

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



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue d'obtention du diplôme de master en génie civil
Option : Voies et Ouvrages d'Art

THÈME

*Etude d'un tronçon de route de 2,5 km sur la pénétrante de
Tizi-Ouzou (pk 33+500 au pk 36+000) avec la conception d'un
échangeur*



Présenté par :

M^{elle}. BERKANI SOUHILA

Mr. BELKALEM KAMAL

Encadré par :

Mr. SMAIL GABI

Promotion 2016/2017

Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier le bon Dieu, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

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

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

Nous citons nommément :

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

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

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

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

Dédicaces

Je dédie ce travail, particulièrement, à mes parents ; Omar et Malika.

A mes frères : Hakim et Nabil.

A mes sœurs : Samira et Tassaadit

A mon neveu : Ilyas

Ainsi qu'à toute la famille BELKALEM en général.

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

*A tous mes amis (es) particulièrement : Mohamed, Arezki, Hilal,
Salim, Amar, Koussaila, Ouiza, Kristina.*

Et toute la promotion VOA 2017

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

KAMAL

*Je dédie ce modeste travail à mes très chers
parents, à toute ma famille et à tous ceux qui me
sont chères.*

Souhila....

SOMMAIRE

Introduction générale

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

Introduction	1
I.1 Aperçu sur la wilaya de Tizi-Ouzou	1
I.2 Présentation général de la pénétrante.....	2
I.3 Présentation du tronçon à étudier.....	2
I.4: Justification et nécessiter de l'échangeur	3
I.5 Objectif du projet	3

CHAPITRE II : PARAMETRE DE BASE

Introduction	5
II.1 Environnement de la route.....	5
II.2 La catégorie de la route	6
II.3 Vitesse de référence.....	6
Conclusion.....	7

CHAPITRE III : ETUDE DE TRAFIC

Introduction	8
III.1 L'analyse du trafic.....	8
III.2 Différents types du trafic.....	10
III.3 Calcul de la capacité.....	11
III.4 Application au projet.....	13
Conclusion.....	16

CHAPITRE IV : ETUDE GEOMETRIQUE

Introduction	17
--------------------	----

IV.1 Tracée en plan

IV.1.1 Définition	17
IV.1.2 Règles a respecté dans le tracé en plan	17
IV.1.3Eléments du tracé en plan.....	17
IV.1.4 Application à notre projet	20

IV.2 Profil en long

IV.2.1 Définition	23
IV.2.2 Règle à respecter dans le profil en long	23
IV.2.3 Déclivités	23
IV.2.4 Raccordement en profil en long	24
IV.2.5 Valeurs limité.....	25
IV.2.6 Coordination du tracé en plan et du profil en long	25
IV.2.7 Application au projet.....	26

IV.3 Profil en travers

IV.3.1 Définition	27
IV.3.2 Les éléments du profil en travers	27
IV.3.3 Application au projet.....	28
Conclusion.....	30

CHAPITRE V : CUBATURES

Introduction	31
V.1. Définitions	31
V.2 Les méthodes de calcul des cubatures.....	32
V.3. Application au projet.....	34

CHAPITRE VI : ETUDE GEOTECHNIQUE

Introduction	35
VI.1.Aperçu sismique.....	35
VI.2.Géologie et hydrogéologie	36
VI.3.Etude géotechnique.....	36
VI.4.Application au projet.....	40
VI.5.Les conditions d'utilisation des sols en remblais	46
VI.6.Les talus.....	46
Conclusion.....	48

CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

Introduction	49
VII.1. La chaussée	49
VII.2. Justification du choix de la chaussée souple	52
VII.3. Les principales méthodes de dimensionnement	52
VII.4. Application au projet	56
VII.5 Vérification a la fatigues des structures et de la déformation.....	61
Conclusion.....	65

CHAPITRE VIII : ECHANGEUR

Introduction	66
VIII.1.Définition d'un échangeur.....	66
VIII.2. Le rôle de l'échangeur.....	66
VIII.3. Types d'échangeurs.....	66
VIII.4. Caractéristiques géométriques des échangeurs	67
VIII.5. Choix de l'échangeur	67
VIII.6. Application au projet.....	68
Conclusion.....	75

CHAPITRE IX : HYDRAULIQUE ET ASSAINISSEMENT

Introduction	76
IX.1. Objectif de l'assainissement	76
IX.2 Assainissement de la chaussée.....	76
IX.3. Dimensionnement des ouvrages d'évacuation.....	78
IX.4. Application a notre projet	82
Conclusion.....	90

CHAPITRE X : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

Signalisation

Introduction.....	91
X.1.1L'objet de la signalisation routière.....	91
X.1.2Règle à respecter pour la signalisation.....	91
X .1.3 Catégories de signalisation.....	91
X.1.4 Types de signalisation.....	92
X.1.5 Application au projet.....	94

2. Eclairage

Introduction.....	96
X.2.1 les différentes classes d'éclairage.....	96
X.2.2 Eclairage d'un point singulier.....	96
X.2.3 Paramètre de l'implantation du luminaire	97
X.2.4 Application au projet.....	97

CHAPITRE XI : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Introduction.....	98
XI.1.Objectif de d'étude d'impact sur l'environnement	98
XI.2.Cadre juridique.....	98
XI.3.Impact des routes sur l'environnement.....	98
XI.4.Mesures prises pour minimiser les impacts négatifs.....	100
Conclusion.....	100

