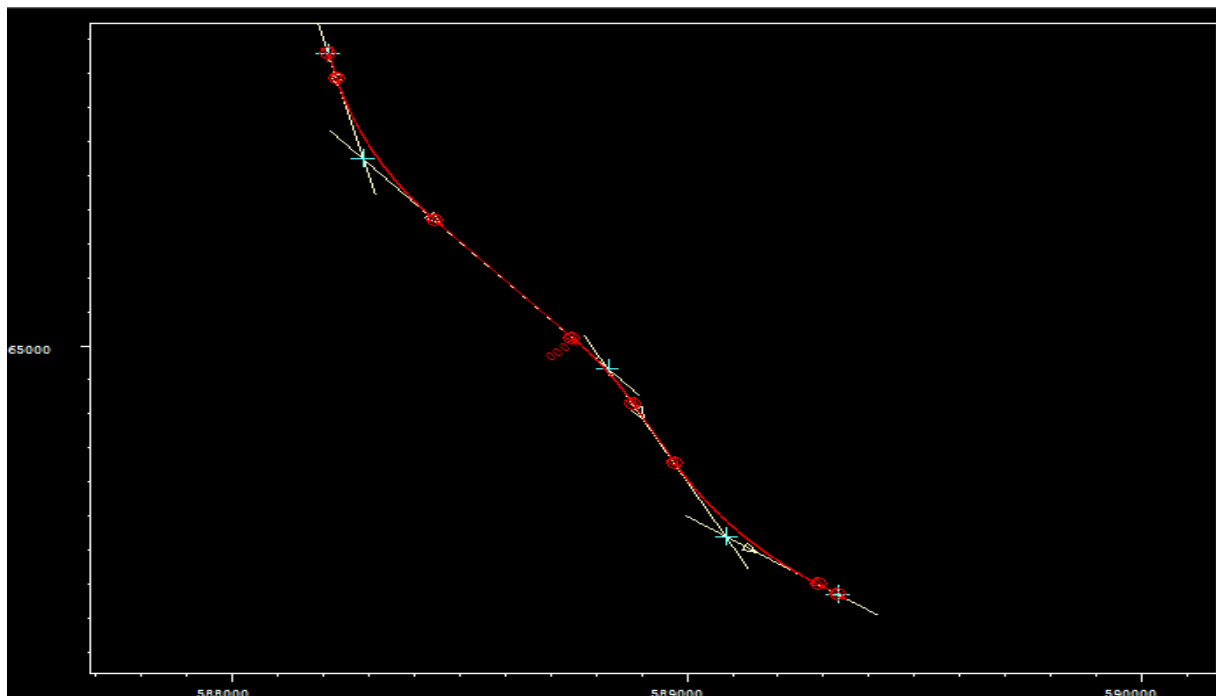


Figure VI.5 : Axe en plan

Tabulation de l'axe

Calcul \Longrightarrow Axe En bat (ZON AX 0 20) \Longrightarrow Exécuter
 Calcul \Longrightarrow Tabuler Axe \Longrightarrow AX \Longrightarrow création pis \Longrightarrow Exécuter.

NB : L'introduction des valeurs 0 à 20 permet au logiciel de donner des résultats des profils chaque 20 mètres.

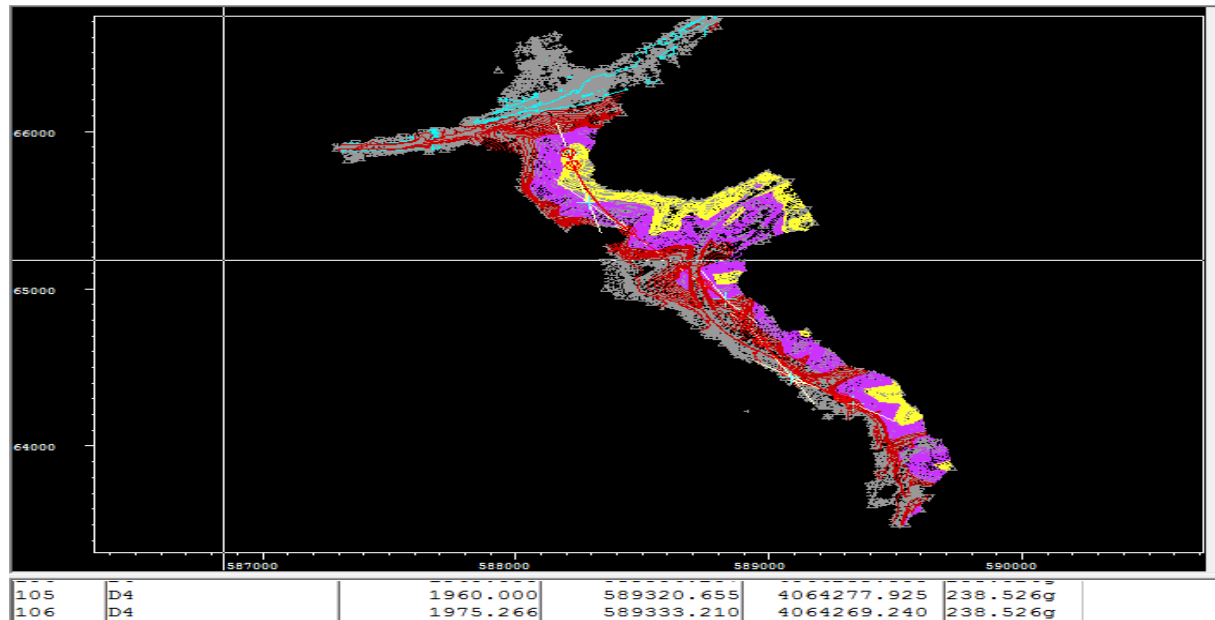


Figure VI.6 : Tabulation de l'axe

Interpolation de L'AXE

Fichier \Longrightarrow ouvrir \Longrightarrow Fond de plan TPL (.seg) \Longrightarrow ok ouvrir.
 Calcul \Longrightarrow interpolation \Longrightarrow Axe projet \Longrightarrow ouvrir ok.

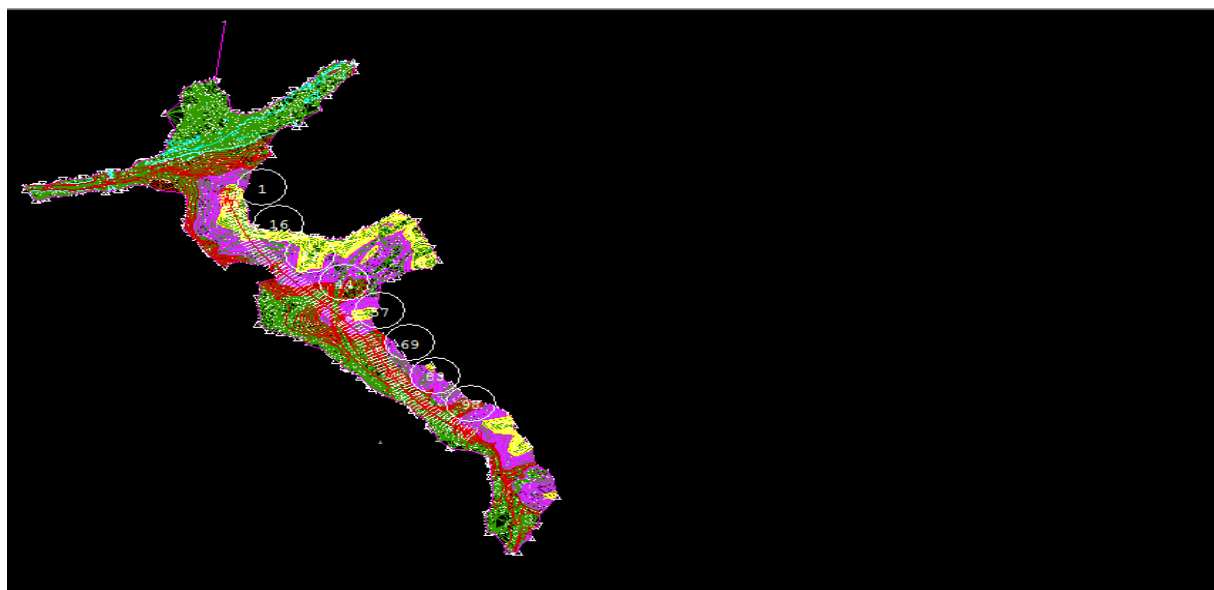


Figure VI.7 Interpolation de l'axe

VI.4 Profil en long

VI.4.1 Définition

Le profil en long est la projection de l'axe de la route sur un plan vertical, il est constitué d'une succession d'alignements droits (rampes et pentes) raccordés par des courbes à rayons parabolique

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- ✓ L'altitude du terrain naturel
- ✓ L'altitude du projet
- ✓ La déclivité du projet

VI.4.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

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

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

VI.4.3 Coordination du tracé en plan et profil en long

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

- ✓ associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important ;
- ✓ faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

$R_{vertical} > 6R_{horizontal}$, pour éviter un défaut d'inflexion ;

- ✓ supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de surcoût sensible ; lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses

VI.4.4 Caractéristiques de notre profile en long

Tous les paramètres de notre profile en long doivent respecter les valeurs limites données dans le tableau suivant : ICTAAL

Tableau VI.2 : Valeurs limites des paramètres du profil en long

Catégorie	L2
Déclivité minimum (%)	0.2
Déclivité maximum (%)	6
Raccordement convexe (angle saillant) m	6000
Raccordement concave (angle rentrant) m	3000

VI.4.4.1 Définition d'une déclivité

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

a) Déclivité minimum

Pour assurer un bon écoulement des eaux de pluies la pente transversale ne suffit pas seule, il faut éviter les paliers (tronçons de route absolument horizontaux) pour que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante.

Déclivité minimum : $i_{\min} = 0.2 \%$. (ICTAAL)

b) Déclivité maximum :

La déclivité maximum dépend de :

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

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

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

VI.4.4.2 raccordement en profil en long

a) Raccordement convexe (angle saillant)

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

La conception doit satisfaire aux conditions suivantes :

- ✓ Condition de confort.
- ✓ Condition de visibilité.

Rayon minimal en angle saillant : 6000 m. (ICTAAL).

b) Raccordement concave (angle rentrant) :

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

Rayon minimal en angle rentrant : 3000 m. (ICTAAL)

VI.4.5 Application au projet✓ **La conception longitudinale**

Pour dessiner la ligne rouge sur piste représentant l'axe de notre projet 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 \Rightarrow choisir une valeur de R \Rightarrow Exécuter
 Parabole \Rightarrow nom d'élément \Rightarrow en bas (PAR PR1 D1 D2 R1)
 \Rightarrow Exécuter
 Élément \Rightarrow axe en bas (AXE P1 AUTO) \Rightarrow Exécuter
 Calcul \Rightarrow Tabuler un axe \Rightarrow < RC > Compléter.

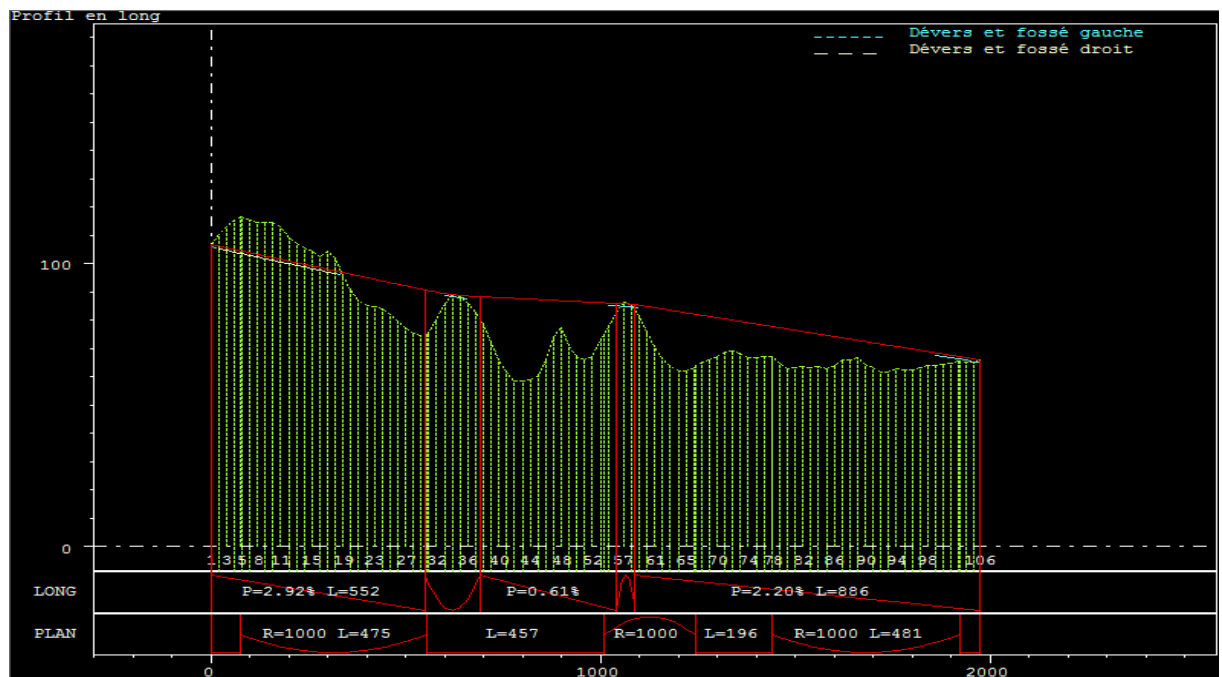


Figure VI.8 : Profil en long

VI.5 Profil en travers

VI.5.1 Définition

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan verticale ils permettent de calculer les paramètres suivants :

- ✓ la position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements.
- ✓ l'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel.
- ✓ les cubatures (volumes de déblais et de remblais).

VI.5.2 Les éléments constitutif de profil en travers

- **L'assiette** : surface de terrain occupée par la route et ses dépendances.
- **Plate forme** : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements
- **Chaussée** : surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs vois de circulation.

- **Accotement** : l'accotement comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U.) bordée à l'extérieur d'une berme.
- **Zone de sécurité**: La largeur de la zone de sécurité est, à compter du bord de la chaussée, de 10 m pour la catégorie L1, et de 8,50 m pour la catégorie L2. En déblai, la zone de sécurité ne s'étend pas au-delà d'une hauteur de 3 m.
- **La bande d'arrêt d'urgence (B.A.U.)** : La B.A.U. facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, la récupération d'un véhicule déviant de sa trajectoire, l'évitement d'un obstacle sur la chaussée, l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitation.

Elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée d'une sur largeur de chaussée qui porte le marquage en rive, puis d'une partie dégagée de tout obstacle, revêtue et apte à accueillir un véhicule lourd en stationnement. Aucune dénivellation ne doit exister entre la chaussée et la B.A.U.

Sa largeur est de 2,50 m, ou de 3,00 m lorsque le trafic poids lourd excède 2 000 v/j (deux sens confondus)

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

Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1,00 m minimum ; mais elle peut être intégrée à un dispositif d'assainissement dont la pente ne dépasse pas 25 %.

- **L'emprise** : Partie de terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.
- **Terre-plein central** : Le T.P.C. assure la séparation matérielle des deux sens de circulation. Sa largeur résulte de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.
- **Bande dérasée de gauche (B.D.G.)** : Elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité, elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation. Sa largeur est de 1,00 m.
- **Bande médiane** : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux) et, le cas échéant, des piles d'ouvrages et des aménagements paysagers, sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés.

Si elle est inférieure ou égale à 3 m, elle est stabilisée et revêtue pour en faciliter l'entretien. Sinon, elle peut être engazonnée et plantée d'arbustes, à moins que sa largeur et la

topographie du site ne permettent la conservation du terrain naturel et de la végétation existante ; dans ce cas, une berme de 1,00 m est maintenue en bordure de la B.D.G

- **Le talus:** le talus est l'inclinaison de terrain qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue. Cette inclinaison exprimé par une fraction (A/B) telle que :
A : la distance sur la base du talus.
B : la hauteur du talus
En terre de moyenne cohésion, l'inclinaison de talus est de (3/2) pour les remblais et (1/1) pour les déblais.
- **Pente transversale :** La pente transversale permet de favoriser l'évacuation des eaux de surface de la chaussée, en alignement droit le profil en travers de la chaussée est caractérisé par une pente transversal varie de 2% à 5% vers l'extérieur.

En courbe, la pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de $1/R$, cette variation de la pente transversale s'appelle : « le dévers »

Les dévers doivent rester constants tout au long de la partie circulaire des virages car $1/R$ est constant.

- **Point de rotation des dévers :** Le choix du point de rotation des dévers dépend essentiellement de la disposition des lieux. Lorsque le T.P.C est revêtu, le point de rotation des dévers se situe habituellement sur l'axe de la plateforme, sinon le point de rotation des dévers de chaque chaussée se situe sur le bord de la chaussée.
- **La largeur de la chaussée :** La largeur de la chaussée dépend surtout de l'importance de la circulation à écouler. La largeur du gabarit des véhicules étant de 2.50 m, cette même largeur constitue un minimum pour la largeur d'une voie. Sur les routes à circulation intense et rapide, une largeur de voie de 2.50m est insuffisante, il faut au moins 3 m et mieux encore 3.50 m pour que les véhicules de tous gabarits qui puissent se croiser et se déplacer en toute sécurité. La largeur de voie peut être réduite à 3m(exceptionnellement 2.50 m) sur les routes peu fréquentées

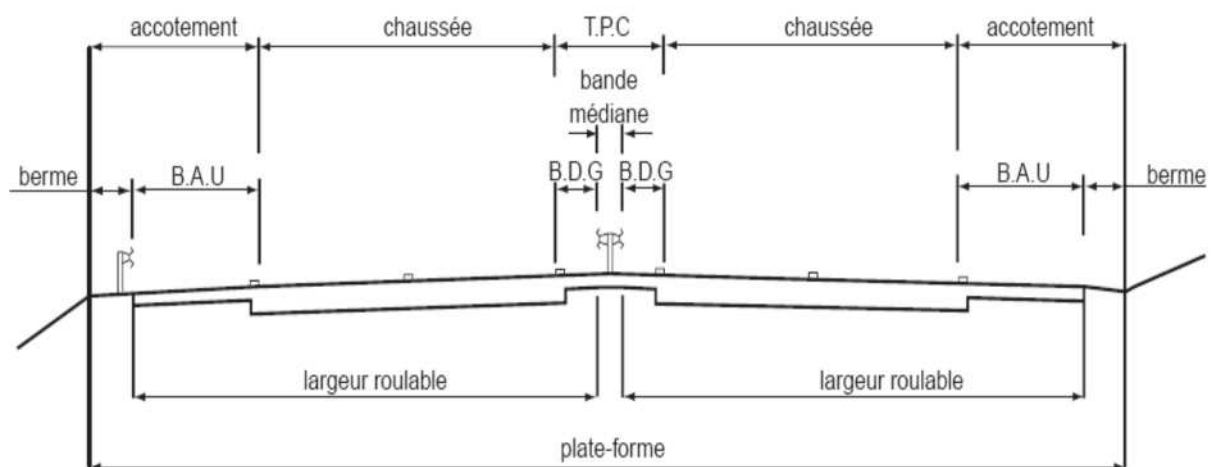


Figure VI.9 : Eléments constitutifs du profil en travers en section courante

Avec :

T.P.C : Terre Plein Central ;

B.A.U : Bande d'Arrêt d'Urgence ;

B.D.G : Bande Dérasée de Gauche.

VI.5.3 Classification du profil en travers : il existe deux types de profil

a. Le profil en travers type

Le profil en travers type est une pièce de base conçu dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes. Il va contenir tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais). L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la côte du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

b. Le profil en travers courant :

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

VI.5.4 Application en projet

Notre profile en travers est détailler d'après l'ICTAAL dans le tableau suivant :

Eléments de la chaussée	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale
Voie de circulation 2 × 3	3.5	6	21
Terre plein centrale (T P C)			
Bande dérasée gauche (B D G)	1	2	2
Bande médiane (B M)	2	1	2
Accotement			
Bande d'arrêt d'urgence	2.5	2	5
La berme intérieure	1	2	2
TOTAL= 32m			
Zone de sécurité à l'extérieure des voies de circulation	8.5	2	17
dévers en section droite			
Chaussée		2,5 % vers l'extérieur	
Bande dérasée de gauche (B.D.G)		identique à celle de la chaussée.	
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		4 % vers l'extérieur	
Berme extérieure		8% vers l'extérieur.	
dévers en courbe			
Chaussée		2.5 % (maximum).	
Bande dérasée de gauche (B.D.G)		identique à celle de la chaussée	
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		identique à celle de la chaussée	

❖ Construction du profil en travers

- Création du profil type

Fichier \Rightarrow Nouveau \Rightarrow Profil type \Rightarrow Ok \Rightarrow Non (profil travers type) \Rightarrow Ouvrir \Rightarrow Ok
 On donne le non T1 \Rightarrow Crée \Rightarrow Nouveau

- Dimensionnement de la ligne projet

Créer la plate-forme : on clique sur plate-forme sur le menu droit et on introduit nos données on valide par OK.

Les mêmes étapes pour le talus de déblai, remblai, assise, couche de forme, et la base.

Fermer pour quitter la fenêtre graphique.