Conclusion générale

Bibliographie

Annexes

LISTE DE FIGURES

Figure I.1: Situation de la wilaya d'implantation du projet.....	1
Figure I.2: Situation de notre projet.....	3
Figure IV.1 : Schéma des éléments du tracé en plan.....	18
Figure IV.2 : le nuage de point.....	21
Figure IV.3 : Triangulation et calcul de courbe de niveau.....	21
Figure IV.4 : Axe en plan.....	22
Figure IV.5 : Raccordement en convexe et concave.....	25
Figure IV.6 : Élément du profil en long.....	26
Figure IV.7 : Éléments constitutifs du profil en travers en section courante....	27
Figure IV.8 : Profil en travers.....	30
Figure V.1 : Profil en long d'un tracé donné.....	32
Figure VI.1 : Zonage sismique de l'Algérie.....	35
Figure VI.2 : Argiles marneuses et marnes grisâtres du SCP-55(5) au niveau du Pk 33+500.....	40
Figure VI.3 : Alternance des grès, calcaires et marnes au niveau du Pk 33+850.....	41
Figure VI.4 : Alternance de grès calcaires, grès et marnes au niveau du Pk 34+800.....	41
Figure VII.1: les différentes catégories de chaussé.....	49
Figure VII.2 : Différentes couches de la chaussée souple.....	51
Figure VII.3 : démarches de catalogue.....	56
Figure VII.4 : Schéma de différentes couches obtenues.....	58
Figure VII.5 : Classe TPLi pour RP1.....	59
Figure VII.6: Schéma illustratif du mode de fonctionnement.....	61
Figure VIII.1 : Types d'échangeurs.....	67
Figure VIII.2 : vitesse conventionnelle dans une bretelle en fonction du rayon de la courbe.....	70
Figure VIII.3 : Dispositif de sortie de l'autoroute.....	71
Figure VIII.4 : Dispositif d'entrée en autoroute.....	71

LISTE DE FIGURES

Figure VIII. 5: longueur «d'accélération/décélération » en fonction du rayon..	72
Figure VIII.6 : Règle de visibilité sur une sortie d'autoroute.....	74
Figure VIII.7 : Règle de visibilité sur une entrée d'autoroute.....	74
Figure VIII.8 : Schéma type de l'échangeur.....	75
Figure IX.1: Différents ouvrage d'assainissement.....	78
Figure IX.2: Délimitation des bassins versants.....	82
Figure. IX.3 : Le fossé retenu.....	88
Figure IX.4 : schéma d'une buse.....	89
Figure IX.5: Schéma du dalot.....	90
Figure X.1: Types de modulation.....	93
Figure X.2 : Paramètres de l'implantation des luminaires.....	97

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : Environnement de la route.....	5
Tableau II-1 : paramètre géométrique du projet.....	6
Tableau III.1: coefficient d'équivalence.....	12
Tableau III.2 : Valeur de K_1	13
Tableau III.3 : valeur de K_2	13
Tableau III.4 : valeur de la capacité théorique (C_{th}).....	13
Tableau III.5: Résultats de calcul.....	16
Tableau IV.1 : Valeur minimales des rayons du tracé en plan.....	19
Tableau IV.2 : résultats des paramètres du tracé en plan.....	20
Tableau IV.3 : limite des paramètres de profil en long.....	25
Tableau IV.4 : résultats des paramètres de profil en long.....	26
Tableau IV.5 : profil en travers type proposé.....	26
Tableau VI.1 : Coefficient d'accélération de zone.....	36
Tableau VI.2 : les résultats des essais physiques.....	42
Tableau VI.3 : les résultats des analyses chimiques.....	42
Tableau VI.4 : les résultats des puits de reconnaissance.....	43
Tableau VI.5 : les résultats des essais pressiométriques.....	44
Tableau VI.6 : classification des sols selon GTR.....	45
Tableau VII.1 : coefficient d'équivalence.....	53
Tableau VII.2 : Classement du trafic suivant le catalogue.....	54
Tableau VII.3 : Classe du sol.....	54
Tableau VII.4: Les résultats des différentes épaisseurs de la couche de forme.....	55
Tableau VII.5 : Résultats des épaisseurs obtenus.....	58
Tableau VII.6: Réseaux principaux.....	59
Tableau VII.7: Résultats de du calcul ALIZE.....	65
Tableau VII.8: Déformations.....	65
Tableau VIII.1 : les valeurs de la vitesse dans les bretelles.....	69
Tableau VIII.2 : Valeur limites des rayons.....	70

LISTE DES TABLEAUX

Tableau VIII.3 : Les valeurs limites des paramètres du tracé en plan.....	70
Tableau VIII.4 : valeurs de L_0 en fonction de R.....	72
Tableau VIII.5 : Les valeurs limites des paramètres du profil en long.....	72
Tableau VIII.6 : Les valeurs limites des paramètres du profil en travers.....	73
Tableau VIII.7 : Bretelle unidirectionnelle à une voie.....	73
Tableau VIII.8 : profil en travers type d'une boucle.....	73
Tableau VIII.9 : Principales distances de visibilité.....	75
Tableau IX. 1 : Valeurs des coefficients de ruissellement.....	79
Tableau IX.2 : Variable de gauss en fonction de la période de retour.....	80
Tableau IX.3 : Caractéristiques des bassins versants.....	83
Tableau IX.4 : les valeurs de la hauteur de la pluie journalière maximal annuelle.....	83
Tableau IX.5 : les valeurs de temps de concentration.....	83
Tableau IX.6 : Les valeurs de l'intensité de l'averse.....	84
Tableau IX.7 : Section et débit d'apport de bassin versant 01.....	85
Tableau IX .8 : section et débit d'apport de bassin versant 02.....	85
Tableau IX. 8 : Section et débit d'apport de bassin versant 03.....	86
Tableau IX.9 : section et débit d'apport des bassins versants 04.....	86
Tableau IX.10 : section et débit d'apport de bassin versant 05.....	86
Tableau IX.11 : valeurs de Q_s en fonction de (b, h).....	88
Tableau IX.12 : valeurs de rayons des buses en fonction de Q_a	89
Tableau IX.13 : valeur de Q_a en fonction de (B, H)	90
Tableau IX.14 : liste des ouvrages hydrauliques.....	90
Tableau X.1 : Modulations des lignes discontinues.....	93
Tableau XI.1 : Mesures prises pour minimiser les impacts négatifs.....	100

Introduction générale

L'analyse de la situation des pays équipés et développés, montre que le secteur du transport constitue une base au plan du développement national et de la croissance économique. Cela montre bien que le secteur du transport est un secteur stratégique sur les plans économiques et sociales, et de l'intégrité du territoire. Il concourt à la satisfaction des besoins essentiels de la population et impulse et conforte le reste de l'économie nationale, dont il constitue une véritable locomotive ; comme cela a été le cas dans l'histoire des pays actuellement développés, ou en voie de développement.