On passe à la conception transversale :

Fichier \Rightarrow conception transversale \Rightarrow ok ouvrir la tabulation

On calcule les divers avec recherche automatique

Les figures suivantes représentent les différents types du profil en travers de notre projet :

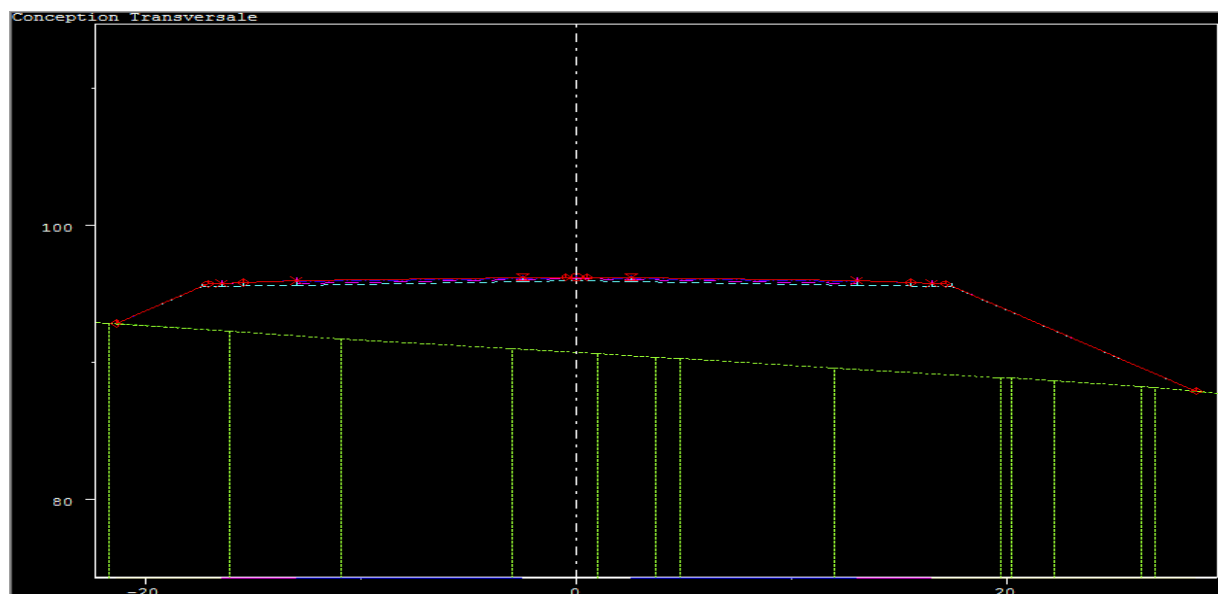


Figure VI.10 profil en travers en remblais

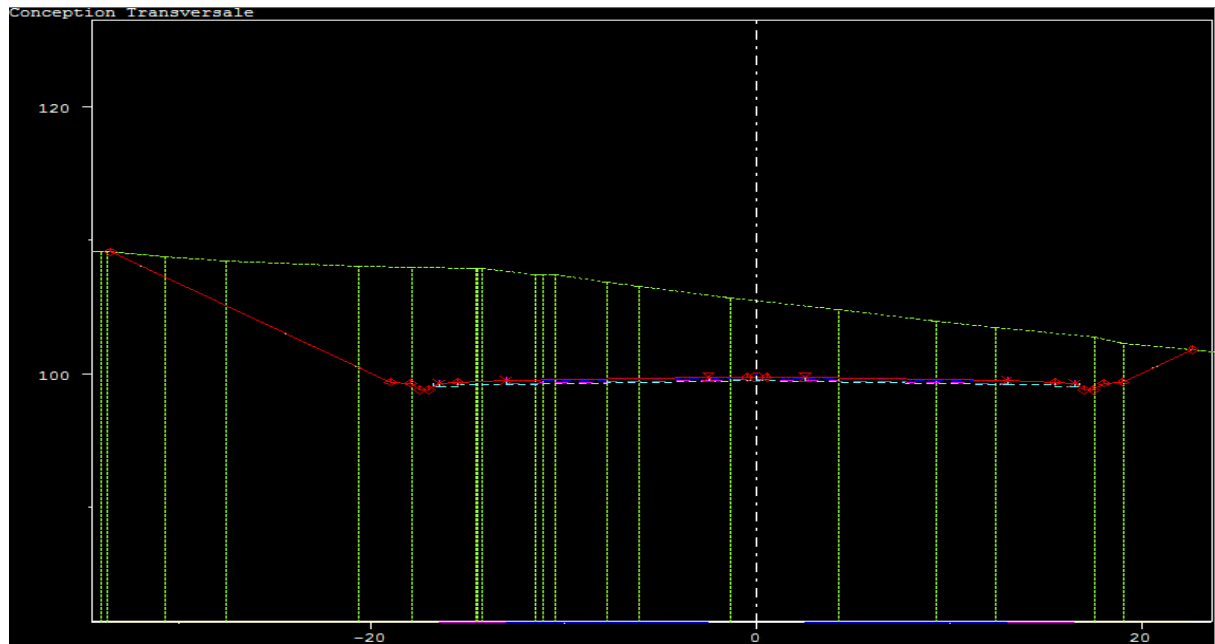


Figure VI.11 : profil en travers en déblais

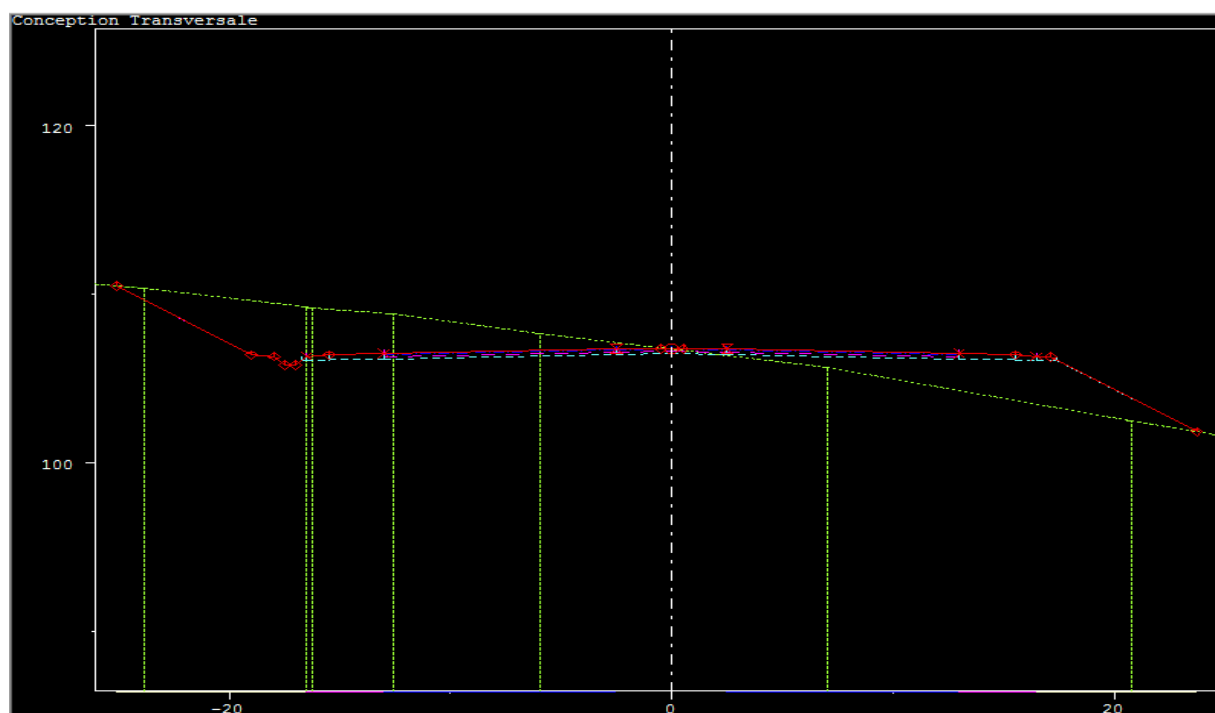


Figure VI.12 : profil en travers mixte

VI.6 Calcul des perspectives

Dans le menu de la conception transversale on fait :

Calcul \Longrightarrow perspectives \Longrightarrow ok \Longrightarrow fermer

Affichage \Longrightarrow perspective

On donne la valeur de l'obstacle égale à 1m ensuite on clique avec le bouton droit

Profil \Longrightarrow visualisé \Longrightarrow perspective \Longrightarrow défilement

Chaque perspective visualisée correspond à un profil en travers donné,

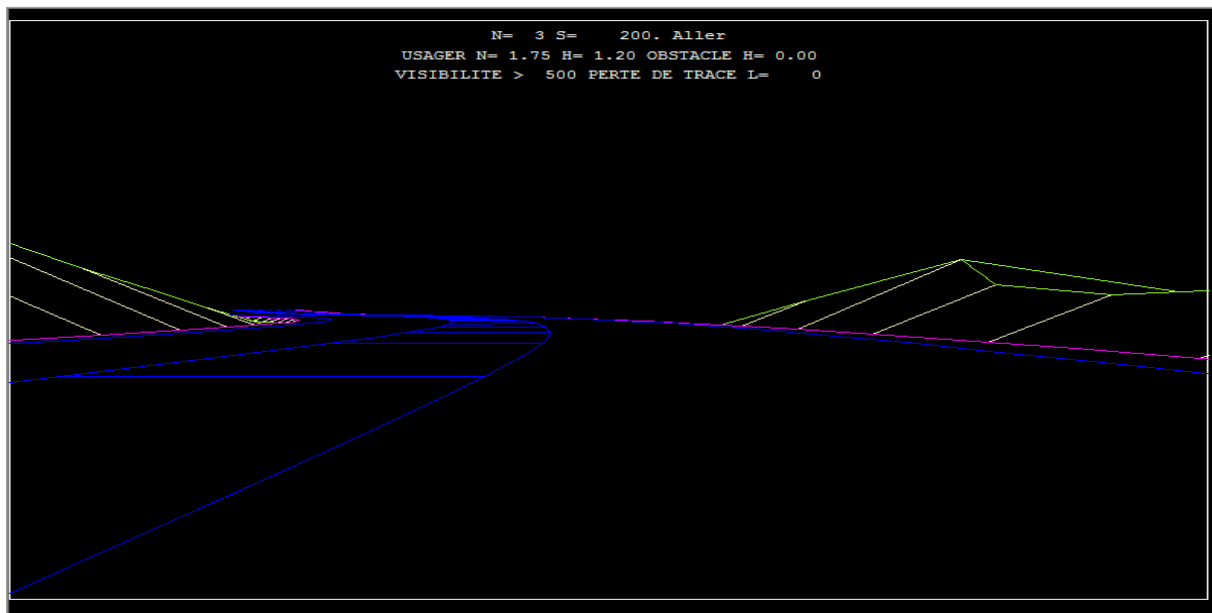


Figure VI.13 : vue en perspective de notre route

CHAPITRE VII

LES CUBATURES DE TERASSEMENT

VII.1 introduction

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

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

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

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle «les cubatures des Terrassements»

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

VII.2- Les méthodes de calcul

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai, parmi les quelles on cite:

- ✓ La méthode linéaire.
- ✓ La méthode SARRAUS (méthode des moyennes des aires).
- ✓ La méthode GULDEN.

VII.2.1 méthode linéaire

C'est la méthode classique, les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces.

Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

VII.2.2 méthode de SARRAUS

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

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

Avec :

h: Hauteur entre deux profils.

S1, S2, S : Surface des profils.

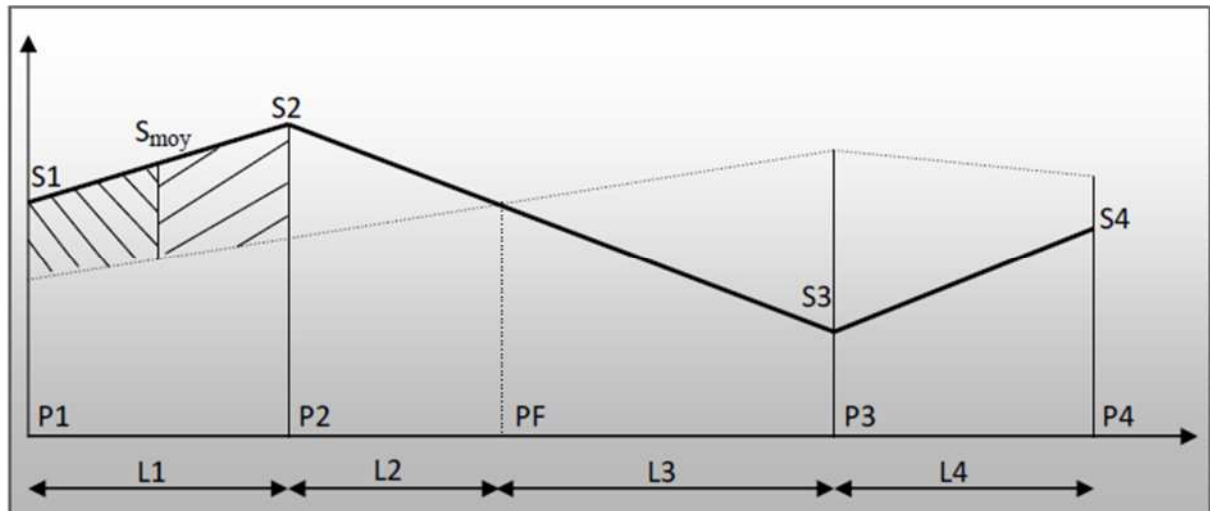


Figure VII.1 : profil en long d'un tracé donné.

Avec:

- ✓ PF: profil fictif, surface nulle($s=0$).
- ✓ S_i : surface de profil en travers P_i .
- ✓ L_i : distance entre ces deux profils.
- ✓ S_{moy} : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance L_i).

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

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

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

Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

Entre P_1 et P_2
$$V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

Entre P_2 et PF
$$V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0)$$

Entre PF et P_3
$$V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3)$$

Entre P_3 et P_4
$$V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4)$$

En additionnant membr à membr ces expressions on a le volume total des terrassements

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

VII.2.3 La méthode de GULDEN

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

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

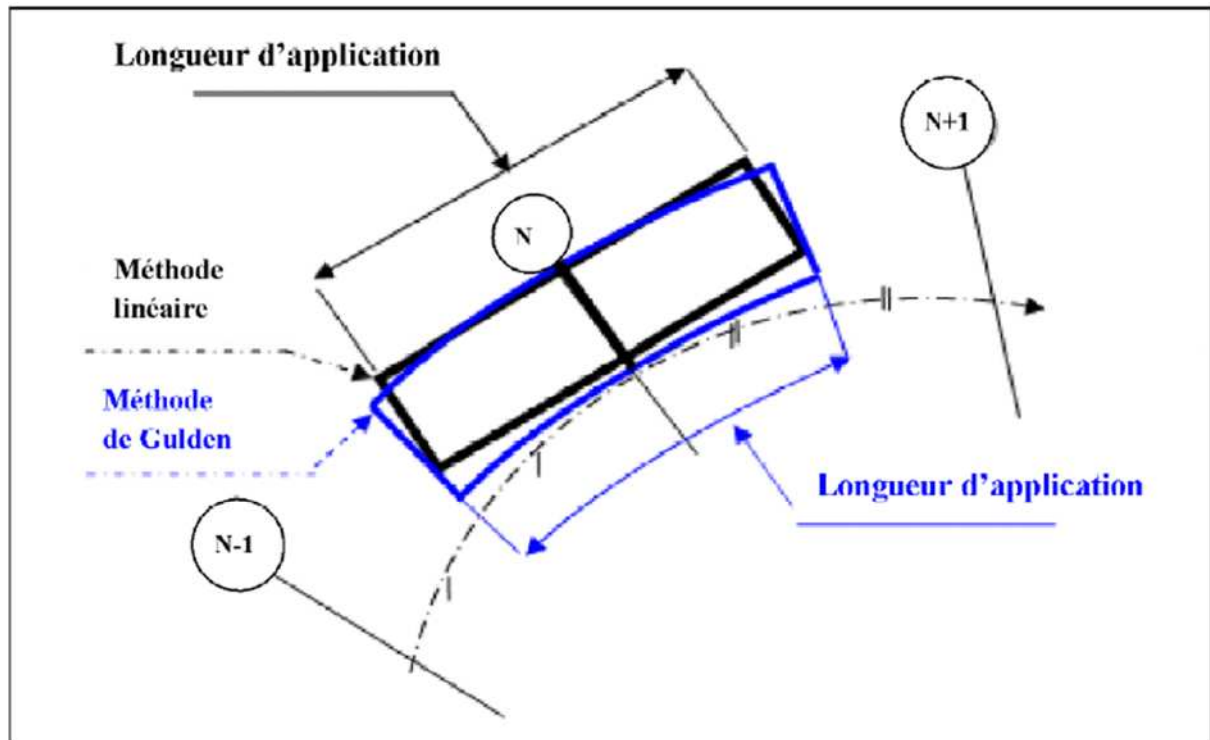


Figure VII.2 Méthode de Gulden

VII.3 Application au projet

Dans le cas de notre projet on utilise la méthode de Gulden, toujours avec le logiciel piste 5

Sortie \Rightarrow Edition \Rightarrow Imprimer \Rightarrow

On aura une boîte de dialogue \Rightarrow On coche volume des terrassements

\Rightarrow Editer \Rightarrow une autre boîte de dialogue apparaît On sélectionne méthode de Gulden
Aperçue apparaît des tableaux des volumes de terrassements de chaque profil de notre projet.

- ✓ Le volume de déblais est de : 187997 m³
- ✓ Le volume de remblais est de : 1021652 m³

Les tableaux des terrassements et tabulation, et les planches de notre projet sont joint en annexe.

CHAPITRE VIII

CHOIX ET CONCEPTION D'ECHANGEURS

VIII.1 Introduction

Un échangeur fait partie d'un réseau routier et c'est la solution appropriée pour faciliter la circulation, éviter les collisions et congestions aux carrefours situés dans le même plan. Il assure, au moyen d'un ou plusieurs étages, les mouvements de circulation entre les routes. L'échangeur permet également un écoulement libre et en sécurité de grands débits de circulation, en plus de raccorder toutes les routes qui se croisent.

VIII.2 Généralités

VIII.2.1 Définition

Un échangeur autoroutier est un système de bretelles routières permettent de basculer, soit d'un type de réseau routier à un autre (d'une route ordinaire ou une voie rapide à une autoroute), soit de passer d'une autoroute à une autre. Les échangeurs se trouvent donc aux intersections entre réseau routier de type différents et permettent ainsi d'éviter tout croisement à niveau pour limiter le ralentissement des voies concernées.

Un échangeur autoroutier compte au minimum un pont permettant à un réseau routier d'enjamber l'autre. Son implantation doit permettre de respecter les conditions générales de visibilité et de perception du point d'échange.

VI.2.2 Constituants des échangeurs

Les échangeurs sont constitués des éléments suivants :

- Ouvrages d'art. (passage supérieur ou inférieur).
- Carrefour (s) plan(s).
- Bretelles (rampes d'entrée, et des rampes de sortie).

✓ **Ouvrage d'art**

Désigne un pont, qui assure un passage supérieur ou inférieur ; on peut déterminer le nombre des ouvrages (ponts) en fonctions des paramètres suivants :

- le type d'échangeur à implanter.
- Les contraintes du site d'implantation.
- Les conditions de coordinations profil en long- trace en plan.
- les conditions de réglementations et de conception.

✓ **Carrefour plan**

On trouve les carrefours plans seulement sur les raccordements autoroute-route ordinaire, leur aménagement doit tenir compte des facteurs de sécurité et commodité .

✓ **Bretelle**

Ce sont des voies qui se détachent et se raccordent entre les deux routes qui se croisent. Chaque bretelles se termine à une de ces extrémité par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération.

Il y a trois type de bretelles, leurs combinaisons nous donne plusieurs types d'échangeurs et leurs utilisations et en fonctions du débit qu'elles vont écouler.

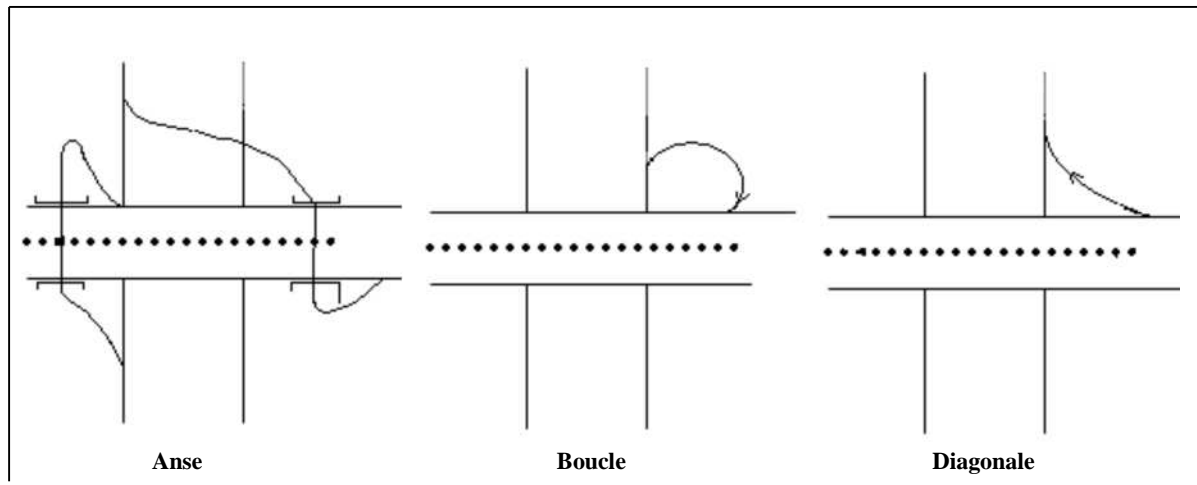


Figure VIII.1: Les types de bretelles

VIII.2.3 Les différents types d'échangeur

On connaît un grand nombre de formes d'échangeurs. Cependant, les types de base ne sont pas nombreux, chaque type peut varier de forme et de détendue. aussi, il y a de nombreuses combinaisons de ces types qui donnent des formes plus complexes.

Un important élément de conception d'échangeur, est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désigne la forme de bretelle à considérer, le schéma ci-dessous montre les différents types d'échangeurs :

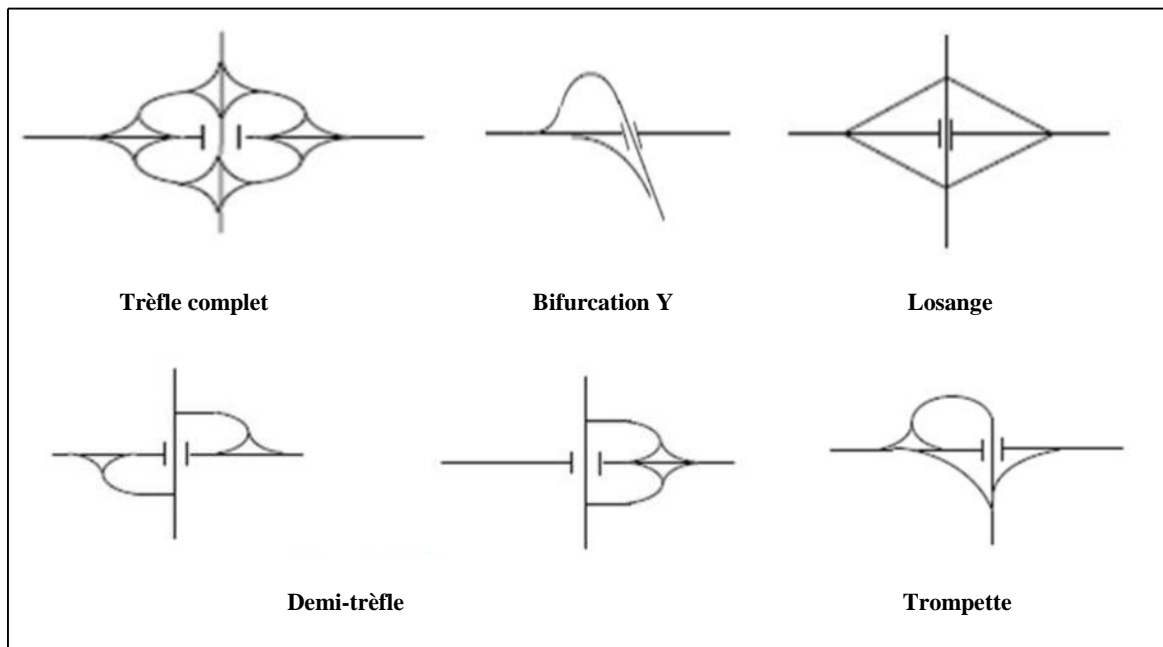


Figure VIII.2 : les différents types d'échangeur

VIII.2.4 Les étapes à suivre dans le choix de l'échangeur

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, et leurs propriétés « avantages, inconvénient... » Et la limite de leur utilisation permettent de choisir la configuration la plus adoptée au cas qui se présente.

Donc le choix du type de l'échangeur devient automatique après la détermination de certains paramètres bien spécifiques au site d'implantation et aux objectifs à atteindre. et pour ce but on suit le chemin suivant :

✓ **Etape 1** : Détermination du tracé à partir de :

- Présentation du site d'implantation.
- Type de route et nombre de branches à raccorder.
- Distribution du trafic avec les différents sens de parcours.
- Vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur la bretelle.

✓ **Etape 2**

L'échangeur adopté doit aussi assurer un haut niveau de sécurité et de service, et ceci est assuré en respectant les normes de l'art de la conception qui se résume :

- Tracé respectant les valeurs limitées de conception « valeurs des rayons, d'alignements ».
- Longueurs des voies « insertions, décélérations » réglementaires.

✓ **Etape 3**

Analyse :

C'est cette dernière étape qui valide le choix sous la base que le futur échangeur doit assurer les meilleures conditions de visibilité, de confort et de sécurité.

VIII.3 Application au projet

VIII.3.1 Choix du type des échangeurs :

VIII.3.1.1 Etape 1

✓ Détermination du tracé à partir du terrain

a) Pour les deux échangeurs :

Le terrain qui reçoit les échangeurs est un terrain vallonné, sa nature géologique est très variée. Passage sur quelques terrains privés (les propriétaires qui sont : familles TOUMI et BEN SIFFI au niveau de PK0+000), ce qui implique l'introduction de procédure d'expropriation.

✓ Types de routes à raccorder

a) Pour l'échangeur au niveau de Pk 0+000

Le tracé de notre projet commence au niveau de la route nationale 12 (RN12) PK 0+000, d'où un rétablissement de communication s'avère indispensable, afin d'assurer tous les échanges avec TIZI OUZOU, ALGER et BOUIRA.

Donc, on aura à faire avec un raccordement entre une autoroute RN12 (2× 2 voies) et la pénétrante (2× 3 voies).

b) Pour l'échangeur au niveau de Pk 1+500

L'échangeur à concevoir doit assurer un raccordement entre la pénétrante autoroutière (2× 3 voies) avec une route secondaire, dans le but de faciliter :

- L'accès au nouveau stade de TIZI OUZOU.
- L'accès des résidents à leurs logements.

✓ Distribution du trafic pour les deux échangeurs

- Le croisement est de trois (3) branches.
- Les échangeurs distribuent le trafic dans trois (3) directions.

✓ Vitesse sur les bretelles

- La vitesse sur l'autoroute est de 110km/h ;
- La vitesse dans l'RN12 est de 80km/h .
- La vitesse dans les deux échangeurs est de 40km/h à 60km/h.

Donc : La vitesse sur les bretelles est de **40km/h**.

VIII.3.1.2 Etape 2

✓ **Configuration de tracé à adopter**

1. Caractéristiques géométriques des bretelles :

1.1 Tracé en plan d'une bretelle :

a) Branche à une voie :

- Les Valeurs limites des rayons sur les bretelles pour une vitesse de 40 Km/h.

Tableau VIII.1 : Valeurs limites des rayons du tracé en plan

Rayon	symbole	1 voie sortie	1 voie boucle
Rayon minimal	Rm (m)	40(6%) et 100 (le premier rayon rencontré)	40 (6%)
Rayon minimal non déversé	Rnd (m)	300	/
Rayon maximal dans la boucle (m)	Rmax (m)	/	60
Dévers entre Rnd et Rm	d (m)	$d = (675/R) + 0.25$ entre 300 et 100	/

NB : la valeur des rayons dans les boucles pour les deux échangeurs est prise égale à 50 m.

✓ **Enchaînement des éléments du tracé en plan :**

Une boucle comporte un arc circulaire unique encadré par des arcs de clothoïdes. Deux courbes successives de sens contraire doivent satisfaire à la condition : $R \leq R_2$, où R1 et R2 notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrées.

✓ **Raccordement progressif :**

Une courbe circulaire est encadrée par deux arcs de clothoïde de longueur égale à la plus grande des deux valeurs : $6R^{0.4}$ et $7|\Delta\delta|$; où R note le rayon de courbure (en m), et $\Delta\delta$ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

Il s'agit de longueurs minimales, mais il n'est pas recommandé de recourir à des valeurs supérieures qui peuvent rendre l'appréciation de la courbure finale plus difficile pour l'utilisateur.

b) Branche à deux voies :

Tableau VII.2 : Caractéristiques d'une branche à deux voies

Rayon minimal (R _m)	240 m
Rayon en angle saillant	2700 m
Rayon en angle rentrant	1900 m

NB : les mêmes valeurs des rayons pour le profil en long d'une branche à deux voies.

1.2 Profil en long d'une bretelle à une voie :

Les valeurs limite des paramètres du profil en long sont les suivants :

Tableau VIII.3 : Les valeurs limites des paramètres du profil en long

Déclivité maximale	6%
Rayon minimal en angle saillant	1500 m
Rayon minimal en angle rentrant	800 m

1.3 Profil en travers des bretelles :

1.3.1. La largeur:

Tableau VIII.4 : Les largeurs des composantes du profil en travers

Chaussée	Unidirectionnelle	3.50 m
	Bidirectionnelle	7.00 m
B.D.D		1.00 m
B.D.G		0.50 m

Dans une courbe de rayon $R < 100$ m, une surlargeur $S = 50/R$ par voie est à introduire.

1.3.2 Profils en travers types :

a) Pour les bretelles :

Berme : 1m

BAU : 2m

BDG : 0.5m

BDD : 1m

Chaussée : 3.5m

La largeur roulable $L_R = D + S$

$D = 3.5 + 2 = 5.5$ m

d'où $L_R = 5.5$ m

b) Pour la boucle :

Berme : 1m

BDG : 0.5m

BDD : 1m

Chaussée : 7m

La surlargeur $S(R) = 50/R$ est à introduire dans les boucles car on à utiliser des rayons inférieur à 100m

$R = 50$ m

$S = 50/50 = 1$ m (puisque la boucle est à deux voies) d'où $\longrightarrow 2S = 2$ m

Donc : la largeur rouable est de : $L_R = 7 + 2 = 9$ m

2. Raccordement avec l'autoroute :

Le raccordement d'une bretelle et de l'autoroute est réalisé en entrée par une voie d'insertion, et en sortie par une voie de décélération.

2.1 Entrée en insertion

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

- une section d'accélération dont l'obliquité avec l'axe de l'autoroute est comprise entre 3 et 5 %. Sa longueur qui dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle, doit permettre d'atteindre au point E=1,00 m", la vitesse conventionnelle de 55 km/h avec une accélération en palier de 1 m/s^2 .
- une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m et large de 3,50 m.
- un biseau long de 75 m.

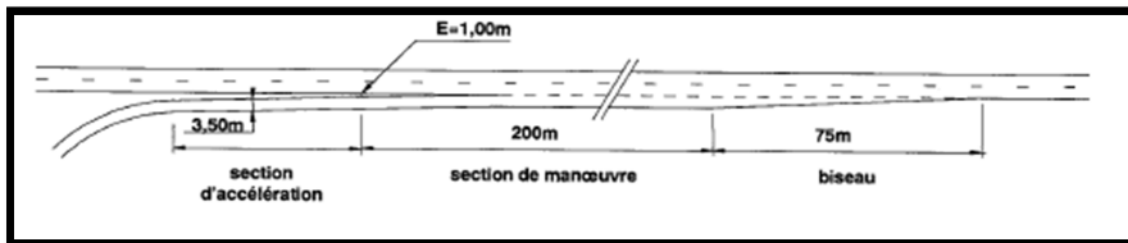


Figure VIII.3 : Schéma de principe d'une entrée en insertion

2.2 Sortie

Le dispositif de sortie comporte successivement :

- une section de manœuvre qui est un biseau contigu à l'autoroute, longue de 150 m jusqu'à l'endroit où le musoir de divergence atteint une largeur de 1 m.
- une section de décélération, dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle (70 km/h, pour un rayon de la bretelle inférieur à 120 m) à la fin de la section de manœuvre, à la vitesse associée au rayon de la première courbe rencontrée, avec une décélération en palier de $1,5 \text{ m/s}^2$.

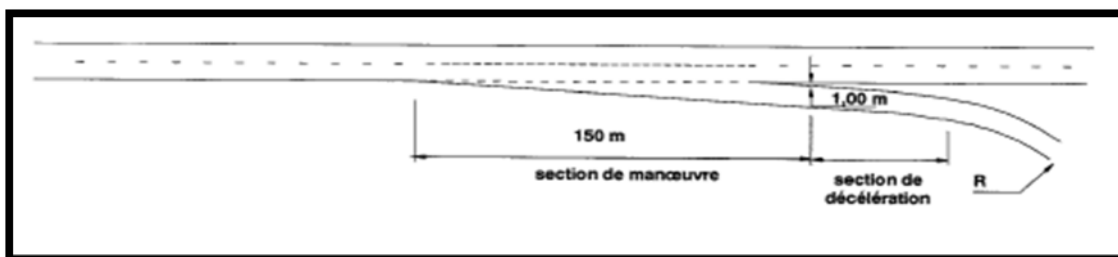


Figure VIII.4 : Dispositif de sortie de l'autoroute

L_0 est en fonction du rayon de la première courbe rencontrée en sortie et de la dernière en entrée, elle est donnée par le graphe suivant :

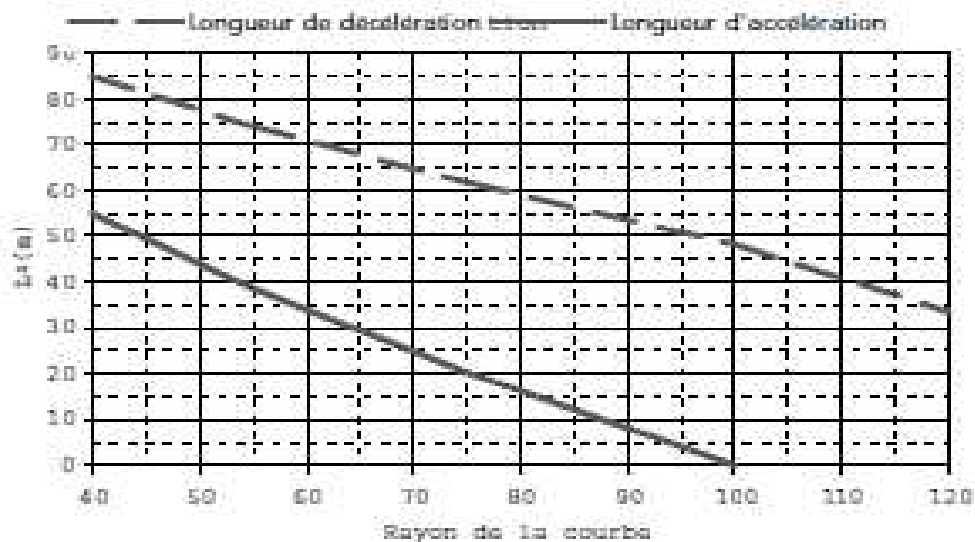


Figure VIII.5 : Longueurs de décélération/d'accélération en palier L0 en fonction du rayon de la première/dernière courbe de la bretelle.

VIII.3.1.3 Etape 3 : Analyse

a) Condition de visibilité

1. Visibilité sur une entrée d'autoroute

La distance de visibilité pour la voie de droite de l'autoroute doit être au moins égale à la distance d'arrêt sur l'arrière d'un véhicule entrant.

- Distance d'arrêt : $d_a =$ distance de freinage + distance de perception/réaction

$$D_a = 2V + V^2/2g (\gamma(v) + p)$$

Avec : - V en m/s

- $\gamma(v)$: décélération moyenne exprimée en fraction de g ; elle dépend de V et est égale à la valeur base au fuseau national des CFL (10ième centile des mesures tout revêtement confondu).

- p : la déclivité, en valeur algébrique.

Pour les rayons $R < 5V$, (V en Km/h et R rayon de la courbe en m) : la distance de freinage est majorée de 25%.

2. Visibilité sur une sortie d'autoroute :

- Distance de manœuvre de sortie (D_{ms}) : qui permet de définir également les changements de files en section courante.

$$D_{ms} = 6.V \text{ (V en m/s)}$$

- Distance de visibilité sur marquage (D_{vm}) :

$$D_{vm} = 3.V \text{ (V en m/s)}$$

3. Le choix définitif des 2 échangeurs du projet est le suivant :**✓ Au niveau de PK0+000 :**

On a opté pour un échangeur majeur de type trompette qui fourni une excellente liaison avec les caractéristiques autoroutières continues.

✓ Au niveau de PK1+500 :

Le meilleur choix pour assurer la circulation dans les trois directions (BOUIRA, TIZI OUZOU et le nouveau stade) est un échangeur mineur de type Trompette.

Les plans des échangeurs sont joints en annexe.

CHAPITRE IX

ASSAINISSEMENT

IX.1 Introduction

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

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

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

IX.2 Objectifs de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de la chaussée, (Danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate- forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).
- Garantir la stabilité de l'ouvrage pour toute sa durée de vie.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

IX.3 Définition des termes hydraulique :

✓ Bassin versant :

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

✓ 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 entraînés, par les eaux superficielles.

✓ Fossés de crêtes :

Un fossé de crête est un fossé creusé parallèlement à la route pour faciliter l'écoulement des eaux. Outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des puits.

✓ 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.

✓ La période de retour :

La période de retour, T en années, d'un événement n'est autre que l'inverse de la probabilité de son occurrence au cours d'une année. Cette probabilité est donc égale à $1/T$. Le choix de la période dépend de l'importance de l'écoulement intercepté par l'ouvrage, du type d'ouvrage projeté et du niveau d'aménagement adopté pour la route étudiée.

Remarque

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

IX.4 Action de l'eau sur les matériaux de chaussées :

L'eau peut avoir une action néfaste sur le comportement des matériaux qui constituent les chaussées.

- Attrition des granulats

Sous l'action des charges circulant sur la chaussée il peut se produire des petits mouvements des granulats les uns par rapport aux autres dans les couches en grave non traitées (c'est-à-dire des matériaux à l'état naturel, sans « liant » pour les associer les uns aux autres). Il en résulte des possibilités de légers mouvements des granulats les uns par rapport aux autres. Il en résulte des possibilités de légers mouvements des granulats les uns par rapport aux autres pouvant entraîner une usure par frottement. Ce phénomène appelé

« attrition » entraîne la production de matériaux fins, arrondit les arrêtes des granulats et diminue la stabilité de la couche.

– *Influence sur l'adhésivité des liants bitumineux*

Les couches de chaussée utilisant des liants « noirs » comme le bitume présentent une autre faiblesse en présence d'eau.

De manière générale, l'eau a vis-à-vis des granulats un pouvoir mouillant supérieur à celui du bitume qui n'est pas un solide mais un liquide à viscosité élevée. Elle peut arriver à se glisser à l'interface entre le granulat et le liant, et entraîner le désenrobage des granulats.

L'eau, par ce mécanisme, provoque une perte de résistance mécanique de la couche liée (parce que les granulats ne sont précisément plus liés).

Différents essais, différentes méthodes permettent d'apprécier ce phénomène de désenrobage, que l'on essaie de pallier par l'emploi de dopes d'adhésivité et surtout en réalisant des enrobés très compacts pour empêcher l'eau de s'y introduire.

IX.5 Assainissement de la chaussée :

La détermination du débouché à donner aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc. dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations. Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories:

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, et dalot).

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

✓ **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.

Ils sont en terre et de section trapézoïdale. Ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 % (combiné à la nature des sols en places).

✓ **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 chaussée, 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 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 l'autoroute. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150mm 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 d'autoroute 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 espacées 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 est varié entre 30 m et 40 m.

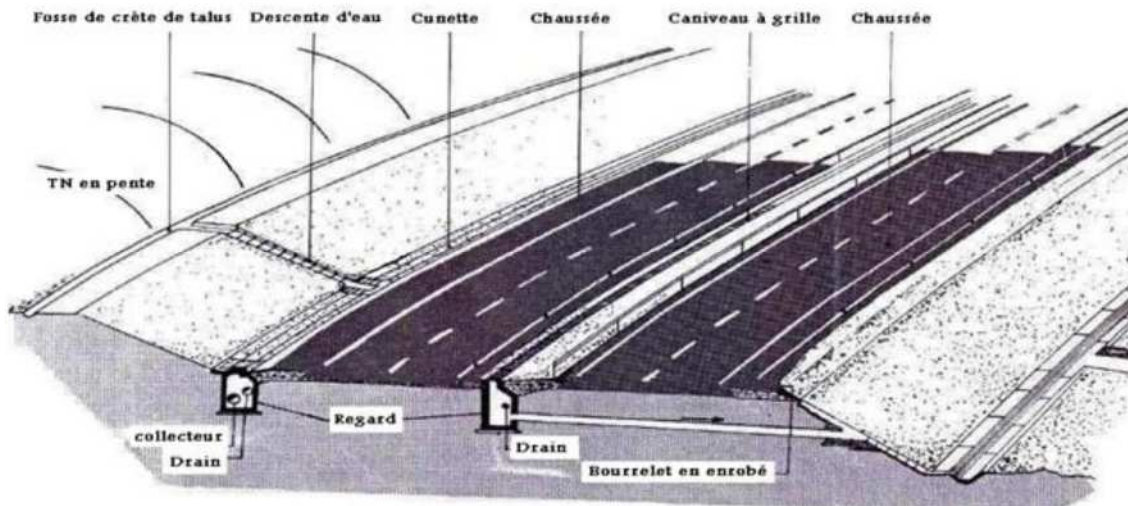


Figure IX.1 : Différentes parties de l'assainissement.

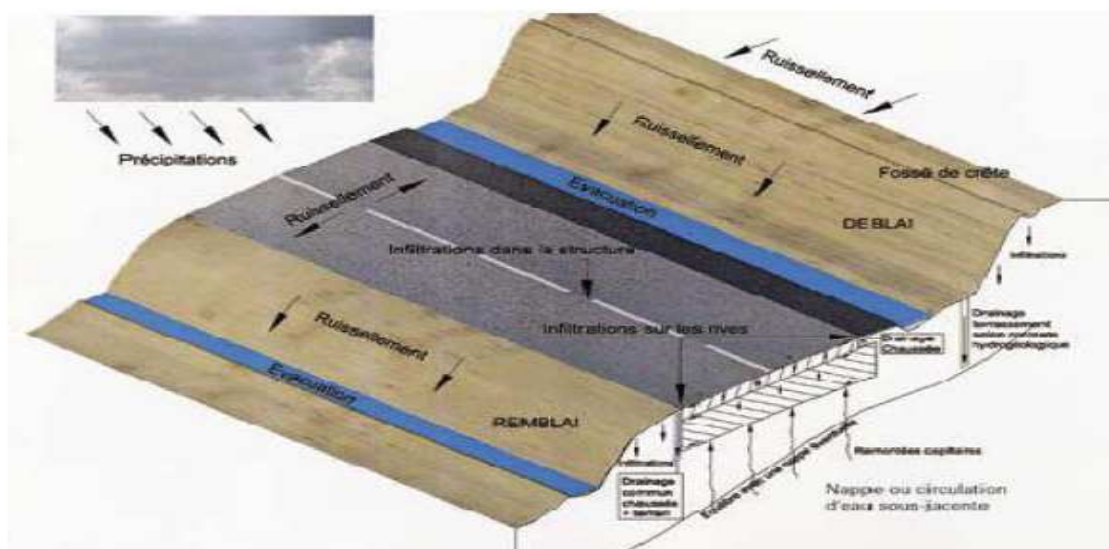


Figure IX.2 : schéma récapitulatif de l'assainissement de la chaussée

IX.6 Dimensionnement des ouvrages d'évacuation :

IX.6.1 Calcul des débits d'apports

Pour calculer le débit des eaux pluviales, plusieurs méthodes ont été élaborés :

- ✓ Méthode rationnelle.
- ✓ Méthode de caquot.
- ✓ Méthode linéaire.

Pour notre cas, on va utiliser la méthode rationnelle.

$$Qa = K.C.I.A$$

Avec :

K : coefficient de conversion des unités (mm/h ou L/S) K= 0.2778

C : coefficient de ruissellement

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

A : superficies de bassin versant en (Km²)

a) Coefficient de ruissellement (C)

Dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport a la surface drainée,

- La pente du bassin versant C1
- La perméabilité de sol C2
- La couverture végétale du bassin versant C3

$$C = C1 + C2 + C3$$

Les valeur de coefficient de ruissellement sont données par le tableau suivant :

Tableaux IX.1 : Valeur du coefficient de ruissellement C

Type de chaussée	Coefficient de ruissellement C	Valeurs prises
Chaussée revêtue en Enrobée	0.8-0.95	0.95
Accotement : sol Perméable	0.15-0.4	0.35
Talus	0.1-0.3	0.25
Terrain naturel	0.05-0.2	0.2

b) Intensité de la pluie (I)

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

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

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

t_c : temps de concentration

B = b-1, b : exposant climatique

La détermination de l'intensité de la pluie passe par les étapes de calcule suivantes :

✓ Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle

$$P_j = \frac{P_{j_{moy}}}{\sqrt{CV^2 + 1}} \exp(u \cdot \sqrt{\ln(CV^2 + 1)})$$

sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants

Avec :

$P_{j_{moy}}$: hauteur de la pluie journalière moyenne (mm)

CV : coefficient de variation climatique

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

Tableau IX.2 : Valeur du Coefficient variable de Gauss

Fréquence %	50	20	10	5	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	20	50	100
Variable de GAUSS < U >	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

Remarque

Les bues seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans.

Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans

✓ Calcul de la fréquence d'averse

La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante

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

Avec :

P_j : hauteur de la pluie journalière annuelle maximale (mm)

b : exposant climatique

p_t : hauteur de la pluie de durée t (en mm)

t_c : temps de concentration

✓ Temps de concentration

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, GIADOTTI comme suit :

– La formule de VENTURA

Lorsque $A < 5 \text{ km}^2$;

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

– **La formule de PASSINI**

$$\text{Lorsque } 5\text{Km}^2 \leq A < 25\text{Km}^2 ; \quad t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

– **La formule de GIADOTTI**

$$\text{Lorsque } 25\text{ Km}^2 \leq A < 200\text{Km}^2 ; \quad t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

Avec :

t_c : Temps de concentration (heure).

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

L : Longueur de bassin versant (km).

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

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

IX.7.2 Application au projet

IX.7.2.1 Les données hydrologiques :

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

D'après l'étude effectuée par l'A.N.R.H dans la région de Tizi Ouzou on'a les données suivante :

- Pluie moyenne journalière **$P_{j\text{moy}} = 74.7\text{mm}$** .
- L'exposant climatique **$b = 0.37$** .
- Le coefficient de variation climatique **$C_v = 0.38$**

✓ Calcule des précipitations

Pour une période de 10ans $U=1.28$.

Pour une période de 50ans $U=2.05$.

– **Pendant 10 ans :**

$U=1.28$

$C_v=0.38$

$$P_j = 74.7 \quad P_j = \frac{74.7}{\sqrt{(0.38)^2 + 1}} \exp\left(1.28 \sqrt{\ln((0.38)^2 + 1)}\right)$$

$$P_j(10\%) = 111.73 \text{ mm}$$

– **Pendant 50 ans :**

$U=2.05$

$C_v=0.38$

$$P_j = 74.7 \quad P_j = \frac{74.7}{\sqrt{(0.38)^2 + 1}} \exp\left(2.05 \sqrt{\ln((0.38)^2 + 1)}\right)$$

$$P_j(2\%) = 148.25 \text{ mm}$$

✓ Détermination des bassins versants

Notre projet le long de 1km900, traverse plusieurs écoulements dont, la superficie de leurs bassins versants varie.

Il existe **03 bassins versants** qui ont été délimités en fonction de la structure des talwegs et des lignes de crêtes sur la carte d'état major à l'échelle 1/25000^{ème},

- Les surfaces A sont mesurées au planimètre en Km².
- 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 .

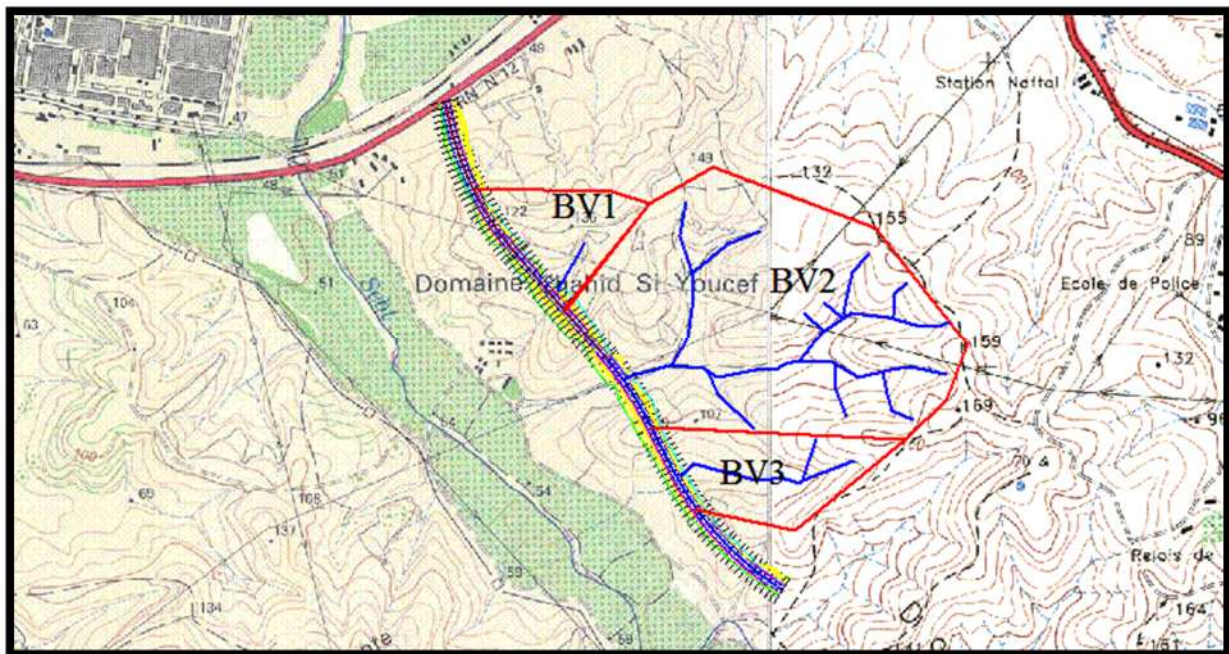


Tableau IX.3: Caractéristiques des bassins versants

Bassin versant	Surface A(km ²)	Périmètre (km)	Longueur L _{tlw} (m)	Longueur linéaire(m)	H max	H min	Pente %
BV1	0.1146	1.519	178.6	495	130	100	16
BV2	0.8022	3.418	1152	482	160	10	7
BV3	0.1699	1.948	571.1	295	150	80	12

Avec :

Ac : surface de la chaussée rouable (3 voies+bande d'arrêt d'urgence)

Ab : surface de la berme.

At : surface de talus.

Aacc : surface de l'accotement.