En Algérie le transport routier joue un rôle majeur dans la mesure où la route supporte plus de 80% du trafic marchandises et voyageurs. La croissance socio-économique impose la préservation et la rénovation de ses moyens de communication notamment dans le domaine des infrastructures routières.

Les préoccupations dominantes des responsables d'infrastructures routières ont tendues progressivement à des techniques de réalisation nouvelles qui pouvant faciliter la circulation, et amortir l'augmentation du trafic prenant conscience du problème.

Notre étude consiste à traiter le projet de la pénétrante autoroutière qui reliera la ville de Tizi-Ouzou à l'autoroute est-ouest avec un temps de parcours ne dépassant pas les 30mn. 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 nationale des autoroutes de la wilaya de Tizi-Ouzou. Il devra nous permettre d'évaluer et mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant notre cursus universitaire et de s'adapter avec les différentes étapes de la conception routière.

Introduction

Le réseau routier est le seul moyen de communication dans la wilaya de Tizi-Ouzou en absence de transports aériens et maritimes. Dans ce cas , il est nécessaire d'améliorer ce réseau et de construire de nouvelles infrastructures routières ,pour faciliter les déplacements et les échanges commerciaux soit dans la wilaya même, soit avec les autres wilayas voisines.

Dans ce cadre l'agence nationale des autoroutes de la wilaya réalise plusieurs infrastructures et ouvrages d'arts de grande importance, telle que l'autoroute Nord-Sud dite la « pénétrante » afin de relier la ville de Tizi-Ouzou à l'autoroute Est-Ouest au niveau de Djebahia, wilaya de Bouira..

I.2 Présentation général de la pénétrante

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 Draa Ben Khedda du côté de la wilaya de Tizi-ouzou jusqu'à Djebahia de 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 Draa Ben Khedda Sud de la RN 12 qui est définie par le PK 00+000 dans la wilaya de Tizi-Ouzou pour aboutir au niveau de la limite de la wilaya de Bouira, (Tizi-Laarba) qu'est définie par le PK 36+000.

Le tracé de la pénétrante doit d'une part intercepter un important nombre de chemins tel que :RN12, CW 128, CW 228, RN 25, CW 152, RN 68 et plusieurs chemins communaux et d'autre part de contourner la ville de Draa Ben Khedda, le plan d'eau du barrage de Souk N'Tleta après l'intersection RN 25 - CW 128 et la localité de Draa El Mizane. Différents ouvrages sont prévus tout au long du projet tel que des tunnels, des échangeurs et viaducs à cause de la nature du relief escarpé.

I.3 Présentation du tronçon à étudier

Notre projet consiste à étudier un tronçon routier au niveau de Draa el Mizan , qui débutera au niveau de Boufhimia qui correspond au point de départ PK 33+500 allant vers le point d'arriver PK 36+000 qui se trouve au niveau de Tizi-Larbaa (voir figure I.2).

Cette section à étudier s'étend sur une longueur de 2.5 Km ,et véhicule un trafic journalier moyen important estime a l'ordre de 8000v/j/sens avec un pourcentage de 35%en poids lourds.

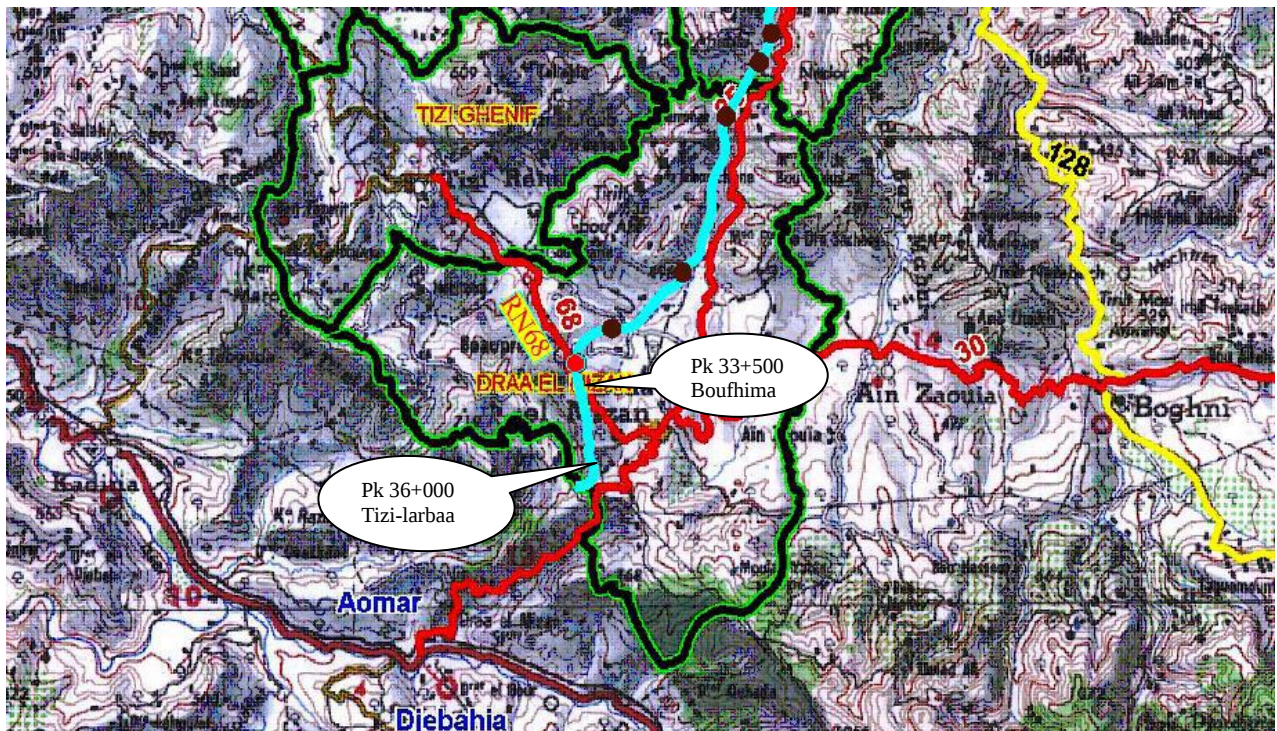


Figure I.2: Situation de notre projet

I.4 Objectif du projet

Le développement économique et social d'un pays se mesure avec ses réseaux routiers. Et dans ce cadre, l'état Algérien a réalisé de grands projets. L'autoroute Est-Ouest est un exemple qui nous permet de assurer la communication entre toutes les wilayas du pays. Notre projet s'inscrit dans cette perspective, ainsi il nous permet d'assurer les objectifs suivants :

- Relier la wilaya de Tizi-Ouzou à l'autoroute Est-Ouest.
- Augmenter la capacité de la route.
- Améliorer le niveau de service de la route et sa sécurité en réduisant le temps de passage sur elle.
- Assurer la fluidité de la circulation, et sécuriser les voyageurs sur ce tronçon où le trafic est en croissance permanente.
- Desservira les communes de Draa Ben Khedda, Tizi-Ouzou, Tirmittine, Ait Yahia Moussa, Tizi-Guennif et Draa El Mizan.