Les valeurs des surfaces de la chaussée, la berme et le talus sont :

✓ **Pour le bassin versant n°1 :**

$$Ac = 13 \times 495 \times 10^{-6} = 0.006435 \text{ km}^2.$$

$$Ab = 1 \times 495 \times 10^{-6} = 0.000495 \text{ km}^2.$$

$$At = 10 \times 495 \times 10^{-6} = 0.00495 \text{ km}^2.$$

✓ **Pour le bassin versant n°2 :**

$$Ac = 13 \times 482 \times 10^{-6} = 0.006266 \text{ km}^2.$$

$$Ab = 1 \times 482 \times 10^{-6} = 0.000482 \text{ km}^2.$$

$$At = 10 \times 482 \times 10^{-6} = 0.00482 \text{ km}^2.$$

✓ **Pour le bassin versant n°3 :**

$$Ac = 13 \times 295 \times 10^{-6} = 0.003835 \text{ km}^2.$$

$$Ab = 1 \times 295 \times 10^{-6} = 0.000295 \text{ km}^2.$$

$$At = 10 \times 295 \times 10^{-6} = 0.00295 \text{ km}^2.$$

Les valeurs des pentes des bassins versants sont obtenus par $\rightarrow P = \frac{H_{max} - H_{min}}{L_{tlwg}}$

IX.7.2.2 Exemple de calcul de débit d'apport du bassin versant n°01 avec une période de retour de 10 ans

$$P_j(10\%) = 111.73 \text{ mm}$$

✓ Temps de concentration :

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}} \quad \text{car } A < 5 \text{ km}^2$$

$$- \text{ BV : } t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.1146}{0.16}} = 0.010 \text{ h}$$

$$- \text{ Chaussée : } 0.064 \text{ h}$$

$$- \text{ Berme : } 0.014 \text{ h}$$

$$- \text{ Talus : } 0.010 \text{ h}$$

✓ Fréquence de l'averse :

$$P_t(10\%) = 111.73 \times (0.010/24)^{0.37} = 6.273 \text{ mm/h}$$

✓ Intensité de l'averse :

$$- \text{ Pour BV : } \begin{cases} I = \frac{111.73(10\%)}{24} = 4.655 \\ B = 0.37 - 1 = -0.63 \Rightarrow I_t = 4.655 \left(\frac{0.010}{24}\right)^{-0.63} = 627.26 \text{ mm} \\ t_c = 0.16 \text{ h} \end{cases}$$

$$- \text{ Pour chaussée : } I_t = 194.78 \text{ mm}$$

- Pour la berme : $I_t = 507.44\text{mm}$
- Pour talus : $I_t = 627.26\text{mm}$

IX.7.2.3 calcul des débits d'apport (Q_a) :

- ✓ Débit d'apport provenant des bassins versants en (m^3/s) pour une période de retour 10 ans

$P_j(10\%) = 111.73 \text{ mm}$ et avec : $Q_a = K \times C \times I_t \times A$ (m^3/s) on obtient les résultats suivant :

Tableau IX.4 : Débits d'apports provenant des bassins versant (BV1, BV2 et BV3) en (m^3/s) pour une période de retour 10 ans

BV	Type	K	A(km^2)	Tc(h)	I_t (mm /h)	C	Pente	Q_i (10%)	Q_a
BV1	BV1	0.2788	0.1146	0.010	627.26	0.2	0.16	4.00	4.590
	Chaussée		0.006435	0.064	194.78	0.95	0.025	0.350	
	Berme		0.000495	0.014	507.44	0.35	0.08	0.024	
	Talus		0.00495	0.010	627.26	0.25	0.66	0.216	
BV2	BV2	0.2788	0.8022	0.429	58.749	0.2	0.07	2.627	3.188
	Chaussée		0.006266	0.063	196.72	0.95	0.025	0.326	
	Berme		0.000482	0.013	531.70	0.35	0.08	0.025	
	Talus		0.00482	0.010	627.26	0.25	0.66	0.210	
BV3	BV3	0.2788	0.1699	0.151	113.36	0.2	0.12	1.073	1.471
	Chaussée		0.003835	0.049	230.47	0.95	0.025	0.234	
	Berme		0.000295	0.011	579.41	0.35	0.08	0.016	
	Talus		0.00295	0.008	721.94	0.25	0.66	0.148	

- ✓ Débit d'apport provenant des bassins versants en (m^3/s) pour une période de retour 50 ans

$P_j(2\%) = 148.25 \text{ mm}$ et avec : $Q_a = K \times C \times I_t \times A$ (m^3/s) on obtient les résultats suivant :

Tableau IX.5 : Débits d'apports provenant des bassins versant (BV1, BV2 et BV3) en (m³/s) pour une période de retour 50 ans

BV	Type	K	A(km ²)	Tc(h)	It (mm /h)	C	Pente	Qi (10%)	Qa
BV1	BV1	0.2788	0.1146	0.010	627.26	0.2	0.16	4.00	4.688
	Chaussée		0.006435	0.064	258.47	0.95	0.025	0.440	
	Berme		0.000495	0.014	673.36	0.35	0.08	0.032	
	Talus		0.00495	0.010	627.26	0.25	0.66	0.216	
BV2	BV2	0.2788	0.8022	0.429	58.749	0.2	0.07	2.627	3.303
	Chaussée		0.006266	0.063	261.05	0.95	0.025	0.433	
	Berme		0.000482	0.013	705.54	0.35	0.08	0.033	
	Talus		0.00482	0.010	627.26	0.25	0.66	0.210	
BV3	BV3	0.2788	0.1699	0.151	113.36	0.2	0.12	1.073	1.553
	Chaussée		0.003835	0.049	305.83	0.95	0.025	0.310	
	Berme		0.000295	0.011	783.85	0.35	0.08	0.022	
	Talus		0.00295	0.008	721.94	0.25	0.66	0.148	

IX.7.2.4 Calcul des débits de saturation (Qs)

Le débit de saturation est donné par la formule de MANNING –STRICKLER

$$Q_s = K_{st} \times S_m \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$$

Avec :

I : pente de pose de l'ouvrage

S_m : section mouillée

R_h : Rayon hydraulique moyen (m) = (surface mouille /périmètre mouille)

K_{st} : Coefficient de Manning Strickler tel que :

- ✓ Paroi en terre : K_{st} = 30
- ✓ En buses métalliques K_{st} = 40
- ✓ Maçonneries K_{st} = 50
- ✓ Bétons (Dalots) K_{st} = 70
- ✓ Buses préfabriquées K_{st} = 80 bétons

IX.7.2.5 Dimensionnement des ouvrages hydraulique**IX.7.2.5.1 Calcul des dimensions des fossés**

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

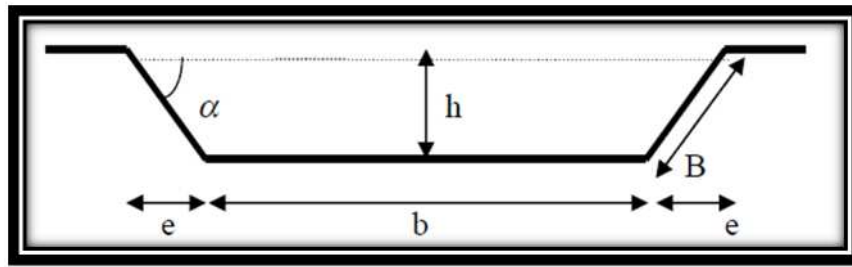


Figure IX.3 : profil en travers hypothétique d'un fossé

On dimensionne les fossés par rapport aux débits de calcul en considérant une période de retour de **10ans** .

Pour le dimensionnement on a pris le bassin versant N°1 avec un $Q_a = 4.590 \text{ m}^3/\text{s}$ (le plus grand débit) .

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

On a: $Q_s = K_{ST} \times R_h^{2/3} \times J^{1/2} \times S_m$

$$\Rightarrow Q_a = Q_s = K_{ST} \times \left[\frac{h(nh+b)}{b+2h\sqrt{1+n^2}} \right]^{2/3} \times j^{1/2} \times h(nh+b)$$

Avec :

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

Do $\begin{cases} Q_a = 4.590 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \\ K_{ST} = 70 \\ j = 0.04 \end{cases}$ on fixe $\begin{cases} \alpha = 45^\circ \\ n = 1.5 \\ b = 0.5 \text{ m} \end{cases}$ et on calcule : $h = ?$

Application numérique

$$4.590 = 70 \times \left[\frac{h(nh + 0.5)}{0.5 + 2h\sqrt{1 + 1.5^2}} \right]^{2/3} \times 0.04^{1/2} \times h(1.5h + 0.5)$$

Par un calcul itératif, on trouve $\begin{cases} b = 0.5 \text{ m} \\ h = 0.6 \text{ m} \end{cases}$

Vérification :

$$Q_s = 70 \times \left[\frac{0.6(1.5 \times 0.6 + 0.5)}{0.5 + 2 \times 0.6\sqrt{1 + 1.5^2}} \right]^{2/3} \times 0.04^{1/2} \times 0.6(1.5 \times 0.6 + 0.5) = 5.449 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$Q_s = 5.449 \text{ m}^3/\text{s} > Q_a = 4.590 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow$ **c'est vérifié.**

IX.7.2.5 .2 Calcul les dimensions des ouvrages transversaux

a) Buse

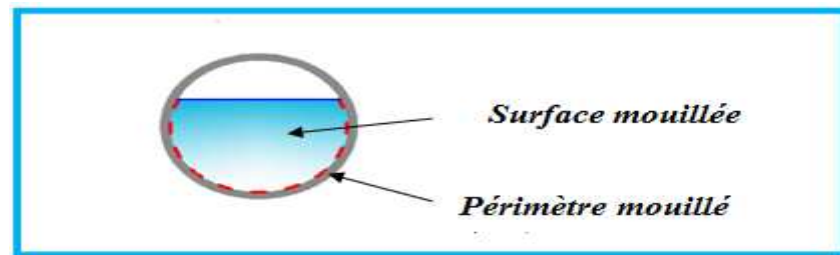


Figure X.2 : Représentation d'une buse.

Les buses sont des Ouvrage hydraulique en béton utilisé pour le rétablissement des écoulements naturels.

On dimensionne les buses par rapport au débit : $Q_a = Q_{\text{chaussée}} + Q_{\text{talus}} + Q_{\text{berme}} + Q_{\text{BV}}$.

En considérant une période de retour de 10 ans.

Bassin versant	Q_a t=10ans (m^3/s)	Ouvrage a prévoir
BV 3	1.553	Buse

Le dimensionnement des buses s'effectue avec la formule de **Manning-Strickler** :

$$\text{On a: } Q_S = K_{ST} \times R_h^{2/3} \times J^{1/2} \times S_m$$

$$\Rightarrow Q_a = Q_{s1} = K_{ST} \times \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3} \times J^{1/2} \times \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot R^2$$

D'ou :

$$R^{\frac{8}{3}} = \frac{2^{2/3} \times Q_a}{K_{ST} \times J^{1/2} \times \frac{1}{2} \times \pi}$$

Avec :

- ✓ **S_m** : surface mouillée = $1/2 \cdot \pi \cdot R^2$
- ✓ **P_m** : périmètre mouillé = $\pi \cdot R$
- ✓ **R_h** : rayon hydraulique = $S_m / P_m = R/2$
- ✓ **K_{st}** = **80** (buses préfabriquées).
- ✓ **J** : la pente de pose qui vérifie la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à **4 m/s**. Pour notre cas, on a **$J = 2.5\%$** .

On calcule R :

$$R^{\frac{8}{3}} = \frac{2^{\frac{2}{3}} \times 1.471}{80 \times 0.025^{\frac{1}{2}} \times \frac{1}{2} \times 3.14}$$

$R^{\frac{8}{3}} = 0.12 \Rightarrow R = 0.45\text{m} \rightarrow$ alors on aura : **D=2R= 0.90 \approx 1m**

Une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normaliser, commercialiser tel que :

Φ 400, Φ500, Φ 800, Φ1000, Φ1200, Φ 1500...etc.

Donc le diamètre de la buse est : **Φ 1000 mm**

b) Dalot

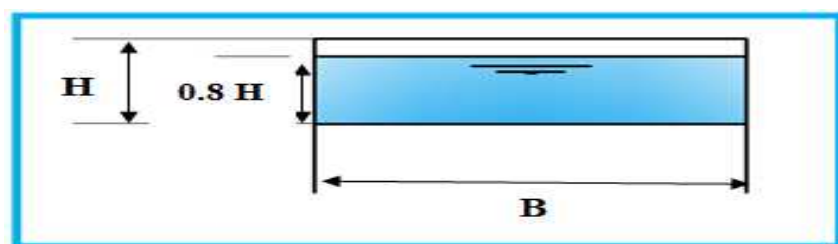


Figure X.3 : Représentation d'un dalot.

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au piedroit sur lesquelles repose une dalle ou une série de dalles accolées (on utilise généralement des dalles de 1m de large), les piedroits sont posés sur une fondation ou un radier.

La section d'un dalot est calculée comme pour le fossé, seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot.

Bassins versants	Débit Qa t= 10ans (m3/s)	Débit Qa t= 50ans (m3/s)	Ouvrage à prévoir
BV1	4.590	4.688	Dalot
BV2	3.188	3.303	Dalot

En considérant une période de retour de 50 ans :

On a: $Q_S = K_{ST} \times R_h^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times S_m$

$$\Rightarrow Q_a = Q_S = K_{ST} \times \left(\frac{0.8 H \times B}{1.6 H + B} \right)^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times 0.8 H \times B$$

Avec :

- S_m : surface mouillée : $S_m = 0.8 H \times B$
- P_m : périmètre mouillé : $P_m = 1.6H + B$
- R_h : rayon hydraulique : $R_h = S_m / P_m$
- $K_{ST} = 70$ (béton).

- $J = 2.5\%$
- $Q_a = 4.19 \text{ m}^3/\text{s}$

✓ Pour le bassin versant BV1 :

On fixe : $B = 1.20\text{m}$ et on calcul : $H = ?$

$$4.688 = 70 \times \left(\frac{0.8 H \times 1.2}{1.6H + 1.2} \right)^{2/3} \times 0.025^{1/2} \times 0.8H \times 1.2$$

Par un calcul itératif, on trouve $\begin{cases} B = 1.20\text{m} \\ H = 1.00 \text{ m} \end{cases}$

Vérification :

$$Q_s = 70 \times \left(\frac{0.8 \times 1 \times 1.1}{1.6 \times 1 + 1.1} \right)^{2/3} \times 0.025^{1/2} \times 0.8 \times 1 \times 1.1 = 5.204 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_s = 5.204 = \text{m}^3/\text{s} > Q_a = 4.688 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow \text{c'est vérifié.}$$

✓ Pour le bassin versant BV2 :

On fixe : $B = 1.10\text{m}$ et on calcul : $H = ?$

$$3.303 = 70 \times \left(\frac{0.8 H \times 1.1}{1.6H + 1.1} \right)^{2/3} \times 0.025^{1/2} \times 0.8H \times 1.1$$

Par un calcul itératif, on trouve $\begin{cases} B = 1.10 \text{ m} \\ H = 1.00 \text{ m} \end{cases}$

Vérification :

$$Q_s = 70 \times \left(\frac{0.8 \times 1 \times 1.1}{1.6 \times 1 + 1.1} \right)^{2/3} \times 0.025^{1/2} \times 0.8 \times 1 \times 1.1 = 4.61 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_s = 4.61 = \text{m}^3/\text{s} > Q_a = 3.303 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow \text{c'est vérifié.}$$

Conclusion :

Les résultats de l'étude hydrologique sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IX.8 : Ouvrages hydraulique utilisés pour notre projet

Bassins versants	Type d'ouvrage	Dimensions
BV 1	Dalot	1.20× 1.00
BV 2	Dalot	1.10× 1.00
BV 3	Buse	Φ 1000

CHAPITRE X

EQUIPEMENTS DE LA ROUTE

X.1 Signalisation

X.1.1 Introduction

La signalisation routière est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée d'une manière à aider les usagers tout au long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent à lui, et ce en lui évitant hésitations et fausses manœuvres.

X.1.2 Objectifs de signalisation routière

La signalisation routière a pour rôle :

- De donner des informations relatives à l'utilisateur de la route.
- De rendre plus sûr et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- Faciliter la circulation.

X.1.3 Règles à respecter pour la signalisation

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes :

- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation.
- Respecter les règles d'implantation
- Éviter les panneaux publicitaires irréguliers.

X.1.4 Catégories de signalisation

On distingue :

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

X.1.5 Type de signalisation

On distingue deux types de signalisation

X.1.5.1 Signalisation verticale

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

a) La signalisation d'un danger

Les dangers sont signalés par des Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

b) La signalisation d'une obligation

Les signaux d'obligation sont placés à l'endroit où leur visibilité est la mieux assurée. Ils peuvent être annoncés par un signal identique complété par un panneau additionnel indiquant la distance à laquelle commence l'obligation.

c) La signalisation d'une interdiction

En principe, les signaux d'interdiction sont placés à droite. Ils peuvent aussi se trouver au-dessus de la chaussée. Les signaux d'interdiction peuvent être annoncés par un signal identique complété par un panneau additionnel indiquant la distance à laquelle commence l'interdiction.

d) Les panneaux d'indication

Les signaux d'indication sont placés aux endroits les plus appropriés. Outre ceux représentés ci-dessous, d'autres signaux d'indication de forme rectangulaire et portant une inscription ou un symbole de couleur blanche sur fond bleu, peuvent être utilisés.

e) Les panneaux signalant une intersection

Le panneau de signalisation d'intersection et de priorité est un panneau concernant les régimes de priorité, il est destiné à porter à la connaissance des usagers de la route des règles particulières de priorité à des intersections.

f) Les panneaux de signalisation temporaire

Les panneaux de signalisation temporaire sont utilisés sur les chantiers. Ils permettent d'assurer la sécurité des travailleurs et des usagers de la route. Vous trouverez des panneaux de danger, des panneaux de prescription et d'indication, des panneaux, des panneaux de fin de chantier et de déviation.

X.1.5.2 Signalisation horizontale

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

a) Marquage longitudinal**✓ Lignes continue**

Les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.

✓ Lignes discontinue

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

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur du trait est environ égale ou tiers de leurs intervalles.

- Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

✓ Modulation des lignes discontinues

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

Tableau X.1 : Caractéristiques des lignes discontinues

Type de modulation	Longueur du trait (en mètre)	Intervalle entre deux traits successifs (mètre)	Rapport plein vide
T1 T'1	3.00 1.50	10.00 05.00	Environ 1 /3
T2 T'2	3.00 0.50	3.50 0.50	Environ 1
T3 T'3	3.00 20.00	1.33 6.00	Environ 3

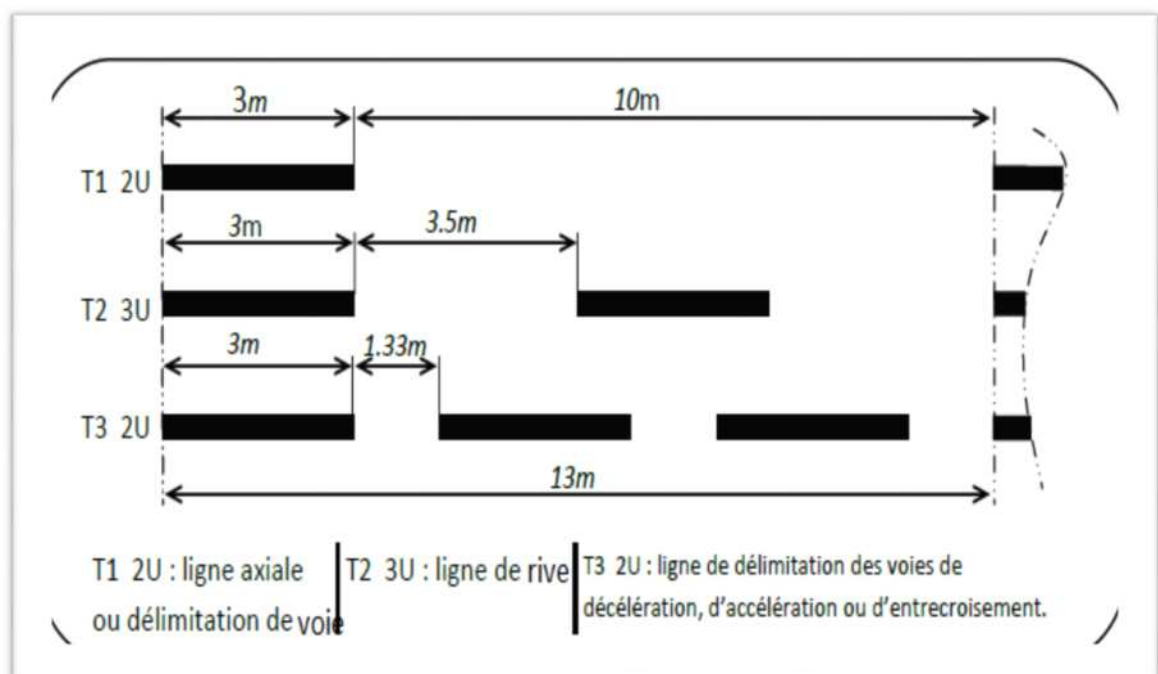


Figure X.1 : types de modulation

b) Marquage transversal

- ✓ **Lignes transversales continue** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt
- ✓ **Lignes transversales discontinue** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

- ✓ **Largeur des lignes** :

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

U = 7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6 cm sur les routes et voies urbaines.

U = 5 cm sur les autres routes.

c) Autres marquages

- ✓ **Les flèches de rabattement** : Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.
- ✓ **Les flèches de sélection** : Ces celle situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

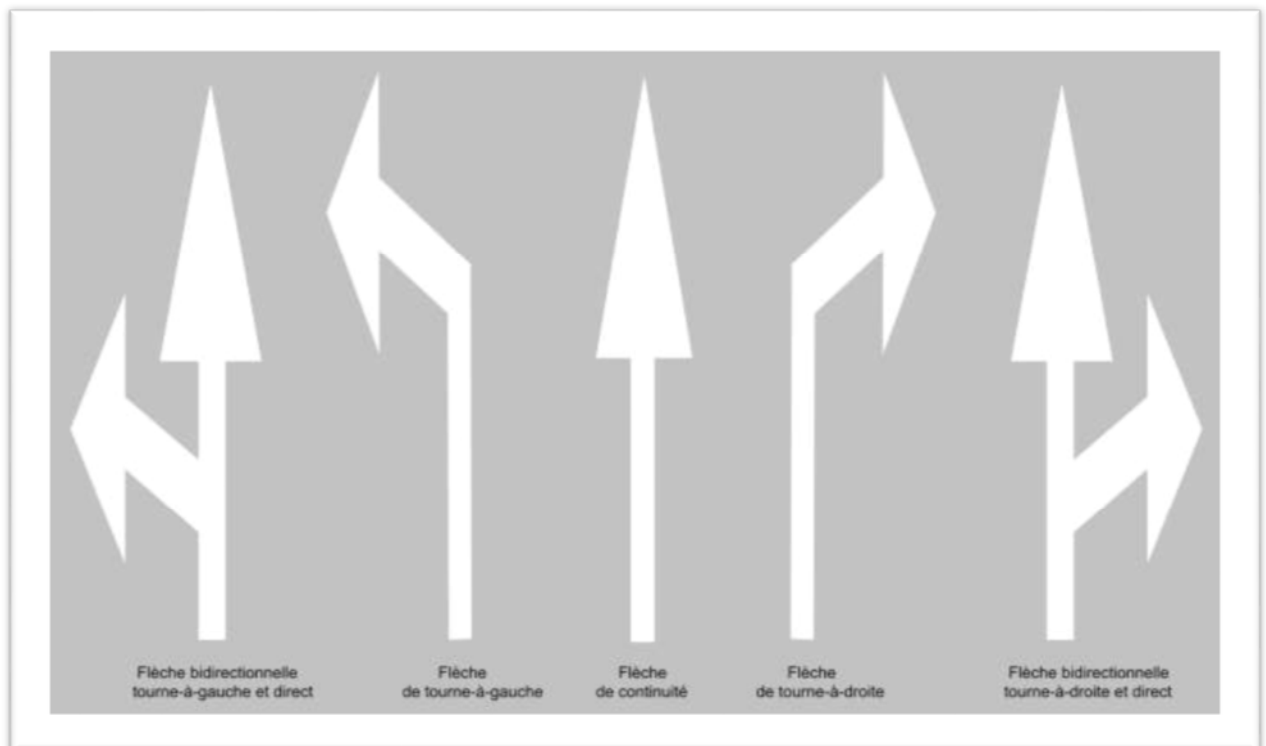
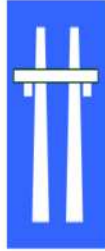


Figure X.2 : différents types de flèches

X.1.6 Application au projet

X.1.6.1 Signalisation verticale : Les différents panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

✓ Pour la pénétrante



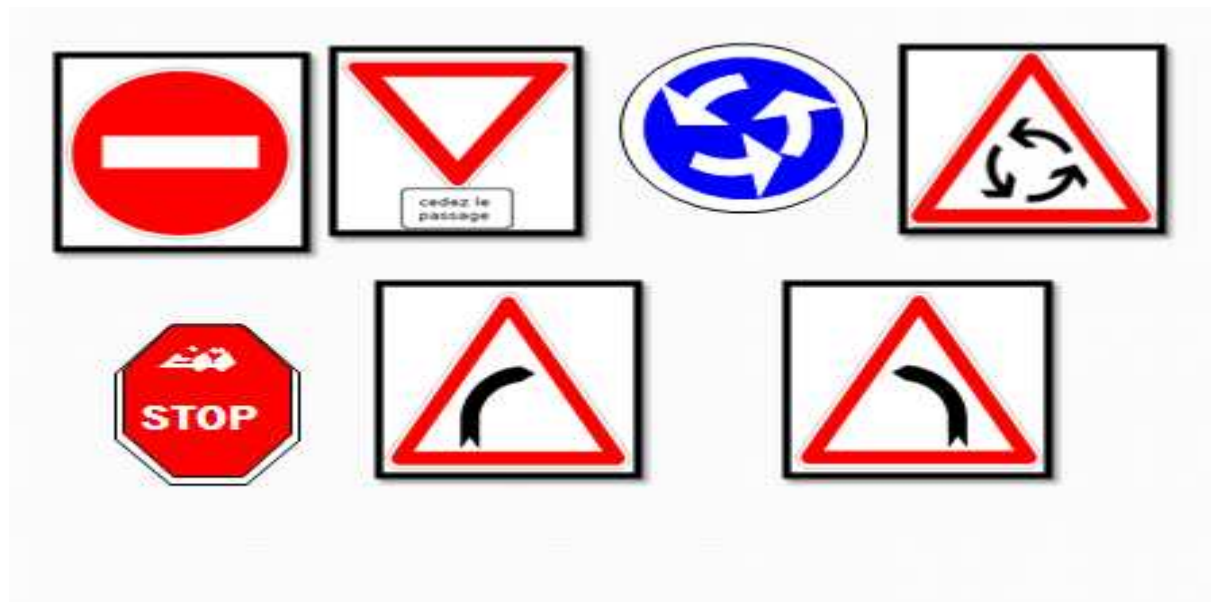
Sortie de l'autoroute et Entrée de l'autoroute