Introduction

Le but de ce chapitre est de présenter les normes géométriques qui ont été la base de l'approfondissement de l'APD.

La conception géométrique proposée dans notre projet est basée principalement sur les dispositions de l'ICTAAL2000.

II.1 Environnement de la route

L'environnement de la route est caractérisé par deux indicateurs :

La dénivelée cumulée moyenne et la sinuosité.

II.1.1 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.1.2 Sinuosité

La sinuosité d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur L_s 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

Tableau II.1 : Environnement de la route

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

Remarque : d'après les résultats de l'ANA, notre projet contient un relief montagneux, donc nous sommes dans un environnement E_3 .

II.2 La catégorie de la route

Pour choisir la catégorie de notre route, on utilise L'ICTAAL, ce dernier propose deux catégories de vitesse de référence pour les autoroutes, qui se distinguent comme suit :

II.2.1 La catégorie L_1 : Appropriée en région de plaine ou vallonnée où les contraintes de relief sont modérées, la vitesse maximale autorisée pour cette catégorie est de 130km/h.

II.2.2 La catégorie L_2 : Mieux adaptée aux sites de relief plus difficile, compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'elle implique, la vitesse maximale autorisée pour cette catégorie est de 110km/h.

Remarque : notre projet est de catégorie L_2 .

II.3 Vitesse de référence

La vitesse de référence est le critère principal pour la définition des paramètres géométriques d'un itinéraire, elle dépend de la catégorie, de l'environnement et de la politique économique du pays.

Le choix de la vitesse de référence joue un rôle très important sur le cout du projet.

Tableau II-2: paramètre géométrique du projet .

N°	Désignation des paramètres	Symbole unité	Catégorie	
			L_1	L_2
1	Vitesse maximale	V(Km/h)	130	110
2	Trace 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 clothoïde	$L_s(m)$	Max ($14 \Delta\delta ; R/9$)	Max ($14 \Delta\delta ; R/9$)
(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 convexe	$R_v(m)$	12500	6000
(4)	Rayon minimal de raccordement concave	$R_v(m)$	4200	3000
4	Profil en travers			
(1)	Nombre de voie de chaque chaussée	N	2 à 4	2 à 4
(2)	Largeur de voie	L(m)	3.5	3.5
(3)	Dévers minimum	d(%)	2.5	2.5
(4)	Dévers maximum	d(%)	7	7

Remarque : la vitesse de référence de notre projet d'après le règlement ICTAAL, « le circulaire du 12 décembre 2000, à l'article 1.2 » est 110km/h.

Conclusion

On résume que nous sommes dans un environnement E_3 , catégorie L_2 et la vitesse de référence est 110 km/h.

Introduction

L'étude du trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport. Il permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

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

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

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

III.1 L'analyse du trafic

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier. Il consiste à caractériser les conditions de circulation des usages de la route (volume, composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

III.1.1 La Mesure Des Trafics

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

- ✓ **Les comptages** : permettent de quantifier le trafic.
- ✓ **Les enquêtes** : permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

a. Les Comptages

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

- ✓ **Les comptages manuels.**
- ✓ **Les comptages automatiques.**

a.1 Les comptages automatiques

Ils sont effectués à l'aide d'un appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée.

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires

- ✓ **Les comptages permanents** : sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

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

L'inconvénient de cette méthode : tous les matériels de comptage actuellement utilisés ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds.

a.2 Les comptages manuels

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et de transports communs.

Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (**T.J.M.A**).

b. les Enquêtes Origine Destination

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

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination. Il existe plusieurs types d'enquêtes :

b.1 les Enquêtes papillons ou distributions

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

Les avantages de la méthode : c'est la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

Les inconvénients de la méthode : c'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

b.2 Relevé des plaques minéralogiques

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre chiffres ou lettres), la comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux.

Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre, le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable.

b.3 interview des conducteurs

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'arrêter l'usager) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées : (origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement tels que le type de véhicule.

b.4 Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage

Un échantillon de ménage sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'une interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

III.2 Différents types du trafic

III.2.1 trafic normal

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

III.2.2 trafic dévié

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

III.2.3 Trafic induit

C'est le trafic qui résulte:

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

III.2.4 Trafic total

C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

III.3 Calcul de la capacité

III.3.1 Définition de la capacité

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée.

La capacité dépend :

- Des conditions du trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre)
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies)

III.3.2 Projection future du trafic

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

$$\mathbf{TJMAh = TJMA_0 (1+\tau)^n}$$

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

TJMA₀ : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

III.3.3 Calcul de trafic effectif

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction du type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (uvp).

Le trafic effectif est donné par la relation.

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

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

Z : pourcentage de poids lourd.

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds

Les coefficients d'équivalence P pour le poids lourds sont donnés dans le tableau

Tableau III.1: coefficient d'équivalence.

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

III.3.4 Débit de pointe horaire normal

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

$$Q = \frac{1}{n} T_{\text{eff}}$$

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

III.3.4 Débit horaire admissible

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

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

Avec : **K1** : coefficient lié à l'environnement
K2 : coefficient de réduction de capacité
C_{th} : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable

Tableau III.2 : Valeur de K₁.

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K ₁	0.75	0.85	0.95

Tableau III.3 : valeur de K₂.

Environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E ₁	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E ₂	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E ₃	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

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

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

III.3.5 Détermination du nombre de voies

- **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :** on compare Q à Q_{adm} et on opte pour le profil auquel correspond la valeur de Q_{adm} la plus proche à Q .
- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle :** le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport $S.Q/Q_{adm}$.

Avec :

Q_{adm} : débit admissible par voie

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

III.4 Application au projet

III.4.1 Les données du trafic

D'après les résultats du trafic qui nous ont été fournis par l'ANA

- Le trafic à l'année 2012 $TJMA_{2012} = 8000 \text{ v/j}$ (1 sens).
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$.
- La vitesse de base sur le tracé $V_b = 110 \text{ km/h}$.
- Le pourcentage de poids lourds $Z = 35\%$.
- L'année de mise en service sera en 2019.
- La durée de vie estimée de 20 ans.

III.4.2 Projection future du trafic

L'année de mise en service (2019).

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

Avec $TJMA_h$: trafic à l'horizon (année de mise en service 2019).

$TJMA_o$: trafic à l'année zéro (origine 2012).

$$TJMA_{h2019} = 8000(1+0.04)^7 = 10528 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2019} = 10528 \text{ v/j.}$$

Trafic à l'année (2019) pour une durée de vie de 20 Ans

$$TJMA_{2039} = 10528 \times (1 + 0,04)^{20} = 23069 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2039} = 23069 \text{ v/j.}$$

III.4.3 Calcul du trafic effectif

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

Avec

Z: pourcentage de poids lourds est égal à 35%

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

On a $\left\{ \begin{array}{l} \text{Pour une route à 3 voies et,} \\ \text{Environnement } E_3. \end{array} \right. \longrightarrow P=8$

$$T_{\text{eff}} = 23069 \times [(1 - 0.35) + 8 \times 0.35] = 79589 \text{ uvp/h.}$$

$$T_{\text{eff}} = 79589 \text{ uvp/h}$$

III-4-4 Débit de pointe horaire normale

$$Q = \frac{1}{n} T_{\text{eff}}$$

Avec $\frac{1}{n}$: coefficient de pointe horaire pris est égal à 0.12

$$Q = 0.12 \times 79589 = 9551 \text{ uvp/h}$$

$$Q = 9551 \text{ uvp/h}$$

III.4.5 Débit admissible

Le débit que supporte une section donnée :

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

Avec **K₁**: coefficient correcteur pris égal à 0.95 pour E₃

K₂: coefficient correcteur pris égal à 0.95 pour environnement (E₃) et catégorie (L₂)

C_{th}: capacité théorique

- Calcul de la capacité théorique

$$Q_{adm} = K_1 \times K_2 \times C_{th} \geq Q \quad \longrightarrow$$

$$C_{th} > \frac{Q}{K_1 \times K_2}$$

$$C_{th} = \frac{9551}{0.95 \times 0.95} = 10583 \text{ uvp/h}$$

$C_{th} = 3200$ (d'après le B40 pour E_3 , L_2 et pour une chaussée à 3voies et 1.8m d'accotement).

$$Q_{adm} = 0,95 \times 0.95 \times 3200$$

$$Q_{adm} = 2888 \text{ uvp/h}$$

III.4.6 Le nombre de voies

$$N = S \times (Q/Q_{adm})$$

Avec $S = 2/3$

$$N = (2/3) \times (9551/2888) = 2.21 \approx 3$$

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

III.4.7 Calcul de l'année de saturation

$$T_{eff}(2019) = [(1 - 0.35) + 8 \times 0.35] \times 10528$$

$$T_{eff}(2019) = 36322 \text{ uvp/j.}$$

$$Q_{2019} = 0,12 \times 36322 = 4359 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{2019} = 4359 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times 2888 = 11552 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2019} \Rightarrow n = \frac{\ln(Q_{sat}/Q_{2019})}{\ln(1 + \tau)}$$

$$n = \frac{\ln(\frac{11552}{4359})}{\ln(1 + 0.04)} = 24.84$$

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

D'où notre route sera saturée 25 ans après la mise en service donc l'année de saturation est :

$$\text{Année : } 2044$$

Les calculs sont représentés dans le tableau III.5.

Tableau III.5:Résultats de calcul.

TJMA ₂₀₁₉ (v/j)	TJMA ₂₀₃₉ (v/j)	T _{eff2039} (uvp/j)	Q ₂₀₃₉ (uvp/h)	N
10528	23069	79589	9551	3

Conclusion

D'après les calculs précédents, on a conclut que le profil en travers de notre projet est de type ; chaussée unidirectionnelle de 2x3 voies de 3.5m chacune avec une bande d'arrêt d'urgence de 2.5 m.

Introduction

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain.

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

IV.1 Tracée en plan

IV.1.1 Définition

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontal, Il est constitué en général d'une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif. Ce tracé est caractérisé par une vitesse de base par laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

IV.1.2 Règles à respecté dans le tracé en plan

Les règles à respecter pour le tracé en plan sont résumés dans l'ICTAAL comme suit :

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

IV.1.3 Eléments du trace en plan

Le tracé de l'axe des routes est composé de lignes droites raccordées par des cercles. Mais la pratique de grandes vitesses a imposé l'emploi d'un élément supplémentaire pour le raccordement entre les lignes droites et les cercles qui est le clothoïde

Les éléments géométriques du tracé en plan sont :

- Droites = alignements.
- Arcs de cercle.

- Courbes de raccordement de courbure progressive « clothoïde ».