Limitation de vitesse à 110Km/h



Signalisation de direction



- ✓ Pour les deux échangeurs

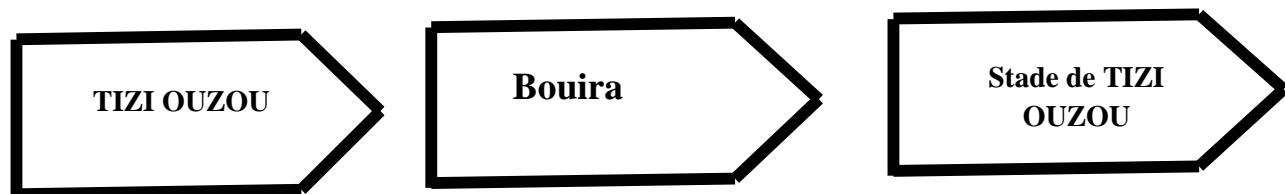


Limitation de vitesse à 40Km/h

- ✓ Signalisation de direction pour l'échangeur RN12



- ✓ Signalisation de direction pour l'échangeur de stade



X.1.6.2 Signalisation horizontale : la largeur des lignes de signalisation horizontale elle est de

- Pour l'autoroute : $U = 7.5\text{cm}$
- Pour les bretelles des échangeurs et les voies d'accès : $U = 5\text{cm}$
- Le marquage du tracé

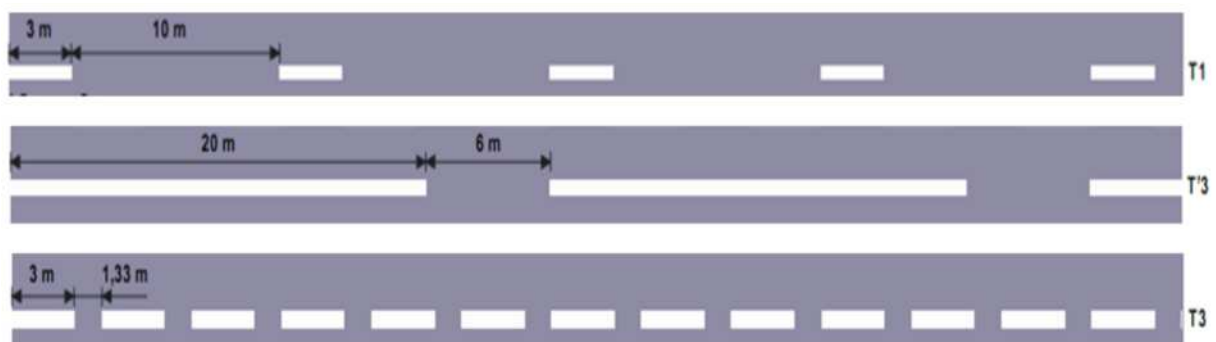


Figure X.3 : Les lignes longitudinales

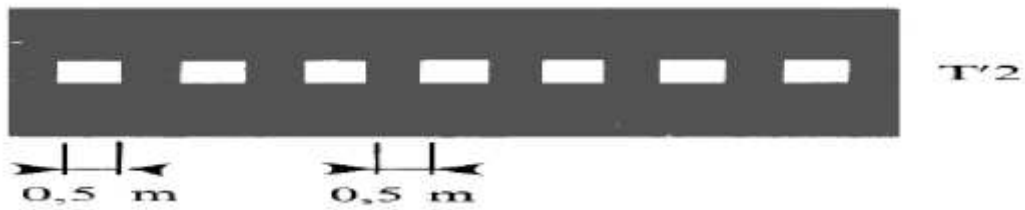


Figure X.4 : Lignes transversales

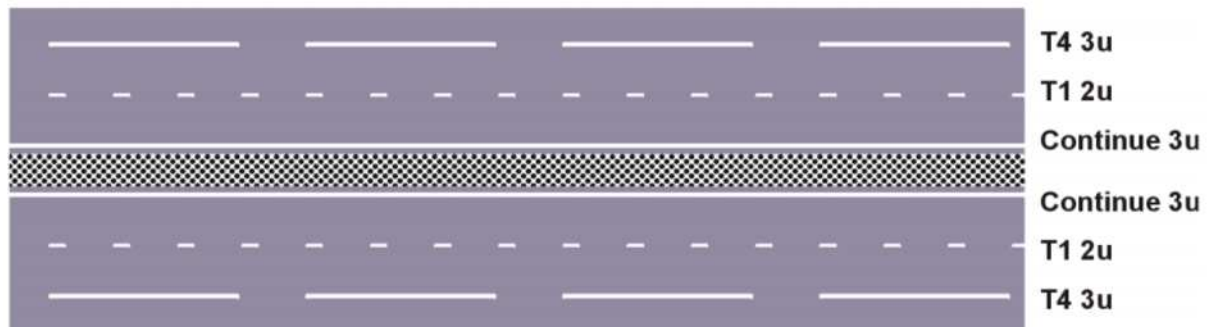


Figure X.5 : Les lignes de délimitation de voies dans le tracé

- ✓ Voies de décélération : la ligne séparant la voie d'insertion de la chaussée principale est du type T2 de largeur 5u.

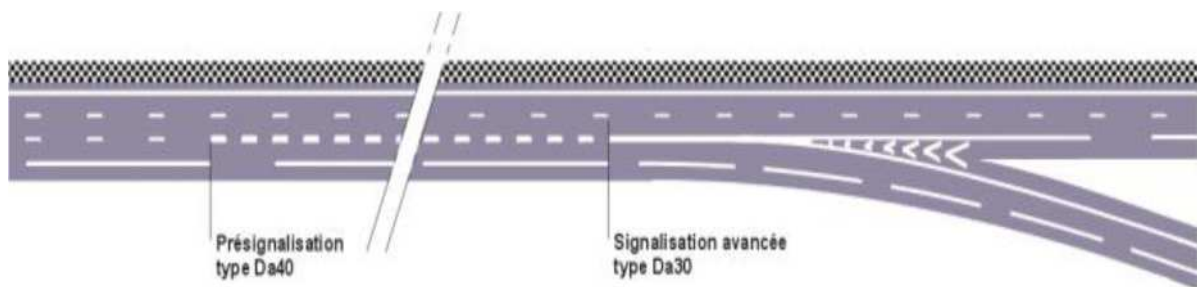


Figure X.6 : Avec affectation de voies

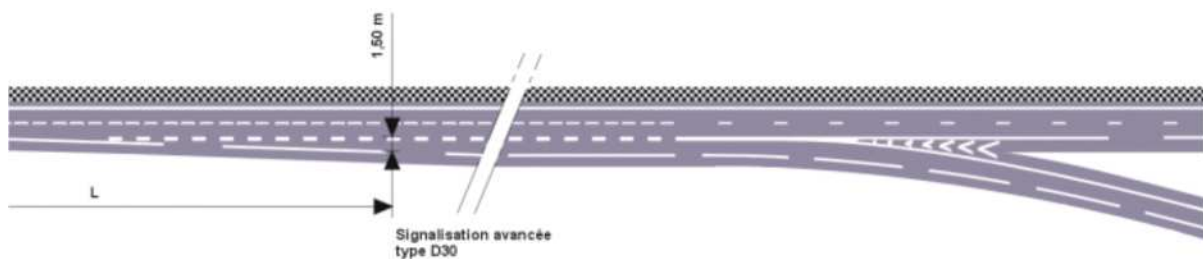


Figure X.7 : Sans affectation de voies

✓ Voies d'accélération :

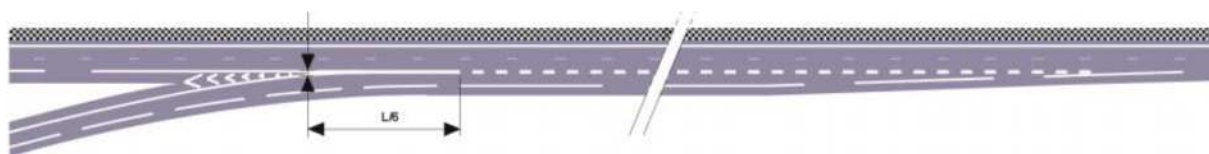


Figure X.8 : Même nombre de voies

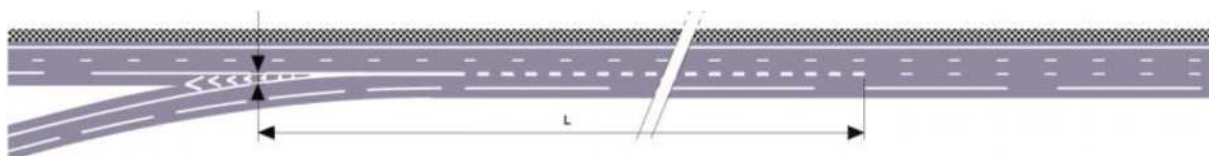


Figure X.9 : Nombre de voies inférieur

✓ Voies d'entrecroisement :

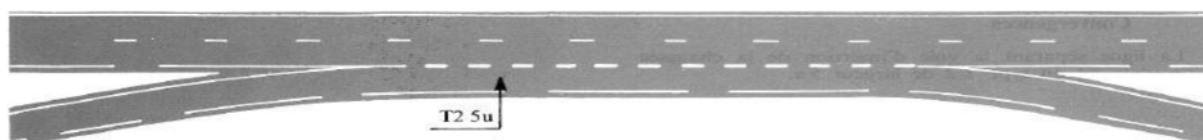


Figure X.10 : Voies d'entrecroisement

✓ Autres marques :

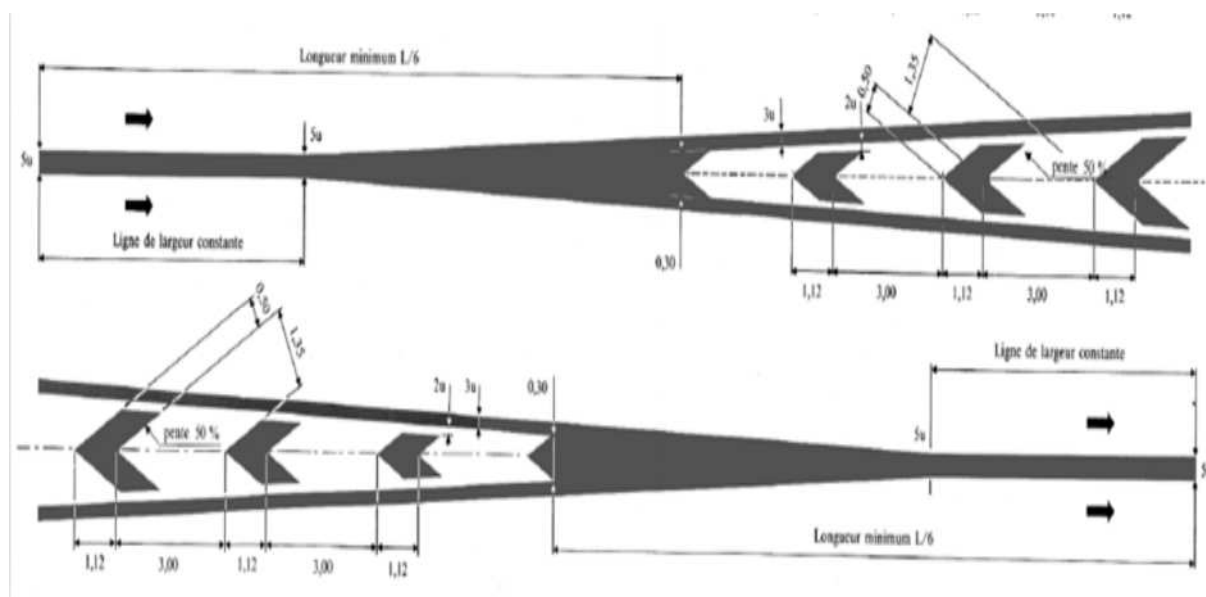


Figure X.11 : Schéma de marquage avec hachures

✓ Flèches de sélection

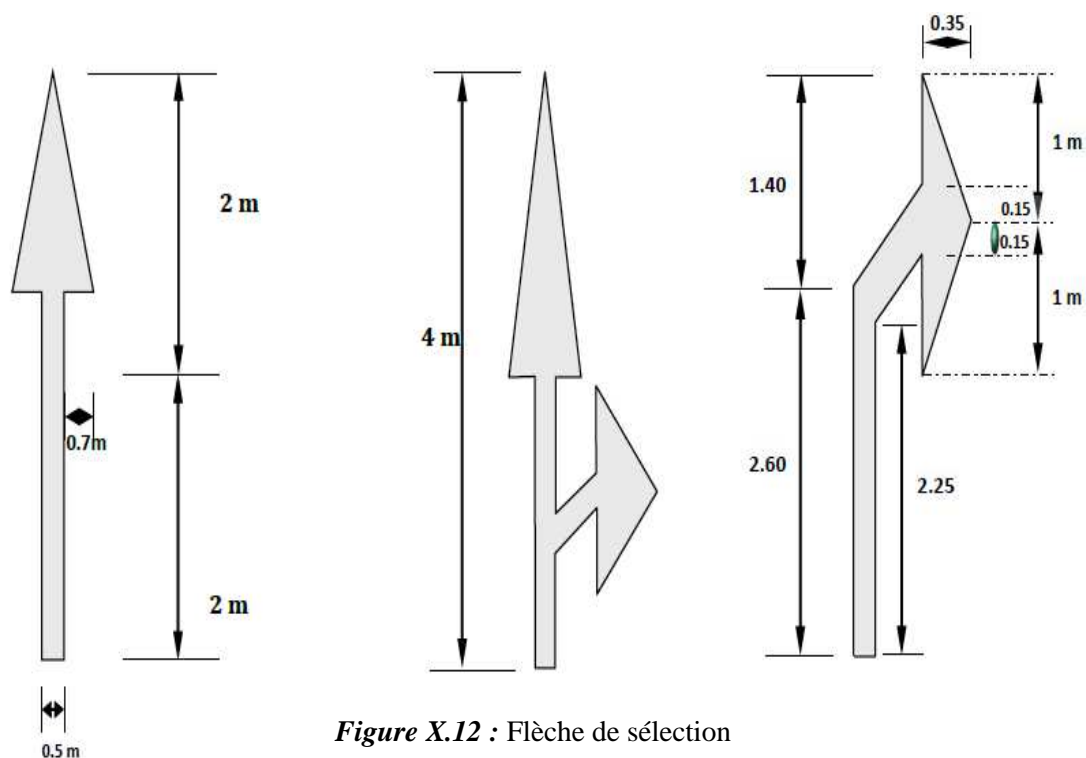


Figure X.12 : Flèche de sélection

✓ Flèches de rabattement

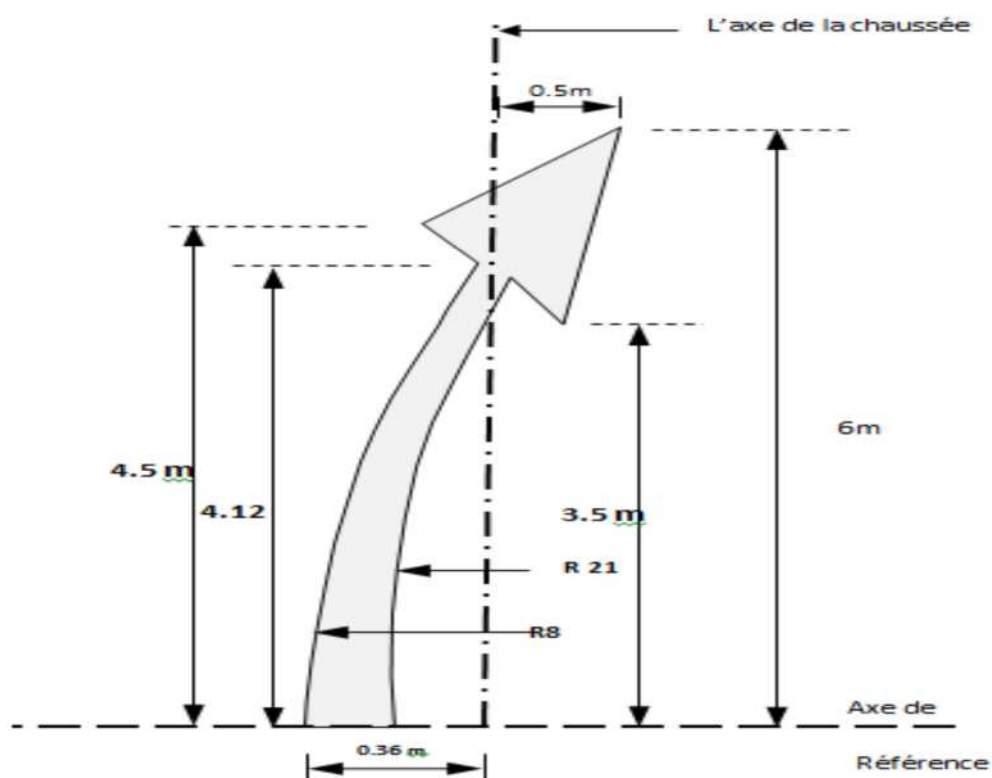


Figure X.13 : flèche de rabattement

X.2 Eclairage

X.2.1 Introduction

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

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours.....etc.).

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

X.2.2 catégories d'éclairage

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

X.2.3 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.

X.2.4 Application au projet

Pour notre projet on s'intéressera à la catégorie A.

✓ **Pour la pénétrante :**

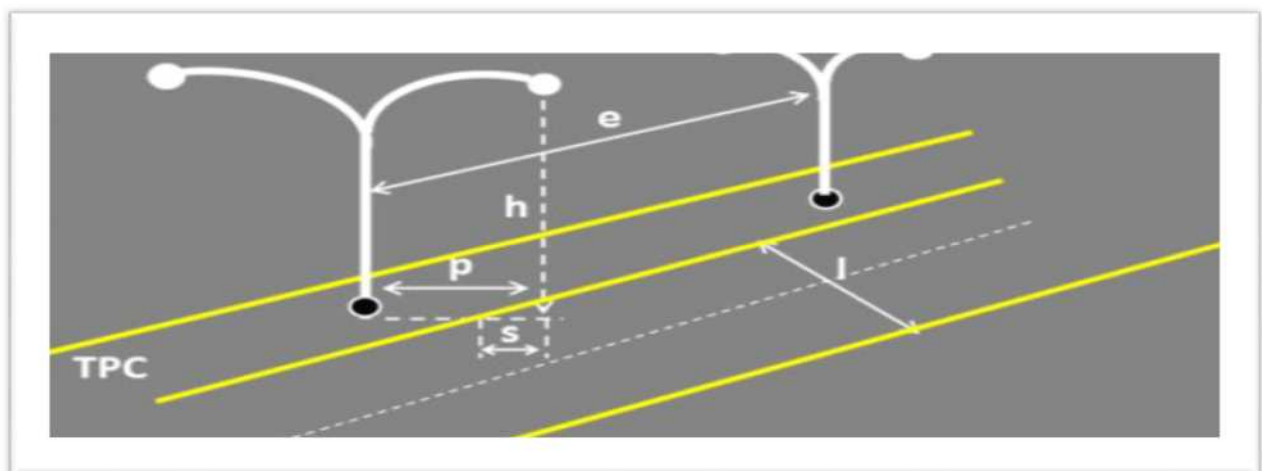


Figure X.14 : éclairage composé

✓ **Pour les bretelles des échangeurs :**

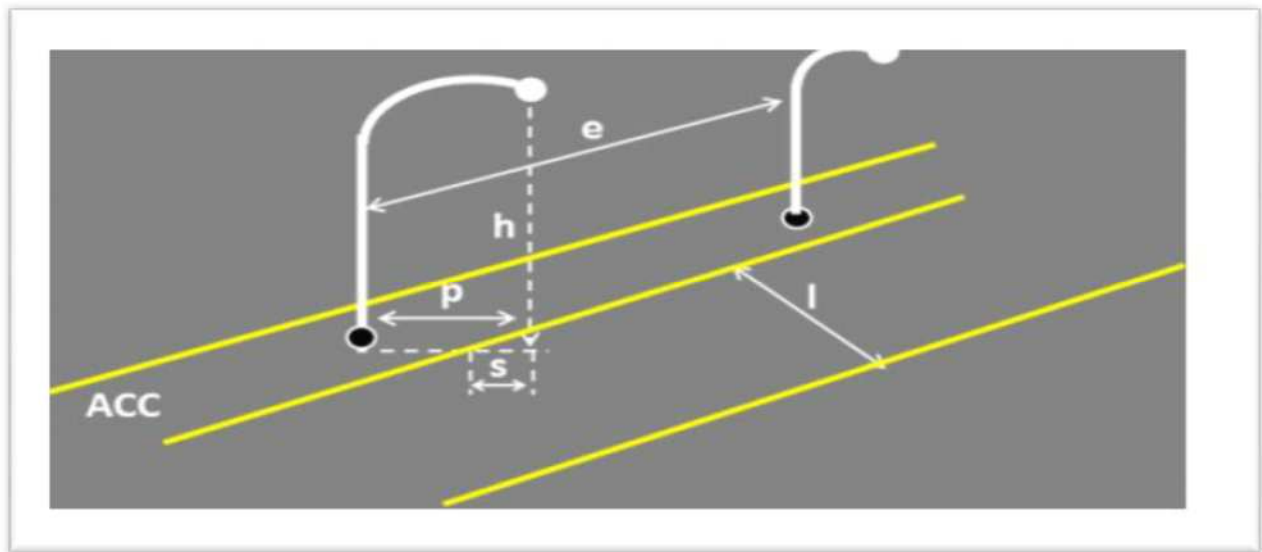


Figure X.15 : éclairage simple

X.3 Sécurité

X.3.1 Introduction

La route une fois réalisée aura besoin des équipements qui serviront à assurer la sécurité d'un côté et à guider les usagers de la route d'un autre côté.

X.3.2 Dispositifs de retenue

Les dispositifs de retenue sont des équipements de protections des véhicules contre Les sorties accidentelles de chaussées, Les dispositifs de retenue utilisés sont les suivants :

X.3.2.1 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).

✓ **Glissières de sécurité métalliques fixes**

La glissière de sécurité simple est utilisée pour implantation en TPC et du côté droit de la chaussée pour protection contre les obstacles.

✓ **Glissières de sécurité métalliques amovibles**

Les glissières de sécurité métalliques amovibles sont les glissières démontables utilisées dans l'interruption du TPC pour permettre de basculer la circulation d'une chaussée à l'autre.

✓ Séparateurs en Béton

Les séparateurs en béton du type « DBA » (double séparateur en béton adhérent) sont des murets de type New Jersey, continus en béton coulé en place ou préfabriqué. Ils ont un comportement rigide lors d'un impact avec un véhicule, tout en facilitant le redressement de ce dernier.