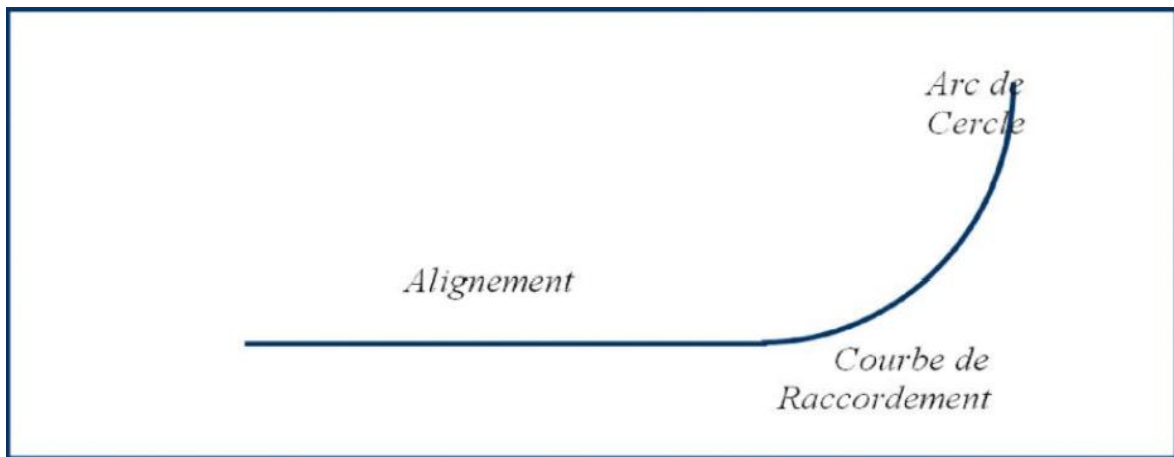


Figure IV.1 : Schéma des éléments du tracé en plan.

IV.1.3.1 alignements droits

L'utilisation des alignements droits dans le tracé des routes reste restreinte, car s'ils représentent des avantages comme :

- Bonne condition de visibilité
- Il représente le plus court chemin pour relier entre deux points
- Absence de la force centrifuge
- Dépassement facile
- Facilité de réalisation

Cependant il représente aussi des inconvénients qu'on ne peut pas nier telle que :

- Monotonie de conduite qui peut provoquer des accidents
- Eblouissement des usagers à cause des feux de route.
- Mauvaise appréciation des distances entre les véhicules.
- Mauvais aspect esthétique

Bien que l'emploi des courbes à grands rayons ($> 1.5 R_{nd}$) est préférable aux alignements droits dans la conception moderne des routes afin d'améliorer le confort et la visibilité et de mieux inscrire le projet dans l'environnement « esthétique » ; quand il y a lieu d'en faire usage, des valeurs limites sont à respecter en fonction de la vitesse de base.

$$\begin{cases} L_{\min} = 5 \times \frac{V_b}{3.6} \\ L_{\max} = 60 \times \frac{V_b}{3.6} \end{cases}$$

Avec : VB(Km/h) : vitesse de référence.

L max : correspond à la distance (en m) parcourue en un temps $t=5s$.

L min : correspond à la distance (en m) parcourue en un temps $t=60s$.

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

IV.1.3.2 arc de cercle

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

L'instabilité des véhicules sous l'effet de la force centrifuge empêche le concepteur d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieure pour éviter le glissement des véhicules.

Tableau IV.1 : Valeur minimales des rayons du tracé en plan

Catégorie		L_1	L_2
Rayon minimal	R_m (m)	600	400
Rayon minimal non déversé	R_{nd} (m)	1000	650

IV.1.3.3 Raccordements progressifs

Les courbes de rayon inférieur à $1,5 R_{nd}$ sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïdes).

Leur longueur est au moins égale à la plus grande des deux valeurs : $14 \left| \Delta\delta \right|$ et $R/9$.

Où R : le rayon de courbure (en m).

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

IV 1.3.4 enchainement des éléments du tracé en plan

Des courbes circulaires de rayon modéré ($<1,5 R_{nd}$) ne peuvent être utilisées qu'en respectant les règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :

➤ introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1 000 m à l'aide de courbes de plus grand rayon. En ce cas, deux courbes successives doivent satisfaire à la condition : $R_1 \leq 1,5R_2$, où R_1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R_2 ($<1,5R_{nd}$) celui de la seconde. Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur, d'une aire ou dans une zone à verglas fréquent.

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

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

Où R : Rayon minimum sans courbe de transition.

IV.1.4 Application à notre projet

Notre projet est situé dans un environnement E_3 et classé en catégorie L_2 avec une vitesse de référence de 110 Km/h, d'après les normes de l'TCTAAL 2000 on a les résultats suivants :

Paramètre	symbole	valeur
La longueur minimale	$L_{\min}(m)$	152
La longueur maximale	$L_{\max}(m)$	1833
Rayon minimal	$R_m(m)$	400
Rayon maximal non déversé	$R_{nd}(m)$	650
Rayon minimum sans courbe de transition	$R(m)$	975

IV.1.4.1 Calcul d'axe :

Le calcul d'axe est l'opération de base par laquelle toute l'étude d'un projet routier doit commencer. Elle consiste au calcul d'axe point par point du début du tronçon à sa fin. On a le nuage de point avec ces coordonnées (X, Y) des sommets qui sont déterminés par simple lecture à partir de la carte d'état major et les rayons choisis pour les différentes directions.

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

✓ Construction du terrain

Construction du fichier fond de plan :

- Ouvrir piste en cliquant sur fichier $\Rightarrow$ nouveau
- Choisir fond de plan **TPL (seg)** $\Rightarrow$ ok

Une boîte de dialogue va apparaître, donner un nom au nouveau fichier (ex : terrain), puis ouvrir et confirmer la création du nouveau fichier.

On obtient alors le nuage de point suivant :

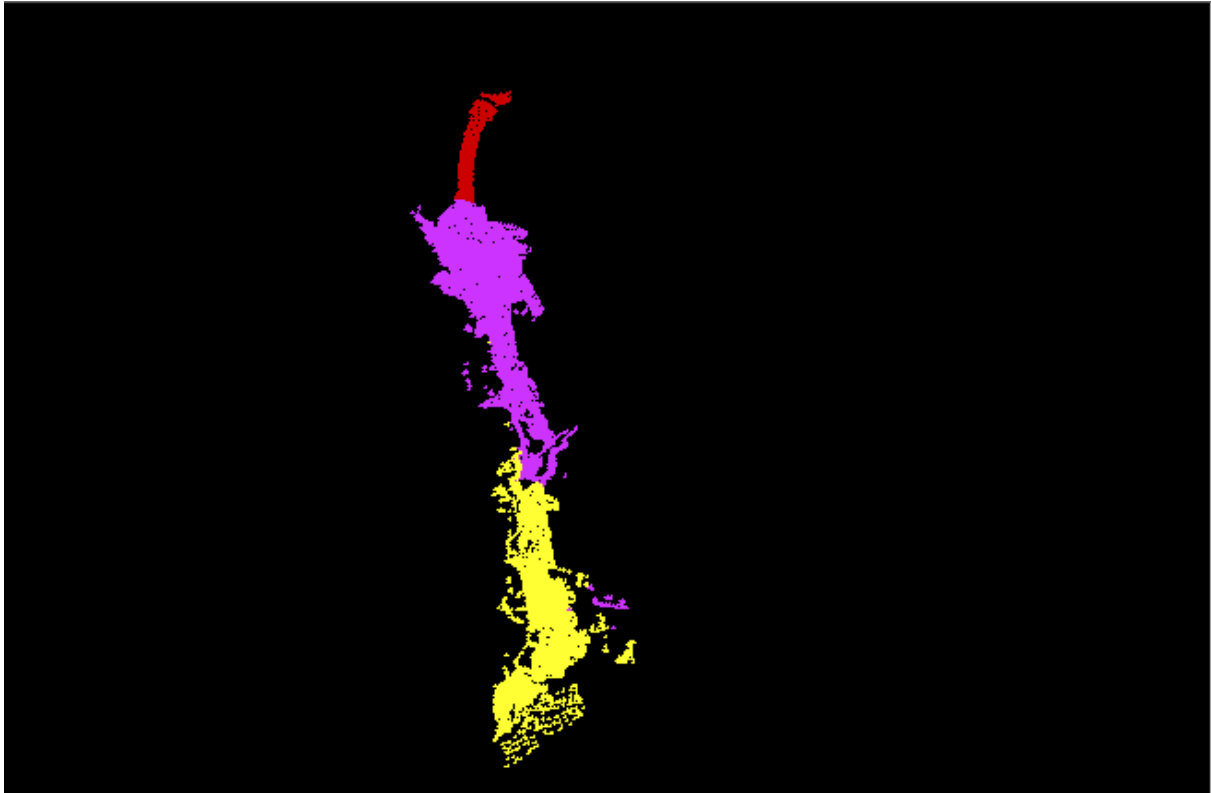


Figure IV.2 : le nuage de point

✓ **Chargement du fichier géométrique**

Fichier $\implies$ lire $\implies$ on aura le nom donne au point topographique $\implies$ Ouvrir, on aura un nuage de point

Maintenant il nous reste à exploiter le fichier ouvert pour tracer notre axe en plan

✓ **Triangulation du terrain**

Elle permet de construire un modèle surfacique du terrain à partir du fichier géométrique précédent.

Calcul $\implies$ trianguler $\implies$ ok triangulation effectuée.

Calcul $\implies$ courbe de niveau (nombre de pas), ok.

Calcul $\implies$ point hauts et bas.

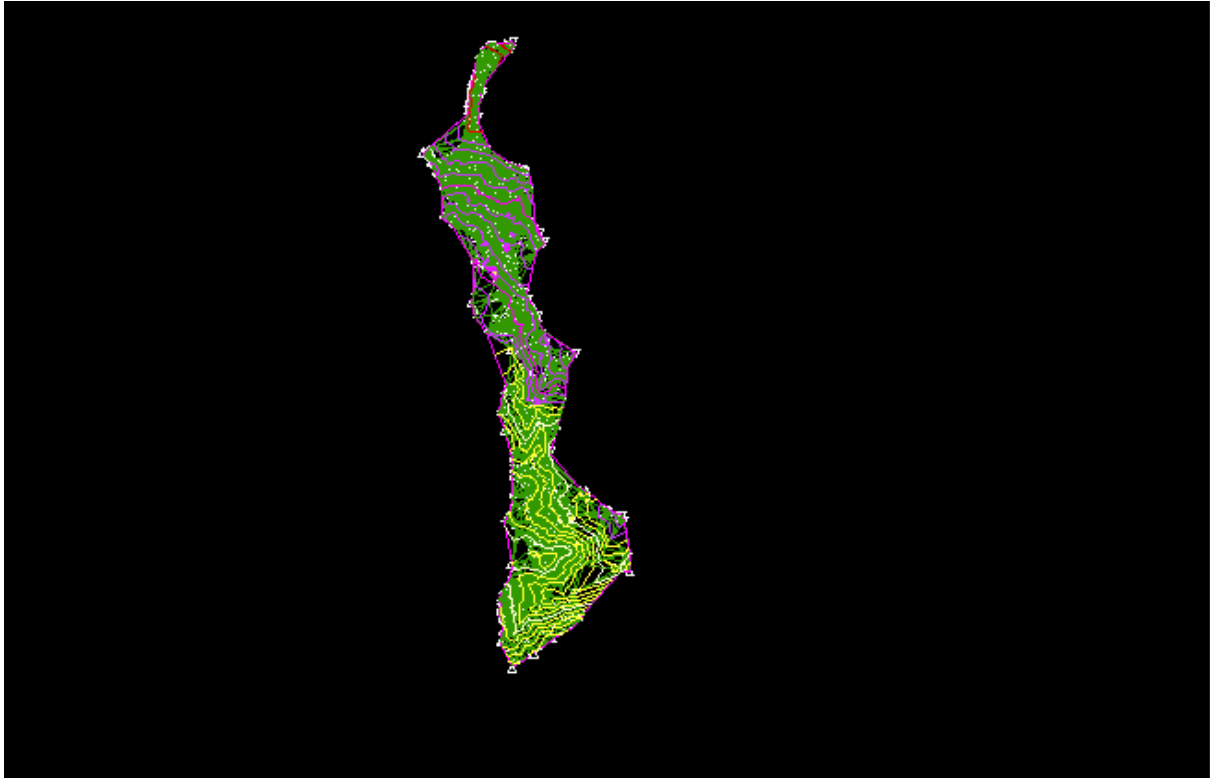


Figure IV.3 : Triangulation et calcul de courbe de niveau

✓ Définition de l'axe en plan et tabulation

Fichier $\Longrightarrow$ nouveau, donner un nom (ex : axe en plan), et choisir : « conception plane (dap) » puis ouvrir, ok.