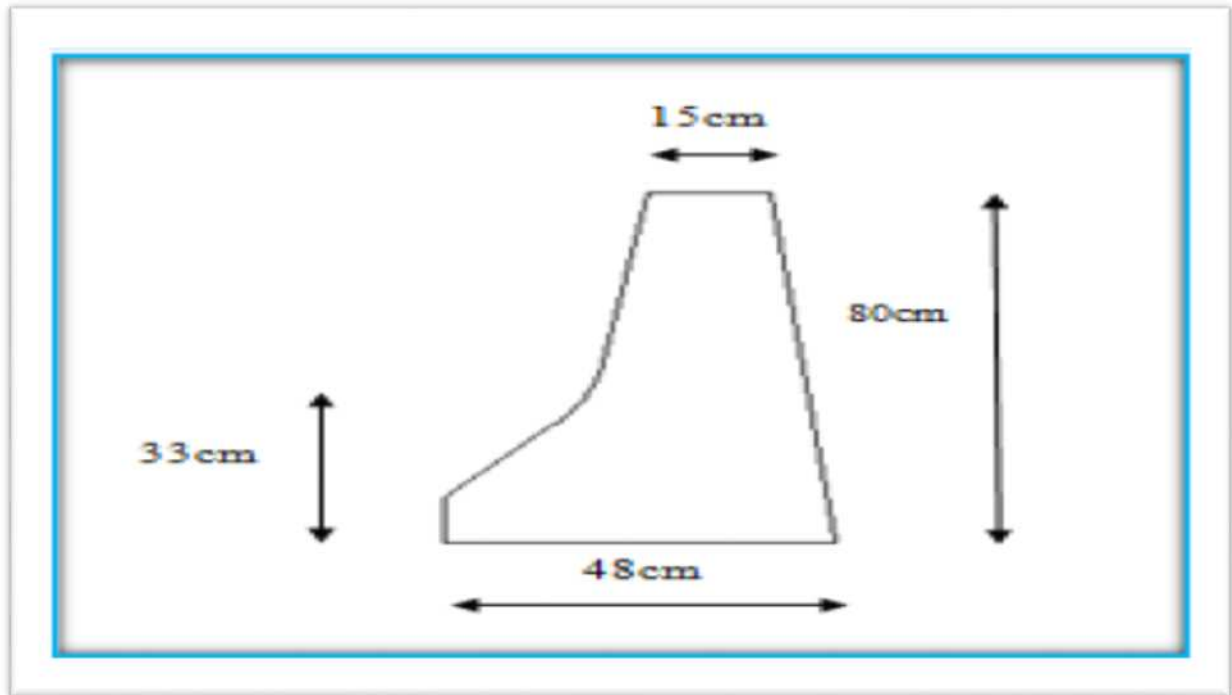


Figure X.16 : Caractéristiques géométriques d'une glissière simple en béton

X.3.2.2 Murettes de protection en béton armé

L'implantation de ce type d'ouvrage nécessite des prescriptions spéciales dont il faut tenir compte dès 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 où la route surplombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à 10 m.

X.3.3 Application au projet

- ✓ **Au niveau de la pénétrante :** Le TPC sera constitué de séparateurs en béton type simple afin de séparer les deux sens de circulation. Le même type de glissière sera disposé à droite de chaque voie à la limite de la bande d'arrêt d'urgence pour délimiter la chaussée roulable

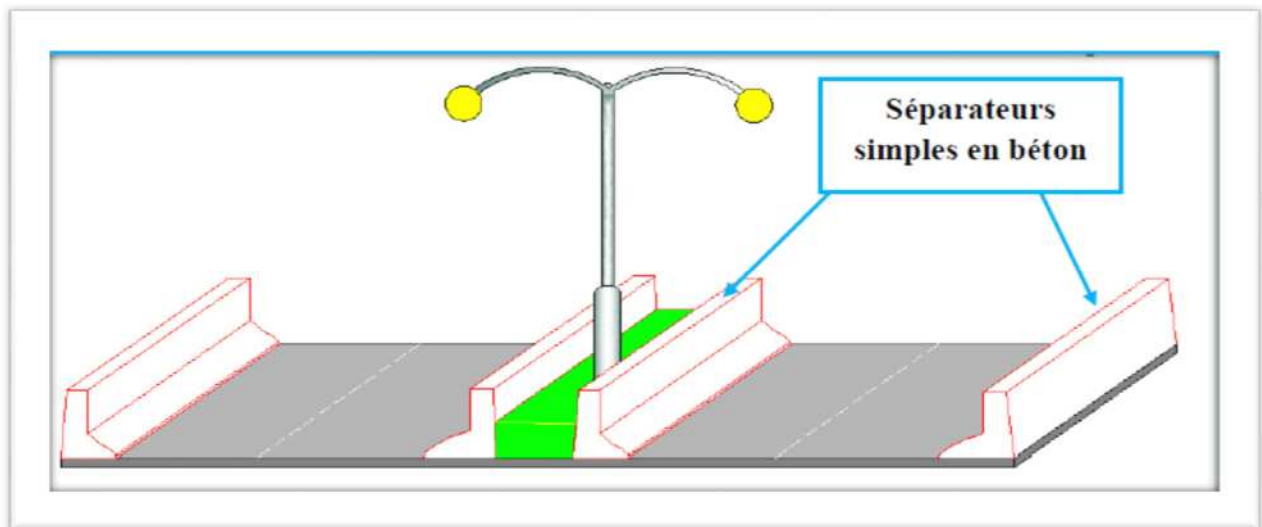


Figure X.17 : Séparateurs projetés sur la route

✓ **Au niveau de l'échangeur :** Nous préconisons pour chaque bretelle des glissières de sécurité métalliques.

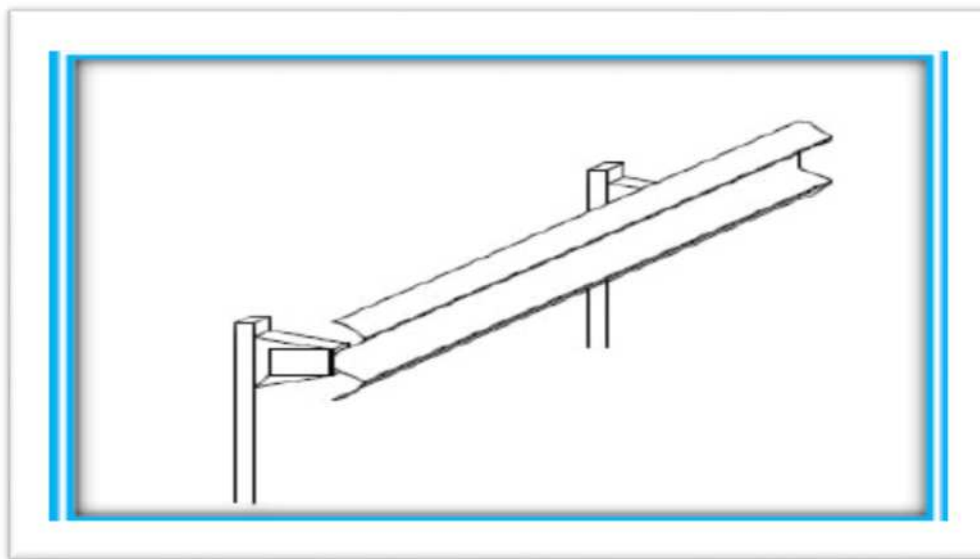


Figure X.18 : glissières de sécurité métalliques

CHAPITRE XI

EFFET SUR L'ENVIRONNEMENT

XI.1 Introduction

Le terme "environnement" est le domaine qui rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces humains, animales et végétales.

Tout projet de construction ou d'aménagement d'une infrastructure doit faire l'objet d'une évaluation de son impact sur l'environnement. en effet l'extraction de matériaux, 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 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.

XI.2 Cadre juridique

D'après le décret n°90-78 du 27février 1990, une étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie doit comprendre : une analyse détaillée du projet, de l'état initial du site et de son environnement, ainsi que pour des conséquences prévisibles directes et indirectes à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement. Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants.

XI.2 Effet sur les ressources naturelles et sur les écosystèmes :

XI.2.1 Effet sur l'air

La nouvelle infrastructure générera un trafic important ce qui augmentera la pollution de l'air dans les zones traversées, cette pollution résultant du fonctionnement des moteurs à combustion interne ,essence ou diesel, est caractérisée par des émissions de polluants gazeux et particulaires auxquelles s'ajoutent celles résultant de l'usure des plaquettes de freins (amiante) et des pneus, ou encore de l'évaporation d'hydrocarbures aux postes de distribution de carburant .la circulation routière est la principale source de CO .

XI.2.1.1 Effet sur la santé :

Il s'agit de nuisances sensorielles (bruit, odeurs) de l'irritation des voies respiratoires, des yeux et de tous les effets toxiques généraux :

- Par les composés du carbone avec le monoxyde de carbone qui agit sur le système nerveux et peut occasionner des troubles respiratoires.
- Par les composés de l'azote : le plus toxique est le NO₂ (action sur les muqueuses ,les yeux et les voies respiratoires).
- Par les particules : elles affectent tout d'abord les voies respiratoires. Elles peuvent être également toxiques, voir cancérigènes lorsqu'elles contiennent du plomb ou certains hydrocarbures.

XI.2.1.2 Effets sur l'environnement :

ils concernent principalement :

- Le phénomène des pluies acides .
- L'effet de serre.

- L'effet sur la végétation.
- L'effet sur le patrimoine.
- ✓ **Ensemble de mesures prises pour réduire la pollution de l'air :**
 - Contrôle technique des véhicules
 - Essence sans plomb
 - Nouveaux moteurs moins polluants
 - Pot catalytique

XI.2.2 Effet sur les ressources en eau :

XI.2.2.1 Pendant la phase travaux :

Le risque peut provenir de tous les engins utilisés sur les chantiers (fuites de gasoil, d'huileetc.).

XI.2.2.2 La pollution chronique :

Les eaux de ruissellement se chargent d'apports provenant des gaz d'échappement, de l'usure des chaussées, des véhicules (plaquettes de freins par exemple) et des pneumatiques.

XI.2.2.2 La pollution En phase d'exploitation :

✓ *La pollution accidentelle*

Il s'agit en fait d'un risque aléatoire correspondant aux possibilités d'accidents de poids lourds transportant des produits toxiques ou dangereux susceptibles de rejoindre le réseau hydrographique ou les nappes.

La lutte contre ce risque de pollution, notamment dans les zones vulnérables, passe par la réalisation d'une plate-forme routière étanche, et un système de collecte de tout déversement potentiel, conduisant les produits vers des bassins où ils sont isolés par des systèmes de vannes, afin d'être récupérés ultérieurement par le pompage .

XI.2.3 Effet sur la nature

XI.2.3.1 La faune :

Parmi les nombreux types d'atteintes au patrimoine, nous n'aborderons que celui de la faune sauvage. Les animaux utilisent des cheminements bien précis reliant des zones où ils trouvent de la nourriture et de l'eau à des cheminements bien précis reliant des zones où ils trouvent de la nourriture et de l'eau à des endroits où ils peuvent se réfugier et se reproduire.

Lorsqu'une nouvelle infrastructure vient perturber ces cheminements, les animaux cherchent à les rétablir et n'hésitent pas à traverser la voie ce qui occasionne des accidents.

XI.2.3.2 La flore :

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

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

- Les terrassements du sol conduit à un déséquilibre dans l'aération des racines et empêche ainsi leurs développement.

- Diminution du couvert végétal.

Enfin, la connaissance de la flore locale s'avère indispensable dans l'orientation du choix des espèces à planter sur les talus.

XI.3 Effet sur le cadre et la qualité de vie :

XI.3.1 Nuisance sonores :

Les nuisances générées par les travaux sont :

- Les nuisances sonores liées à la présence d'engins de terrassements et au trafic des camions transportant les déblais, les remblais et les matériaux.
- Les émissions de poussières liées aux terrassements.
- Le trafic des engins à proximité des zones d'habitats

XI.3.2 Effet sur le paysage

- Modification de l'environnement physique et chimique, création de nouveaux milieux en bord de route. Une construction de route modifie de nombreux facteurs du milieu, d'abord en détruisant le milieu original, mais aussi par apparition d'un nouveau milieu (sol compacté, les talus...)

XI.4 Effets sur les activités humaines

Un nouvel aménagement a toujours des effets sur l'occupation des sols et les déplacements des personnes. C'est ainsi qu'un terrain situé à proximité de l'ouvrage verra sa valeur fortement dépréciée, alors que les mêmes terrains situés à proximité d'un point d'échange pourront voir leur valeur appréciée.

La prise en compte des contraintes agricoles lors de la conception même du projet, doit permettre de réduire les impacts qui sont :

- Une perte de l'espace agricole.
- Une coupure de l'espace agricole.
- Une déstructuration du parcellaire.
- Une interruption des circulations agricoles.
- Une coupure des réseaux de drainage et d'irrigation.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Ce projet de fin d'études a été une opportunité pour nous, il nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques et administratifs qui peuvent se présenter dans un projet routier.

Il était aussi une grande occasion pour nous pour savoir le déroulement d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier, et nous a permis aussi d'évaluer nos connaissances acquises durant tout notre cursus universitaire ; règlements algérien, normes routières et les étapes de conception d'une route. Ces dernières sont comme suit :

Une étude de trafic avec laquelle on a obtenu un TMJA de 10123 uv/j ce qui nous a donné le profil en travers suivant :

- Un accotement(BDU) : $2.5 \times 2 \text{ m} = 5 \text{ m}$
- Un terre-plein central 4m
- Deux chaussées de trois voies de 3,5m chacune $(3 \times 3,5) \times 2 = 21 \text{ m}$.
- La berme 1m : $1 \times 2 \text{ m} = 2 \text{ m}$

Ce qui fait que la largeur de la plate-forme est égale à 32m.

Une étude de dimensionnement du corps de chaussée qui a permis de calculer les épaisseurs des différentes couches avec une vérification sur le logiciel Alizé et les résultats sont comme suit :

- Couche de roulement 08cm en BB.
- Couche de base 12cm en GB.
- Couche de fondation 1cm en GB.
- Couche de forme 60cm en Tuf.

En fin, l'élaboration de ce travail a été bénéfique pour nous et elle nous a ouvert les portes du monde professionnel.

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : plan de situation

Figure IV.1 : Classification sismique des wilayas d'Algérie

Figure IV.2 : Contact entre les marnes altérées et les marnes saines

Figure IV.3 : Terrasse alluviale avec des matériaux sablo-limoneux

Figure V.1 : Structure type d'une chaussée souple

Figure V.2 : Structure type d'une chaussée semi-rigide

Figure V.3 : Structure type d'une chaussée rigide

Figure V.4 : Les couches de la chaussée

Figure V.5: Schéma de différentes couches obtenues

Figure V.6 : structure du corps de chaussée

Figure V.7 : Corps de chaussée dimensionné avec le catalogue

Figure IV.1: Les types de bretelles

Figure VI.5 : Longueurs de décélération/d'accélération en palier L0 en fonction du rayon de

Figure VI.1 : Nuage de points

Figure VI.2 : Triangulation du terrain

Figure VI.3 : Construction des éléments de l'axe

Figure VI.4 : Construction de l'axe en plan

Figure VI.5 : Axe en plan

Figure VI.6 : Tabulation de l'axe

Figure VI.7 : Interpolation de l'axe

Figure VI.8 : Profil en long

Figure VI.9 : Eléments constitutifs du profil en travers en section courante

Figure VI.10 : profil en travers en remblais

Figure VI.11 : profil en travers en déblais

Figure VI.12 : profil en travers mixte

Figure VI.13 : vue en perspective de notre route

Figure VII.1 : profil en long d'un tracé donné.

Figure VII.2 : Méthode de Gulden

Figure VIII.2 : les différents types d'échangeur

Figure VIII.3 : Schéma de principe d'une entrée en insertion

Figure VIII.4 : Dispositif de sortie de l'autoroute la première/dernière courbe de la bretelle.

Figure IX.1 : Différentes parties de l'assainissement.

Figure IX.2 : schéma récapitulatif de l'assainissement de la chaussée

Figure IX.4 : profil en travers hypothétique d'un fossé

Figure X.5 : Représentation d'une buse.

Figure X.6 : Représentation d'un dalot.

Figure X.14 : éclairage composé

Figure X.15 : éclairage simple

Figure X.16 : Caractéristiques géométriques d'une glissière simple en béton

Figure X.17 : Séparateurs projetés sur la route

Figure X.18 : glissières de sécurité métalliques

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : paramètres géométriques de projet.

Tableau II.2 : Environnement de la route.

Tableau III.1 : Valeurs du coefficient d'équivalence « P ».

Tableau III.2 : Valeurs du coefficient « K1 ».

Tableau III.3 : Valeurs du coefficient « K2 ».

Tableau III.4 : valeurs de la capacité théorique« C_{Th} ».

Tableau IV.1 : zone sismique.

Tableau IV.2 : Sondages carottés de la campagne géotechnique.

Tableau IV.3 : Les puits réalisés.

Tableau IV.4: Le pénétromètre dynamique réalisé.

Tableau IV.5 : récapitulatif des résultats de Granulométrie par tamisage et limite d'ATTERBERG.

Tableau IV.6 : récapitulatif des résultats des essais chimiques, teneur en eau et densités.

Tableau IV.7 : récapitulatif des résultats des essais mécaniques.

Tableau IV.8 : Classification des sols fins.

Tableau IV.9 : Données et classification des sols.

Tableau V.1 : Les coefficients d'équivalence.

Tableau V.2 : Classement du trafic suivant le catalogue.

Tableau V.3 : Classe de sols.

Tableau V.4 : Les résultats des différentes épaisseurs de la couche de forme.

Tableau V.5 : valeur des TPL pour RP1.

Tableau V.6: Zones climatiques de pluviométrie.

Tableau V.7 : Valeurs du coefficient d'agressivité A.

Tableau V.8 : Valeurs de la température en fonction de la zone climatique.

Tableau V.9 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux.

Tableau V.10 : Modélisation de la structure.

Tableau V.11: *Le calcul effectué par Alizé.*

Tableau VI.1 : *Les valeurs limites des rayons d'après L'ICTAAL.*

Tableau VI.2 : *Valeurs limites des paramètres du profile en long.*

Tableau VIII.1 : *Valeurs limites des rayons du tracé en plan.*

Tableau VIII.2 : *Caractéristiques d'une branche à deux voies.*

Tableau VIII.3 : *Les valeurs limites des paramètres du profil en long.*

Tableau VIII.4: *Les largeurs des composantes du profil en travers.*

Tableau IX.1 : *Valeur du coefficient de ruissellement C.*

Tableau IX.2 : *Valeur du Coefficient variable de Gauss.*

Tableau IX.3: *Caractéristiques des bassins versants.*

Tableau IX.4 : *Débits d'apports provenant des bassins versant (BV1, BV2 et BV3) en (m^3/s) pour une période de retour 10 ans.*

Tableau IX.5 : *Débits d'apports provenant des bassins versant (BV1, BV2 et BV3) en (m^3/s) pour une période de retour 50 ans.*

Tableau IX.6 : *Ouvrages hydraulique utilisés pour notre projet.*

Tableau X.1 : *Caractéristiques des lignes discontinues.*

BIBLIOGRAPHIE

- **B40** (normes techniques d'aménagement des routes).
- **C.T.T.P** (Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves).
- **I.C.T.A.A.L** (instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison).
- **I.C.T.A.V.R.U** (instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines).
- **I.C.T.A.V.R.I** (instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides interurbaines).
- Recommandation pour l'assainissement routier (SETRA).
- Le manuel d'essais et le manuel de projet de routes de l'auteur - Kalli Fatima-Zohra. « Office des publication universitaires 3/2012 ».
- Guide des terrassements routiers (GTR **SETRA-LCPC**).
- **ARP** aménagement des routes principales (recommandations techniques (**aout-1994**)).
- Le rapport géotechnique donné par l'**ANA** de la wilaya de Tizi-Ouzou.
- Le levé topographique donné par l'**ANA** (Agence Nationale des Autoroutes).
- RPA99/version 2003.
- Sites internet : WWW.SETRA.COM
 - WWW.AUTODESK.COM

ANNEXES

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	588211.310	4065859.130
D1	GIS = 184.449g	78.047			
			78.047	588230.186	4065783.400
C1	XC= 589200.499 YC= 4066025.252 R = 1000.000	475.073			
			553.120	588448.263	4065366.358
D2	GIS = 154.205g	456.735			
			1009.855	588749.203	4065022.785
C2	XC= 587996.967 YC= 4064363.892 R = -1000.000	234.577			
			1244.432	588881.749	4064829.897
D3	GIS = 169.139g	196.415			
			1440.847	588973.279	4064656.112
C3	XC= 589858.061 YC= 4065122.117 R = 1000.000	480.856			
			1921.703	589289.160	4064299.712
D4	GIS = 138.526g	53.563			
			1975.266	589333.210	4064269.240
LONGUEUR DE L'AXE 1975.266					

Le 22/08/2017 à 14:31 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 1504
C:\PROGRA~2\Piste\TA19ED~1.PIS

PROFIL EN LONG

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0.000	106.739
D1	PENTE= -2.922 %	551.503		
			551.503	90.624
PR1	S= 726.8282 Z= 88.0625 R = 6000.00	138.533		
			690.037	88.175
D2	PENTE= -0.613 %	352.174		
			1042.211	86.016
PR2	S= 1023.8150 Z= 86.0722 R = -3000.00	47.538		
			1089.749	85.348
D3	PENTE= -2.198 %	885.517		
			1975.266	65.886
LONGUEUR DE L'AXE 1975.266				

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	106.739	106.739	588211.310	4065859.130	284.449g	2.50	-2.5
2	20.000	110.223	106.155	588216.147	4065839.724	284.449g	2.50	-2.5
3	40.000	113.011	105.571	588220.984	4065820.317	284.449g	2.50	-2.5
4	60.000	115.477	104.986	588225.821	4065800.911	284.449g	2.50	-2.5
5	78.047	116.555	104.459	588230.186	4065783.400	284.449g	2.50	-2.5
6	80.000	116.653	104.402	588230.660	4065781.505	284.325g	2.50	-2.5
7	100.000	115.280	103.817	588235.729	4065762.159	283.051g	2.50	-2.5
8	120.000	114.390	103.233	588241.183	4065742.917	281.778g	2.50	-2.5
9	140.000	114.384	102.648	588247.021	4065723.789	280.505g	2.50	-2.5
10	160.000	114.641	102.064	588253.241	4065704.781	279.232g	2.50	-2.5
11	180.000	112.970	101.480	588259.839	4065685.901	277.959g	2.50	-2.5
12	200.000	108.933	100.895	588266.814	4065667.157	276.685g	2.50	-2.5
13	220.000	106.961	100.311	588274.162	4065648.556	275.412g	2.50	-2.5
14	240.000	105.473	99.726	588281.881	4065630.106	274.139g	2.50	-2.5
15	260.000	104.222	99.142	588289.967	4065611.814	272.866g	2.50	-2.5
16	280.000	102.520	98.558	588298.417	4065593.687	271.592g	2.50	-2.5
17	300.000	104.447	97.973	588307.228	4065575.733	270.319g	2.50	-2.5
18	320.000	101.881	97.389	588316.397	4065557.958	269.046g	2.50	-2.5
19	340.000	95.813	96.804	588325.919	4065540.371	267.773g	2.50	-2.5
20	360.000	90.718	96.220	588335.791	4065522.978	266.499g	2.50	-2.5
21	380.000	86.986	95.635	588346.008	4065505.785	265.226g	2.50	-2.5
22	400.000	84.983	95.051	588356.568	4065488.800	263.953g	2.50	-2.5
23	420.000	84.826	94.467	588367.465	4065472.030	262.680g	2.50	-2.5
24	440.000	83.997	93.882	588378.695	4065455.481	261.406g	2.50	-2.5
25	460.000	81.945	93.298	588390.254	4065439.160	260.133g	2.50	-2.5
26	480.000	79.684	92.713	588402.138	4065423.073	258.860g	2.50	-2.5
27	500.000	77.278	92.129	588414.340	4065407.228	257.587g	2.50	-2.5
28	520.000	75.166	91.545	588426.857	4065391.629	256.313g	2.50	-2.5
29	540.000	74.685	90.960	588439.683	4065376.284	255.040g	2.50	-2.5
30	553.120	74.847	90.577	588448.263	4065366.358	254.205g	2.50	-2.5
31	560.000	75.435	90.382	588452.796	4065361.183	254.205g	2.50	-2.5
32	580.000	80.172	89.859	588465.974	4065346.138	254.205g	2.50	-2.5
33	600.000	86.014	89.403	588479.152	4065331.093	254.205g	2.50	-2.5
34	620.000	88.857	89.013	588492.330	4065316.049	254.205g	2.50	-2.5
35	640.000	88.096	88.691	588505.508	4065301.004	254.205g	2.50	-2.5
36	660.000	85.865	88.435	588518.685	4065285.959	254.205g	2.50	-2.5
37	680.000	82.903	88.245	588531.863	4065270.915	254.205g	2.50	-2.5
38	700.000	78.386	88.114	588545.041	4065255.870	254.205g	2.50	-2.5
39	720.000	72.189	87.992	588558.219	4065240.825	254.205g	2.50	-2.5
40	740.000	65.973	87.869	588571.397	4065225.780	254.205g	2.50	-2.5
41	760.000	61.432	87.746	588584.575	4065210.736	254.205g	2.50	-2.5
42	780.000	58.534	87.624	588597.753	4065195.691	254.205g	2.50	-2.5
43	800.000	58.313	87.501	588610.931	4065180.646	254.205g	2.50	-2.5
44	820.000	58.940	87.378	588624.108	4065165.602	254.205g	2.50	-2.5
45	840.000	60.584	87.256	588637.286	4065150.557	254.205g	2.50	-2.5
46	860.000	66.046	87.133	588650.464	4065135.512	254.205g	2.50	-2.5
47	880.000	74.043	87.010	588663.642	4065120.467	254.205g	2.50	-2.5
48	900.000	77.357	86.888	588676.820	4065105.423	254.205g	2.50	-2.5
49	920.000	70.917	86.765	588689.998	4065090.378	254.205g	2.50	-2.5
50	940.000	67.124	86.643	588703.176	4065075.333	254.205g	2.50	-2.5
51	960.000	65.866	86.520	588716.354	4065060.289	254.205g	2.50	-2.5
52	980.000	66.942	86.397	588729.531	4065045.244	254.205g	2.50	-2.5
53	1000.000	72.983	86.275	588742.709	4065030.199	254.205g	2.50	-2.5
54	1009.855	75.002	86.214	588749.203	4065022.785	254.205g	2.50	-2.5
55	1020.000	77.679	86.152	588755.848	4065015.121	254.851g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
56	1040.000	82.457	86.029	588768.720	4064999.814	256.124g	2.50	-2.5
57	1060.000	86.268	85.854	588781.284	4064984.253	257.397g	2.50	-2.5
58	1080.000	85.592	85.546	588793.533	4064968.443	258.670g	2.50	-2.5
59	1100.000	81.198	85.122	588805.464	4064952.392	259.944g	2.50	-2.5
60	1120.000	75.788	84.683	588817.072	4064936.105	261.217g	2.50	-2.5
61	1140.000	70.484	84.243	588828.351	4064919.590	262.490g	2.50	-2.5
62	1160.000	66.139	83.804	588839.298	4064902.852	263.763g	2.50	-2.5
63	1180.000	63.824	83.364	588849.908	4064885.899	265.037g	2.50	-2.5
64	1200.000	62.128	82.924	588860.177	4064868.737	266.310g	2.50	-2.5
65	1220.000	61.867	82.485	588870.100	4064851.373	267.583g	2.50	-2.5
66	1240.000	63.344	82.045	588879.675	4064833.814	268.856g	2.50	-2.5
67	1244.432	63.760	81.948	588881.749	4064829.897	269.139g	2.50	-2.5
68	1260.000	65.208	81.606	588889.004	4064816.123	269.139g	2.50	-2.5
69	1280.000	66.070	81.166	588898.324	4064798.427	269.139g	2.50	-2.5
70	1300.000	67.060	80.727	588907.644	4064780.732	269.139g	2.50	-2.5
71	1320.000	68.509	80.287	588916.964	4064763.036	269.139g	2.50	-2.5
72	1340.000	68.990	79.848	588926.284	4064745.340	269.139g	2.50	-2.5
73	1360.000	68.200	79.408	588935.604	4064727.645	269.139g	2.50	-2.5
74	1380.000	66.704	78.968	588944.924	4064709.949	269.139g	2.50	-2.5
75	1400.000	66.750	78.529	588954.244	4064692.253	269.139g	2.50	-2.5
76	1420.000	67.199	78.089	588963.564	4064674.558	269.139g	2.50	-2.5
77	1440.000	67.065	77.650	588972.884	4064656.862	269.139g	2.50	-2.5
78	1440.847	67.006	77.631	588973.279	4064656.112	269.139g	2.50	-2.5
79	1460.000	64.804	77.210	588982.366	4064639.253	267.919g	2.50	-2.5
80	1480.000	62.832	76.771	588992.198	4064621.837	266.646g	2.50	-2.5
81	1500.000	63.160	76.331	589002.376	4064604.621	265.373g	2.50	-2.5
82	1520.000	63.461	75.892	589012.897	4064587.612	264.100g	2.50	-2.5
83	1540.000	63.150	75.452	589023.755	4064570.816	262.826g	2.50	-2.5
84	1560.000	63.428	75.012	589034.947	4064554.242	261.553g	2.50	-2.5
85	1580.000	62.620	74.573	589046.469	4064537.894	260.280g	2.50	-2.5
86	1600.000	63.889	74.133	589058.315	4064521.780	259.007g	2.50	-2.5
87	1620.000	65.794	73.694	589070.480	4064505.906	257.733g	2.50	-2.5
88	1640.000	65.873	73.254	589082.961	4064490.279	256.460g	2.50	-2.5
89	1660.000	66.836	72.815	589095.752	4064474.904	255.187g	2.50	-2.5
90	1680.000	64.162	72.375	589108.848	4064459.789	253.914g	2.50	-2.5
91	1700.000	63.289	71.935	589122.244	4064444.938	252.640g	2.50	-2.5
92	1720.000	61.480	71.496	589135.934	4064430.358	251.367g	2.50	-2.5
93	1740.000	61.616	71.056	589149.912	4064416.055	250.094g	2.50	-2.5
94	1760.000	62.871	70.617	589164.174	4064402.034	248.821g	2.50	-2.5
95	1780.000	62.275	70.177	589178.714	4064388.301	247.547g	2.50	-2.5
96	1800.000	62.434	69.738	589193.525	4064374.862	246.274g	2.50	-2.5
97	1820.000	63.336	69.298	589208.602	4064361.721	245.001g	2.50	-2.5
98	1840.000	63.751	68.859	589223.939	4064348.885	243.728g	2.50	-2.5
99	1860.000	63.994	68.419	589239.529	4064336.358	242.454g	2.50	-2.5
100	1880.000	64.214	67.979	589255.367	4064324.145	241.181g	2.50	-2.5
101	1900.000	64.825	67.540	589271.446	4064312.252	239.908g	2.50	-2.5
102	1920.000	65.422	67.100	589287.759	4064300.682	238.635g	2.50	-2.5
103	1921.703	65.546	67.063	589289.160	4064299.712	238.526g	2.50	-2.5
104	1940.000	64.973	66.661	589304.207	4064289.303	238.526g	2.50	-2.5
105	1960.000	64.967	66.221	589320.655	4064277.925	238.526g	2.50	-2.5
106	1975.266	65.886	65.886	589333.210	4064269.240	238.526g	2.50	-2.5

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	265.6	587.1	0.0	0.0
2	20.000	0.0	5038.7	0.0	0.0
3	40.000	0.0	9652.5	0.0	0.0
4	60.000	0.0	13057.0	0.0	0.0
5	78.047	0.0	7066.6	0.0	0.0
6	80.000	0.0	7763.9	0.0	0.0
7	100.000	0.0	16639.3	0.0	0.0
8	120.000	0.0	17182.8	0.0	0.0
9	140.000	0.0	15645.6	0.0	0.0
10	160.000	0.0	14397.5	0.0	0.0
11	180.000	0.0	13312.5	0.0	0.0
12	200.000	0.0	10534.1	0.0	0.0
13	220.000	0.0	7831.6	0.0	0.0
14	240.000	0.0	6355.9	0.0	0.0
15	260.000	0.0	6076.5	0.0	0.0
16	280.000	0.0	6798.5	0.0	0.0
17	300.000	0.0	7004.7	0.0	0.0
18	320.000	0.0	4569.3	0.0	0.0
19	340.000	440.0	326.8	0.0	0.0
20	360.000	4250.3	0.0	0.0	0.0
21	380.000	7655.0	0.0	0.0	0.0
22	400.000	9583.8	0.0	0.0	0.0
23	420.000	9003.8	0.0	0.0	0.0
24	440.000	9524.3	0.0	0.0	0.0
25	460.000	11565.2	0.0	0.0	0.0
26	480.000	13499.3	0.0	0.0	0.0
27	500.000	14197.6	0.0	0.0	0.0
28	520.000	14844.5	0.0	0.0	0.0
29	540.000	12905.2	0.0	0.0	0.0
30	553.120	7457.2	0.0	0.0	0.0
31	560.000	9237.1	0.0	0.0	0.0
32	580.000	9360.9	0.0	0.0	0.0
33	600.000	3372.9	213.6	0.0	0.0
34	620.000	1094.6	2085.3	0.0	0.0
35	640.000	1371.0	1752.7	0.0	0.0
36	660.000	2949.0	386.4	0.0	0.0
37	680.000	5347.3	0.0	0.0	0.0
38	700.000	9480.0	0.0	0.0	0.0
39	720.000	16812.8	0.0	0.0	0.0
40	740.000	24331.4	0.0	0.0	0.0
41	760.000	30012.7	0.0	0.0	0.0
42	780.000	33060.4	0.0	0.0	0.0
43	800.000	33158.6	0.0	0.0	0.0
44	820.000	32226.7	0.0	0.0	0.0
45	840.000	29901.4	0.0	0.0	0.0
46	860.000	23698.5	0.0	0.0	0.0
47	880.000	14815.0	0.0	0.0	0.0
48	900.000	10978.9	0.0	0.0	0.0
49	920.000	14605.5	0.0	0.0	0.0
50	940.000	19357.4	0.0	0.0	0.0
51	960.000	19792.7	0.0	0.0	0.0
52	980.000	17629.9	0.0	0.0	0.0
53	1000.000	10291.0	0.0	0.0	0.0
54	1009.855	5903.4	0.0	0.0	0.0
55	1020.000	7302.5	296.5	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
56	1040.000	5897.4	2905.0	0.0	0.0
57	1060.000	3114.3	2039.8	0.0	0.0
58	1080.000	1460.3	1534.5	0.0	0.0
59	1100.000	3770.2	213.2	0.0	0.0
60	1120.000	8570.7	0.0	0.0	0.0
61	1140.000	14753.7	0.0	0.0	0.0
62	1160.000	18682.4	0.0	0.0	0.0
63	1180.000	21193.1	0.0	0.0	0.0
64	1200.000	22847.1	0.0	0.0	0.0
65	1220.000	22305.6	0.0	0.0	0.0
66	1240.000	12182.6	0.0	0.0	0.0
67	1244.432	9632.8	0.0	0.0	0.0
68	1260.000	15350.1	0.0	0.0	0.0
69	1280.000	15750.3	0.0	0.0	0.0
70	1300.000	13722.3	0.0	0.0	0.0
71	1320.000	11650.7	0.0	0.0	0.0
72	1340.000	10538.6	0.0	0.0	0.0
73	1360.000	10803.0	0.0	0.0	0.0
74	1380.000	11511.8	0.0	0.0	0.0
75	1400.000	11221.2	0.0	0.0	0.0
76	1420.000	10594.4	0.0	0.0	0.0
77	1440.000	5432.5	0.0	0.0	0.0
78	1440.847	5255.6	0.0	0.0	0.0
79	1460.000	11440.4	0.0	0.0	0.0
80	1480.000	12999.7	0.0	0.0	0.0
81	1500.000	12944.9	0.0	0.0	0.0
82	1520.000	12620.3	0.0	0.0	0.0
83	1540.000	12426.2	0.0	0.0	0.0
84	1560.000	11577.9	0.0	0.0	0.0
85	1580.000	10716.2	0.0	0.0	0.0
86	1600.000	8655.3	0.0	0.0	0.0
87	1620.000	6686.3	0.0	0.0	0.0
88	1640.000	6125.4	0.0	0.0	0.0
89	1660.000	4592.1	0.0	0.0	0.0
90	1680.000	5311.3	0.0	0.0	0.0
91	1700.000	6943.0	0.0	0.0	0.0
92	1720.000	7718.8	0.0	0.0	0.0
93	1740.000	6436.1	0.0	0.0	0.0
94	1760.000	6974.9	0.0	0.0	0.0
95	1780.000	6078.1	0.0	0.0	0.0
96	1800.000	5468.8	0.0	0.0	0.0
97	1820.000	4674.3	0.0	0.0	0.0
98	1840.000	4002.2	0.0	0.0	0.0
99	1860.000	2021.9	634.2	0.0	0.0
100	1880.000	1918.0	2176.9	0.0	0.0
101	1900.000	1537.3	2564.7	0.0	0.0
102	1920.000	885.8	1167.4	0.0	0.0
103	1921.703	817.7	1044.3	0.0	0.0
104	1940.000	1246.7	2611.2	0.0	0.0
105	1960.000	1011.9	2794.0	0.0	0.0
106	1975.266	349.6	1560.0	0.0	0.0
		941705	195821	0	0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
1	0.000	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
2	20.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
3	40.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
4	60.000	313.9	138.3	32.0	0.0	0.0
5	78.047	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
6	80.000	181.1	79.8	18.4	0.0	0.0
7	100.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
8	120.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
9	140.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
10	160.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
11	180.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
12	200.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
13	220.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
14	240.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
15	260.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
16	280.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
17	300.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
18	320.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
19	340.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
20	360.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
21	380.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
22	400.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
23	420.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
24	440.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
25	460.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
26	480.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
27	500.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
28	520.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
29	540.000	273.2	120.4	27.8	0.0	0.0
30	553.120	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
31	560.000	221.8	97.7	22.6	0.0	0.0
32	580.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
33	600.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
34	620.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
35	640.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
36	660.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
37	680.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
38	700.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
39	720.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
40	740.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
41	760.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
42	780.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
43	800.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
44	820.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
45	840.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
46	860.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
47	880.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
48	900.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
49	920.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
50	940.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
51	960.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
52	980.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
53	1000.000	246.3	108.5	25.1	0.0	0.0
54	1009.855	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
55	1020.000	248.7	109.6	25.3	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
56	1040.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
57	1060.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
58	1080.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
59	1100.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
60	1120.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
61	1140.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
62	1160.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
63	1180.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
64	1200.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
65	1220.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
66	1240.000	201.6	88.8	20.5	0.0	0.0
67	1244.432	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
68	1260.000	293.4	129.3	29.9	0.0	0.0
69	1280.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
70	1300.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
71	1320.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
72	1340.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
73	1360.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
74	1380.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
75	1400.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
76	1420.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
77	1440.000	172.0	75.8	17.5	0.0	0.0
78	1440.847	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
79	1460.000	323.0	142.3	32.9	0.0	0.0
80	1480.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
81	1500.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
82	1520.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
83	1540.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
84	1560.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
85	1580.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
86	1600.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
87	1620.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
88	1640.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
89	1660.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
90	1680.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
91	1700.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
92	1720.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
93	1740.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
94	1760.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
95	1780.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
96	1800.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
97	1820.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
98	1840.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
99	1860.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
100	1880.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
101	1900.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
102	1920.000	179.1	78.9	18.2	0.0	0.0
103	1921.703	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
104	1940.000	315.9	139.2	32.2	0.0	0.0
105	1960.000	290.9	128.2	29.6	0.0	0.0
106	1975.266	125.9	55.5	12.8	0.0	0.0
		32592	14360	3318	0	0

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	588211.310	4065859.130
D1	GIS = 184.449g	78.047			
			78.047	588230.186	4065783.400
C1	XC= 589200.499 YC= 4066025.252 R = 1000.000	475.073			
			553.120	588448.263	4065366.358
D2	GIS = 154.205g	456.735			
			1009.855	588749.203	4065022.785
C2	XC= 587996.967 YC= 4064363.892 R = -1000.000	234.577			
			1244.432	588881.749	4064829.897
D3	GIS = 169.139g	196.415			
			1440.847	588973.279	4064656.112
C3	XC= 589858.061 YC= 4065122.117 R = 1000.000	480.856			
			1921.703	589289.160	4064299.712
D4	GIS = 138.526g	53.563			
			1975.266	589333.210	4064269.240
LONGUEUR DE L'AXE 1975.266					

Le 22/08/2017 à 14:31 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 1504
C:\PROGRA~2\Piste\TA19ED~1.PIS

PROFIL EN LONG

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0.000	106.739
D1	PENTE= -2.922 %	551.503		
			551.503	90.624
PR1	S= 726.8282 Z= 88.0625 R = 6000.00	138.533		
			690.037	88.175
D2	PENTE= -0.613 %	352.174		
			1042.211	86.016
PR2	S= 1023.8150 Z= 86.0722 R = -3000.00	47.538		
			1089.749	85.348
D3	PENTE= -2.198 %	885.517		
			1975.266	65.886
LONGUEUR DE L'AXE 1975.266				

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	106.739	106.739	588211.310	4065859.130	284.449g	2.50	-2.5
2	20.000	110.223	106.155	588216.147	4065839.724	284.449g	2.50	-2.5
3	40.000	113.011	105.571	588220.984	4065820.317	284.449g	2.50	-2.5
4	60.000	115.477	104.986	588225.821	4065800.911	284.449g	2.50	-2.5
5	78.047	116.555	104.459	588230.186	4065783.400	284.449g	2.50	-2.5
6	80.000	116.653	104.402	588230.660	4065781.505	284.325g	2.50	-2.5
7	100.000	115.280	103.817	588235.729	4065762.159	283.051g	2.50	-2.5
8	120.000	114.390	103.233	588241.183	4065742.917	281.778g	2.50	-2.5
9	140.000	114.384	102.648	588247.021	4065723.789	280.505g	2.50	-2.5
10	160.000	114.641	102.064	588253.241	4065704.781	279.232g	2.50	-2.5
11	180.000	112.970	101.480	588259.839	4065685.901	277.959g	2.50	-2.5
12	200.000	108.933	100.895	588266.814	4065667.157	276.685g	2.50	-2.5
13	220.000	106.961	100.311	588274.162	4065648.556	275.412g	2.50	-2.5
14	240.000	105.473	99.726	588281.881	4065630.106	274.139g	2.50	-2.5
15	260.000	104.222	99.142	588289.967	4065611.814	272.866g	2.50	-2.5
16	280.000	102.520	98.558	588298.417	4065593.687	271.592g	2.50	-2.5
17	300.000	104.447	97.973	588307.228	4065575.733	270.319g	2.50	-2.5
18	320.000	101.881	97.389	588316.397	4065557.958	269.046g	2.50	-2.5
19	340.000	95.813	96.804	588325.919	4065540.371	267.773g	2.50	-2.5
20	360.000	90.718	96.220	588335.791	4065522.978	266.499g	2.50	-2.5
21	380.000	86.986	95.635	588346.008	4065505.785	265.226g	2.50	-2.5
22	400.000	84.983	95.051	588356.568	4065488.800	263.953g	2.50	-2.5
23	420.000	84.826	94.467	588367.465	4065472.030	262.680g	2.50	-2.5
24	440.000	83.997	93.882	588378.695	4065455.481	261.406g	2.50	-2.5
25	460.000	81.945	93.298	588390.254	4065439.160	260.133g	2.50	-2.5
26	480.000	79.684	92.713	588402.138	4065423.073	258.860g	2.50	-2.5
27	500.000	77.278	92.129	588414.340	4065407.228	257.587g	2.50	-2.5
28	520.000	75.166	91.545	588426.857	4065391.629	256.313g	2.50	-2.5
29	540.000	74.685	90.960	588439.683	4065376.284	255.040g	2.50	-2.5
30	553.120	74.847	90.577	588448.263	4065366.358	254.205g	2.50	-2.5
31	560.000	75.435	90.382	588452.796	4065361.183	254.205g	2.50	-2.5
32	580.000	80.172	89.859	588465.974	4065346.138	254.205g	2.50	-2.5
33	600.000	86.014	89.403	588479.152	4065331.093	254.205g	2.50	-2.5
34	620.000	88.857	89.013	588492.330	4065316.049	254.205g	2.50	-2.5
35	640.000	88.096	88.691	588505.508	4065301.004	254.205g	2.50	-2.5
36	660.000	85.865	88.435	588518.685	4065285.959	254.205g	2.50	-2.5
37	680.000	82.903	88.245	588531.863	4065270.915	254.205g	2.50	-2.5
38	700.000	78.386	88.114	588545.041	4065255.870	254.205g	2.50	-2.5
39	720.000	72.189	87.992	588558.219	4065240.825	254.205g	2.50	-2.5
40	740.000	65.973	87.869	588571.397	4065225.780	254.205g	2.50	-2.5
41	760.000	61.432	87.746	588584.575	4065210.736	254.205g	2.50	-2.5
42	780.000	58.534	87.624	588597.753	4065195.691	254.205g	2.50	-2.5
43	800.000	58.313	87.501	588610.931	4065180.646	254.205g	2.50	-2.5
44	820.000	58.940	87.378	588624.108	4065165.602	254.205g	2.50	-2.5
45	840.000	60.584	87.256	588637.286	4065150.557	254.205g	2.50	-2.5
46	860.000	66.046	87.133	588650.464	4065135.512	254.205g	2.50	-2.5
47	880.000	74.043	87.010	588663.642	4065120.467	254.205g	2.50	-2.5
48	900.000	77.357	86.888	588676.820	4065105.423	254.205g	2.50	-2.5
49	920.000	70.917	86.765	588689.998	4065090.378	254.205g	2.50	-2.5
50	940.000	67.124	86.643	588703.176	4065075.333	254.205g	2.50	-2.5
51	960.000	65.866	86.520	588716.354	4065060.289	254.205g	2.50	-2.5
52	980.000	66.942	86.397	588729.531	4065045.244	254.205g	2.50	-2.5
53	1000.000	72.983	86.275	588742.709	4065030.199	254.205g	2.50	-2.5
54	1009.855	75.002	86.214	588749.203	4065022.785	254.205g	2.50	-2.5
55	1020.000	77.679	86.152	588755.848	4065015.121	254.851g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
56	1040.000	82.457	86.029	588768.720	4064999.814	256.124g	2.50	-2.5
57	1060.000	86.268	85.854	588781.284	4064984.253	257.397g	2.50	-2.5
58	1080.000	85.592	85.546	588793.533	4064968.443	258.670g	2.50	-2.5
59	1100.000	81.198	85.122	588805.464	4064952.392	259.944g	2.50	-2.5
60	1120.000	75.788	84.683	588817.072	4064936.105	261.217g	2.50	-2.5
61	1140.000	70.484	84.243	588828.351	4064919.590	262.490g	2.50	-2.5
62	1160.000	66.139	83.804	588839.298	4064902.852	263.763g	2.50	-2.5
63	1180.000	63.824	83.364	588849.908	4064885.899	265.037g	2.50	-2.5
64	1200.000	62.128	82.924	588860.177	4064868.737	266.310g	2.50	-2.5
65	1220.000	61.867	82.485	588870.100	4064851.373	267.583g	2.50	-2.5
66	1240.000	63.344	82.045	588879.675	4064833.814	268.856g	2.50	-2.5
67	1244.432	63.760	81.948	588881.749	4064829.897	269.139g	2.50	-2.5
68	1260.000	65.208	81.606	588889.004	4064816.123	269.139g	2.50	-2.5
69	1280.000	66.070	81.166	588898.324	4064798.427	269.139g	2.50	-2.5
70	1300.000	67.060	80.727	588907.644	4064780.732	269.139g	2.50	-2.5
71	1320.000	68.509	80.287	588916.964	4064763.036	269.139g	2.50	-2.5
72	1340.000	68.990	79.848	588926.284	4064745.340	269.139g	2.50	-2.5
73	1360.000	68.200	79.408	588935.604	4064727.645	269.139g	2.50	-2.5
74	1380.000	66.704	78.968	588944.924	4064709.949	269.139g	2.50	-2.5
75	1400.000	66.750	78.529	588954.244	4064692.253	269.139g	2.50	-2.5
76	1420.000	67.199	78.089	588963.564	4064674.558	269.139g	2.50	-2.5
77	1440.000	67.065	77.650	588972.884	4064656.862	269.139g	2.50	-2.5
78	1440.847	67.006	77.631	588973.279	4064656.112	269.139g	2.50	-2.5
79	1460.000	64.804	77.210	588982.366	4064639.253	267.919g	2.50	-2.5
80	1480.000	62.832	76.771	588992.198	4064621.837	266.646g	2.50	-2.5
81	1500.000	63.160	76.331	589002.376	4064604.621	265.373g	2.50	-2.5
82	1520.000	63.461	75.892	589012.897	4064587.612	264.100g	2.50	-2.5
83	1540.000	63.150	75.452	589023.755	4064570.816	262.826g	2.50	-2.5
84	1560.000	63.428	75.012	589034.947	4064554.242	261.553g	2.50	-2.5
85	1580.000	62.620	74.573	589046.469	4064537.894	260.280g	2.50	-2.5
86	1600.000	63.889	74.133	589058.315	4064521.780	259.007g	2.50	-2.5
87	1620.000	65.794	73.694	589070.480	4064505.906	257.733g	2.50	-2.5
88	1640.000	65.873	73.254	589082.961	4064490.279	256.460g	2.50	-2.5
89	1660.000	66.836	72.815	589095.752	4064474.904	255.187g	2.50	-2.5
90	1680.000	64.162	72.375	589108.848	4064459.789	253.914g	2.50	-2.5
91	1700.000	63.289	71.935	589122.244	4064444.938	252.640g	2.50	-2.5
92	1720.000	61.480	71.496	589135.934	4064430.358	251.367g	2.50	-2.5
93	1740.000	61.616	71.056	589149.912	4064416.055	250.094g	2.50	-2.5
94	1760.000	62.871	70.617	589164.174	4064402.034	248.821g	2.50	-2.5
95	1780.000	62.275	70.177	589178.714	4064388.301	247.547g	2.50	-2.5
96	1800.000	62.434	69.738	589193.525	4064374.862	246.274g	2.50	-2.5
97	1820.000	63.336	69.298	589208.602	4064361.721	245.001g	2.50	-2.5
98	1840.000	63.751	68.859	589223.939	4064348.885	243.728g	2.50	-2.5
99	1860.000	63.994	68.419	589239.529	4064336.358	242.454g	2.50	-2.5
100	1880.000	64.214	67.979	589255.367	4064324.145	241.181g	2.50	-2.5
101	1900.000	64.825	67.540	589271.446	4064312.252	239.908g	2.50	-2.5
102	1920.000	65.422	67.100	589287.759	4064300.682	238.635g	2.50	-2.5
103	1921.703	65.546	67.063	589289.160	4064299.712	238.526g	2.50	-2.5
104	1940.000	64.973	66.661	589304.207	4064289.303	238.526g	2.50	-2.5
105	1960.000	64.967	66.221	589320.655	4064277.925	238.526g	2.50	-2.5
106	1975.266	65.886	65.886	589333.210	4064269.240	238.526g	2.50	-2.5

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	265.6	587.1	0.0	0.0
2	20.000	0.0	5038.7	0.0	0.0
3	40.000	0.0	9652.5	0.0	0.0
4	60.000	0.0	13057.0	0.0	0.0
5	78.047	0.0	7066.6	0.0	0.0
6	80.000	0.0	7763.9	0.0	0.0
7	100.000	0.0	16639.3	0.0	0.0
8	120.000	0.0	17182.8	0.0	0.0
9	140.000	0.0	15645.6	0.0	0.0
10	160.000	0.0	14397.5	0.0	0.0
11	180.000	0.0	13312.5	0.0	0.0
12	200.000	0.0	10534.1	0.0	0.0
13	220.000	0.0	7831.6	0.0	0.0
14	240.000	0.0	6355.9	0.0	0.0
15	260.000	0.0	6076.5	0.0	0.0
16	280.000	0.0	6798.5	0.0	0.0
17	300.000	0.0	7004.7	0.0	0.0
18	320.000	0.0	4569.3	0.0	0.0
19	340.000	440.0	326.8	0.0	0.0
20	360.000	4250.3	0.0	0.0	0.0
21	380.000	7655.0	0.0	0.0	0.0
22	400.000	9583.8	0.0	0.0	0.0
23	420.000	9003.8	0.0	0.0	0.0
24	440.000	9524.3	0.0	0.0	0.0
25	460.000	11565.2	0.0	0.0	0.0
26	480.000	13499.3	0.0	0.0	0.0
27	500.000	14197.6	0.0	0.0	0.0
28	520.000	14844.5	0.0	0.0	0.0
29	540.000	12905.2	0.0	0.0	0.0
30	553.120	7457.2	0.0	0.0	0.0
31	560.000	9237.1	0.0	0.0	0.0
32	580.000	9360.9	0.0	0.0	0.0
33	600.000	3372.9	213.6	0.0	0.0
34	620.000	1094.6	2085.3	0.0	0.0
35	640.000	1371.0	1752.7	0.0	0.0
36	660.000	2949.0	386.4	0.0	0.0
37	680.000	5347.3	0.0	0.0	0.0
38	700.000	9480.0	0.0	0.0	0.0
39	720.000	16812.8	0.0	0.0	0.0
40	740.000	24331.4	0.0	0.0	0.0
41	760.000	30012.7	0.0	0.0	0.0
42	780.000	33060.4	0.0	0.0	0.0
43	800.000	33158.6	0.0	0.0	0.0
44	820.000	32226.7	0.0	0.0	0.0
45	840.000	29901.4	0.0	0.0	0.0
46	860.000	23698.5	0.0	0.0	0.0
47	880.000	14815.0	0.0	0.0	0.0
48	900.000	10978.9	0.0	0.0	0.0
49	920.000	14605.5	0.0	0.0	0.0
50	940.000	19357.4	0.0	0.0	0.0
51	960.000	19792.7	0.0	0.0	0.0
52	980.000	17629.9	0.0	0.0	0.0
53	1000.000	10291.0	0.0	0.0	0.0
54	1009.855	5903.4	0.0	0.0	0.0
55	1020.000	7302.5	296.5	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

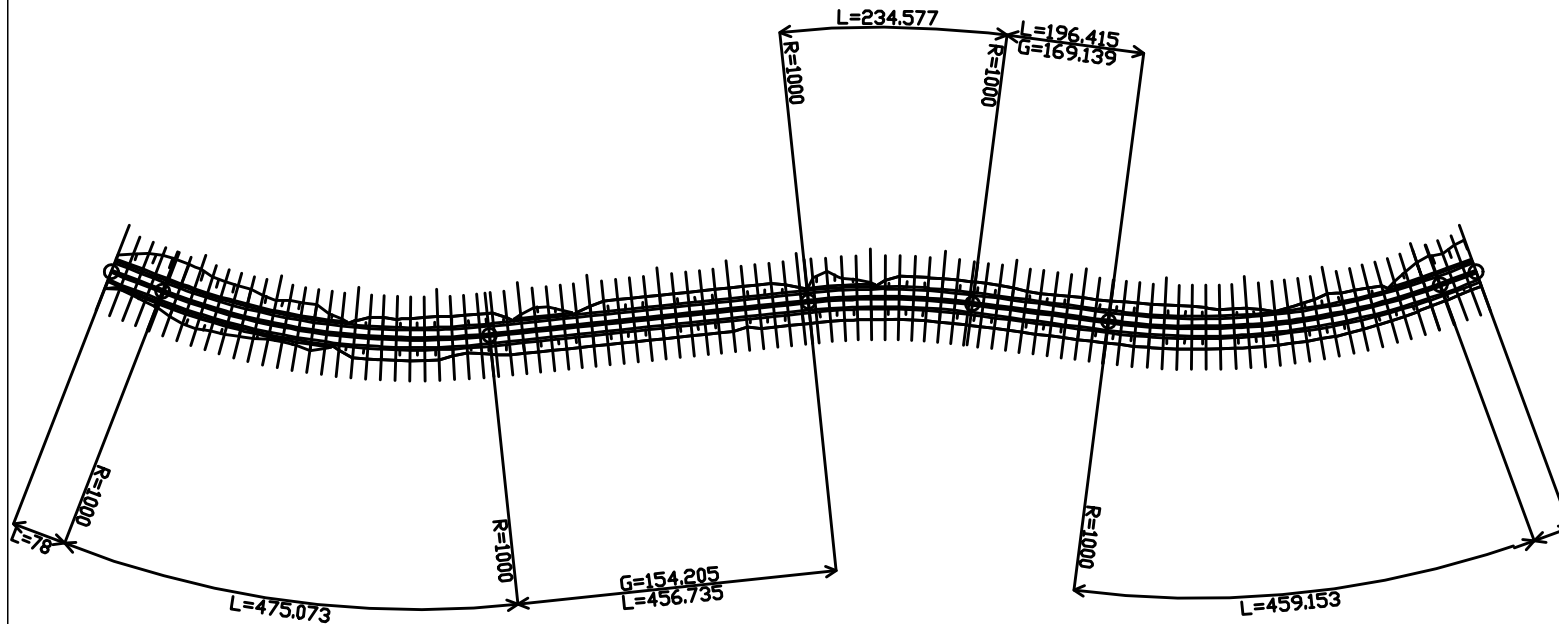
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
56	1040.000	5897.4	2905.0	0.0	0.0
57	1060.000	3114.3	2039.8	0.0	0.0
58	1080.000	1460.3	1534.5	0.0	0.0
59	1100.000	3770.2	213.2	0.0	0.0
60	1120.000	8570.7	0.0	0.0	0.0
61	1140.000	14753.7	0.0	0.0	0.0
62	1160.000	18682.4	0.0	0.0	0.0
63	1180.000	21193.1	0.0	0.0	0.0
64	1200.000	22847.1	0.0	0.0	0.0
65	1220.000	22305.6	0.0	0.0	0.0
66	1240.000	12182.6	0.0	0.0	0.0
67	1244.432	9632.8	0.0	0.0	0.0
68	1260.000	15350.1	0.0	0.0	0.0
69	1280.000	15750.3	0.0	0.0	0.0
70	1300.000	13722.3	0.0	0.0	0.0
71	1320.000	11650.7	0.0	0.0	0.0
72	1340.000	10538.6	0.0	0.0	0.0
73	1360.000	10803.0	0.0	0.0	0.0
74	1380.000	11511.8	0.0	0.0	0.0
75	1400.000	11221.2	0.0	0.0	0.0
76	1420.000	10594.4	0.0	0.0	0.0
77	1440.000	5432.5	0.0	0.0	0.0
78	1440.847	5255.6	0.0	0.0	0.0
79	1460.000	11440.4	0.0	0.0	0.0
80	1480.000	12999.7	0.0	0.0	0.0
81	1500.000	12944.9	0.0	0.0	0.0
82	1520.000	12620.3	0.0	0.0	0.0
83	1540.000	12426.2	0.0	0.0	0.0
84	1560.000	11577.9	0.0	0.0	0.0
85	1580.000	10716.2	0.0	0.0	0.0
86	1600.000	8655.3	0.0	0.0	0.0
87	1620.000	6686.3	0.0	0.0	0.0
88	1640.000	6125.4	0.0	0.0	0.0
89	1660.000	4592.1	0.0	0.0	0.0
90	1680.000	5311.3	0.0	0.0	0.0
91	1700.000	6943.0	0.0	0.0	0.0
92	1720.000	7718.8	0.0	0.0	0.0
93	1740.000	6436.1	0.0	0.0	0.0
94	1760.000	6974.9	0.0	0.0	0.0
95	1780.000	6078.1	0.0	0.0	0.0
96	1800.000	5468.8	0.0	0.0	0.0
97	1820.000	4674.3	0.0	0.0	0.0
98	1840.000	4002.2	0.0	0.0	0.0
99	1860.000	2021.9	634.2	0.0	0.0
100	1880.000	1918.0	2176.9	0.0	0.0
101	1900.000	1537.3	2564.7	0.0	0.0
102	1920.000	885.8	1167.4	0.0	0.0
103	1921.703	817.7	1044.3	0.0	0.0
104	1940.000	1246.7	2611.2	0.0	0.0
105	1960.000	1011.9	2794.0	0.0	0.0
106	1975.266	349.6	1560.0	0.0	0.0
		941705	195821	0	0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
1	0.000	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
2	20.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
3	40.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
4	60.000	313.9	138.3	32.0	0.0	0.0
5	78.047	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
6	80.000	181.1	79.8	18.4	0.0	0.0
7	100.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
8	120.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
9	140.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
10	160.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
11	180.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
12	200.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
13	220.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
14	240.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
15	260.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
16	280.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
17	300.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
18	320.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
19	340.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
20	360.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
21	380.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
22	400.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
23	420.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
24	440.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
25	460.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
26	480.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
27	500.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
28	520.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
29	540.000	273.2	120.4	27.8	0.0	0.0
30	553.120	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
31	560.000	221.8	97.7	22.6	0.0	0.0
32	580.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
33	600.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
34	620.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
35	640.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
36	660.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
37	680.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
38	700.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
39	720.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
40	740.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
41	760.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
42	780.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
43	800.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
44	820.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
45	840.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
46	860.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
47	880.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
48	900.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
49	920.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
50	940.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
51	960.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
52	980.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
53	1000.000	246.3	108.5	25.1	0.0	0.0
54	1009.855	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
55	1020.000	248.7	109.6	25.3	0.0	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
56	1040.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
57	1060.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
58	1080.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
59	1100.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
60	1120.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
61	1140.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
62	1160.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
63	1180.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
64	1200.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
65	1220.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
66	1240.000	201.6	88.8	20.5	0.0	0.0
67	1244.432	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
68	1260.000	293.4	129.3	29.9	0.0	0.0
69	1280.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
70	1300.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
71	1320.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
72	1340.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
73	1360.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
74	1380.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
75	1400.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
76	1420.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
77	1440.000	172.0	75.8	17.5	0.0	0.0
78	1440.847	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
79	1460.000	323.0	142.3	32.9	0.0	0.0
80	1480.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
81	1500.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
82	1520.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
83	1540.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
84	1560.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
85	1580.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
86	1600.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
87	1620.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
88	1640.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
89	1660.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
90	1680.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
91	1700.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
92	1720.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
93	1740.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
94	1760.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
95	1780.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
96	1800.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
97	1820.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
98	1840.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
99	1860.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
100	1880.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
101	1900.000	330.0	145.4	33.6	0.0	0.0
102	1920.000	179.1	78.9	18.2	0.0	0.0
103	1921.703	165.0	72.7	16.8	0.0	0.0
104	1940.000	315.9	139.2	32.2	0.0	0.0
105	1960.000	290.9	128.2	29.6	0.0	0.0
106	1975.266	125.9	55.5	12.8	0.0	0.0
		32592	14360	3318	0	0

[illegible]

ECHELLE 1/10000

UMMTO

**TAKSER 1000**

S = 1040.000
 ZTN = 02.457
 ZPD = 04.029

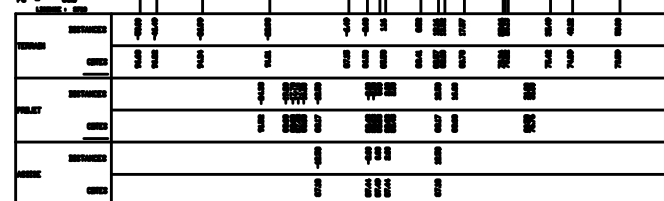
DDND-1/ 500
 DDND-1/ 500
 PC - 500



TAMER 1P20

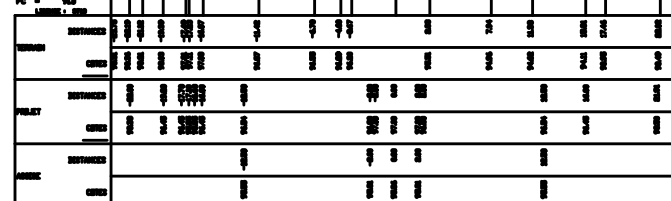
S	=	600.000
ΣTH	=	60.000
ΣFMS	=	60.435

DDH-V 500
 DDH-V 500
 PC - 650

**THIRD YEAR**

S = 340.000
 ZTM = 95.013
 ZTM = 95.004

100%	100%
100%	100%
100%	100%

**TAMER UZER**

S = 400.000
 ZTM = 79.604
 ZFOT = 90.713

000-1	000
000-1	000
000-1	000

**TAKING ACTION**

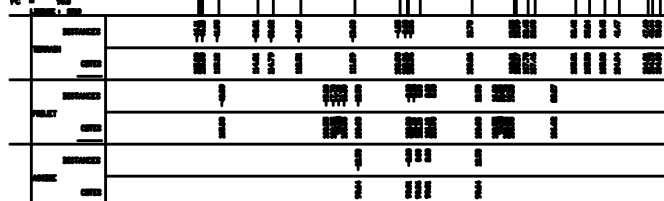
S = 20.000
 ZTM = 110.000
 ZFWD = 105.155

EXHIBIT 1	200
EXHIBIT 2	200
EXHIBIT 3	200

**TARGET 1973**

S	=	200.000
XTM	=	100.000
ZFSD	=	100.000

EDS-V	500
EDS-V	500
EC - 1	500



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI
DE TIZI-OUZOU**

**ETUDE D'UN TRANÇON AUTO-ROUTIER
DE LA PENETRANTE DE TIZI-OUZOU
SUR UN LINEAIRE DE 02 Km AVEC LA
CONCEPTION DE DEUX (02)
ECHANGEURS**

Planche

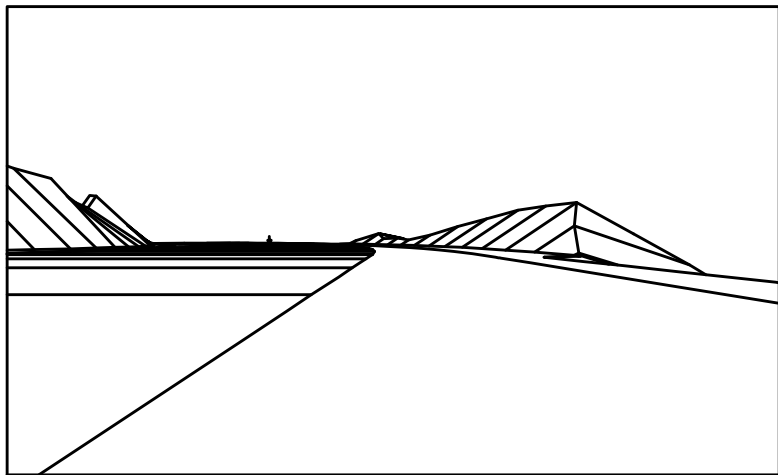
N° 0

Profils en travers

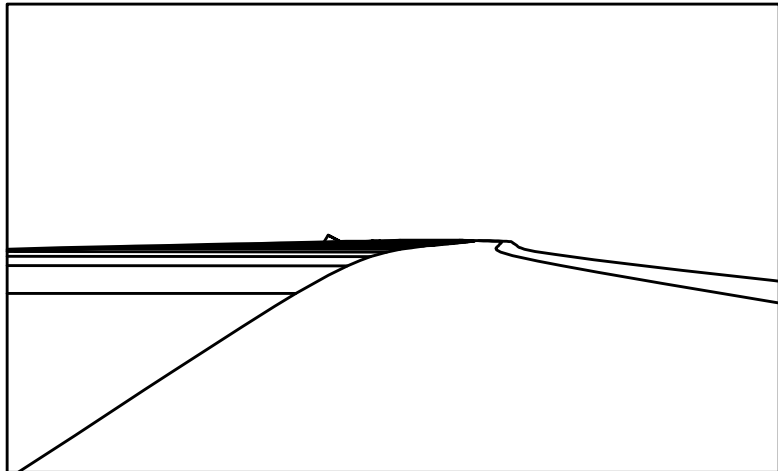
Echelle

Elaboré par : TITOUCHE NAIMA
AMANI SARAH

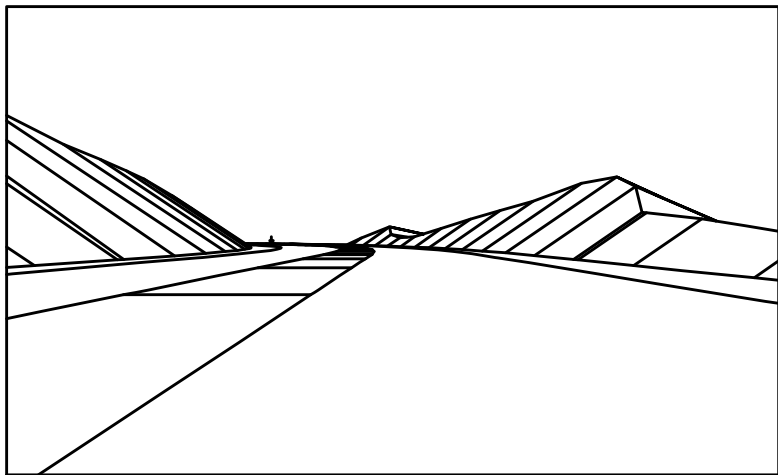
UMMTO



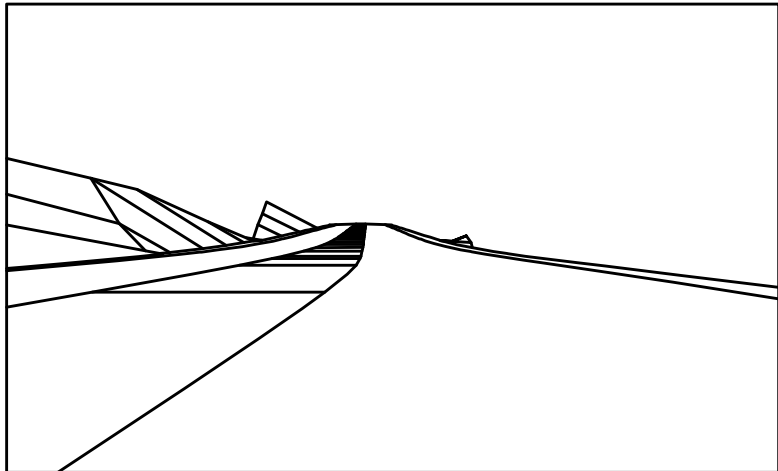
C:\USERS\TR... \TABULA 1P1S
ABSCISSE 0. SENS ALLER
USAGER D= 1.75 H= 1.20 OBSTACLE H= 0.00
DISTANCE DE VISIBILITE = 420 L'ANNÉE 1 9719 PAS DE PERTE DE TRACE



C:\USERS\TR... \TABULA 1P1S
ABSCISSE 1100. SENS ALLER
USAGER D= 1.75 H= 1.20 OBSTACLE H= 0.00
DISTANCE DE VISIBILITE > 500 L'ANNÉE 1 9719 PAS DE PERTE DE TRACE



C:\USERS\TR... \TABULA 1P1S
ABSCISSE 0. SENS ALLER
USAGER D= 1.75 H= 1.20 OBSTACLE H= 0.00
DISTANCE DE VISIBILITE = 415 L'ANNÉE 1 9719 PAS DE PERTE DE TRACE



C:\USERS\TR... \TABULA 1P1S

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI
DE TIZI-OUZOU

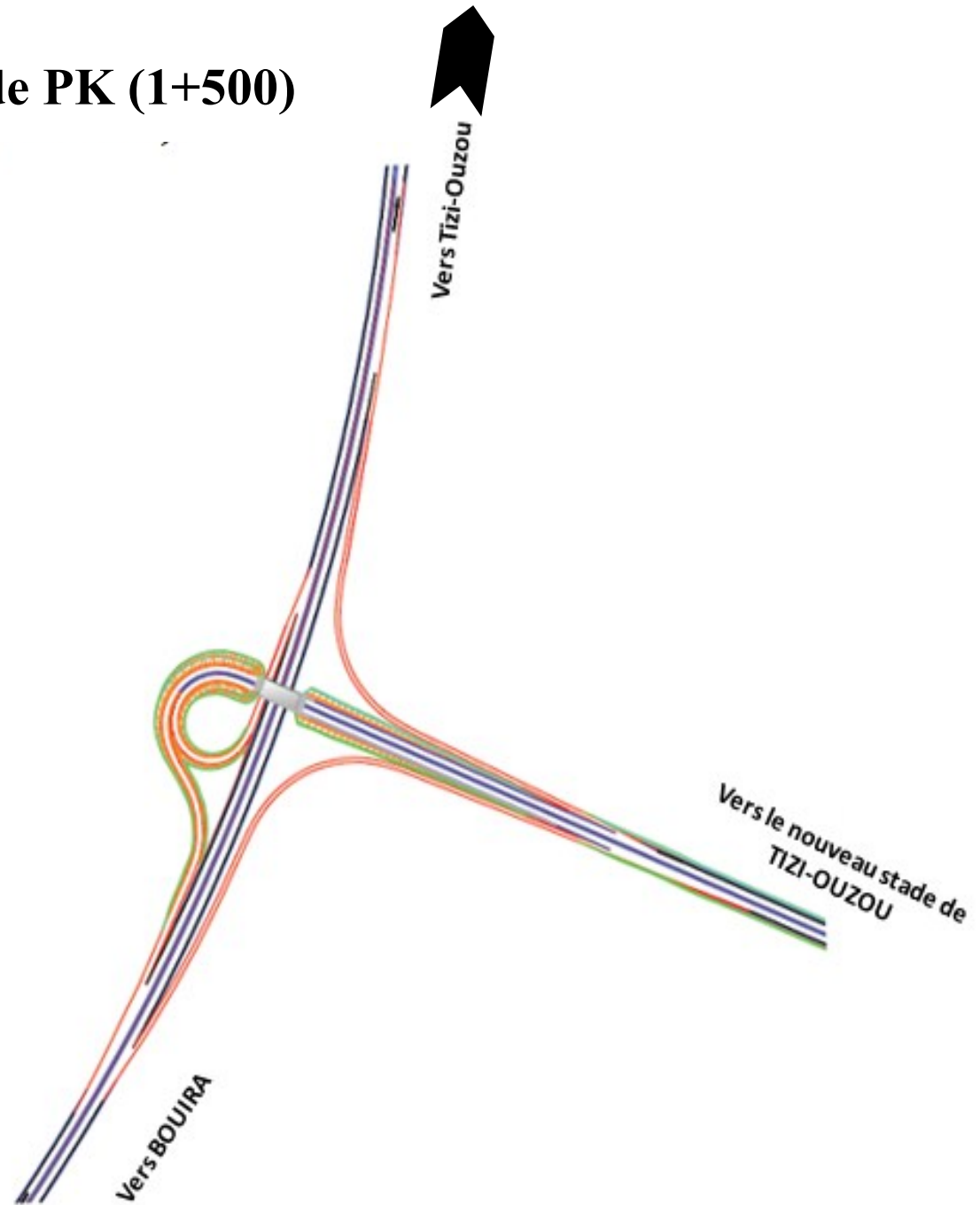
ETUDE D'UN TRANÇON AUTO-ROUTIER
DE LA PENETRANTE DE TIZI-OUZOU
SUR UN LINEAIRE DE 02 Km AVEC LA
CONCEPTION DE DEUX (02)
ECHANGEURS

Planche	Perspectives	Echelle
N° 03		

Elaboré par : TITOUCHE NAIMA
AMANI SARAH

UMMTO

Echangeur Stade au niveau de PK (1+500)



Echangeur RN12 au niveau de PK (0+000)