Fichier $\Longrightarrow$ fond de plan $\Longrightarrow$ ouvrir.

✓ Définition des éléments de l'axe (point, droit, cercle)

- Points

Élément $\Longrightarrow$ point $\Longrightarrow$ nom d'élément : en bas de la page de terrain on écrit (poi ,p1) graphiquement, on sélectionne le premier point sur le graphe $\Longrightarrow$ exécuté.

La Même chose pour les autres points.

- Droites :(liaison entre deux points)

Élément $\Longrightarrow$ droite $\Longrightarrow$ nom d'élément : on donne un nom pour la droite en bas du graphe (DRO D1 P1P2) $\Longrightarrow$ Entrer.

La Même chose pour les autres droites.

- Les liaisons

Distance $\Longrightarrow$ nom d'élément $\Longrightarrow$ R1

Liaison $\Longrightarrow$ L1 $\Longrightarrow$ D1 D2 $\Longrightarrow$ Paramètre Nul $\Longrightarrow$ R1 $\Longrightarrow$ Exécuté.

La Même chose pour les autres liaisons.

✓ Construction de l'axe

Elément $\Rightarrow$ axe $\Rightarrow$ nom d'élément (Axe Ax).

Point (on clique sur le point P1) fin automatique.

Exécuter : on aura notre axe rouge.

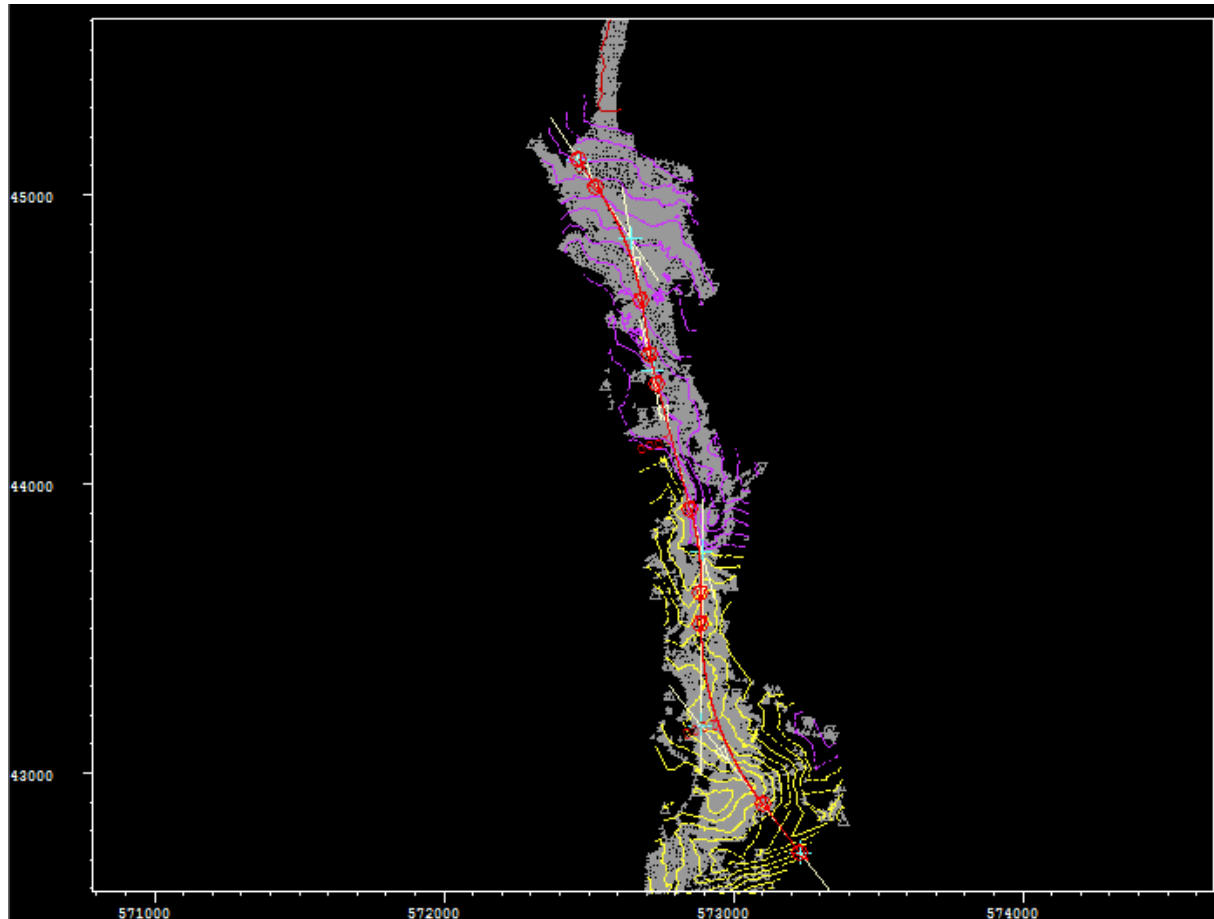


Figure IV.4 : Axe en plan.

IV.2 Profil en long

IV.2.1 Définition

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain, suivant le plan vertical passant par l'axe du tracé, il est constitué d'une succession d'alignements raccordés par des courbes circulaires.

Le profil fictif est le profil situé au point de rencontre de la ligne du terrain naturel et de la ligne du projet.

Le pourcentage de déclivité dans les rampes et les pentes est choisie de manière à :

- ✓ assurer une circulation, sans gêne pour les poids en limitant la valeur des rampes.
- ✓ assurer l'assainissement de la plate forme dans les longueurs section en déblais ou dans les zones de devers nul par création de pentes longitudinale.

IV.2.2 Règle à respecter dans le profil en long

Dans ce paragraphe on va citer les règles à considérer (sauf dans des cas exceptionnels) lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

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

IV.2.3 Déclivités

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 minimale

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

b. Déclivité maximale

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.

IV.2.4 Raccordement en profil en long

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long, ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort, on distingue deux types de raccords

a. Raccords convexes (angle saillant)

Les rayons minimaux admissibles des raccords paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain

La conception doit satisfaire aux conditions suivantes :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité
- Condition esthétique

b. Raccordement concave (angle rentrant)

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

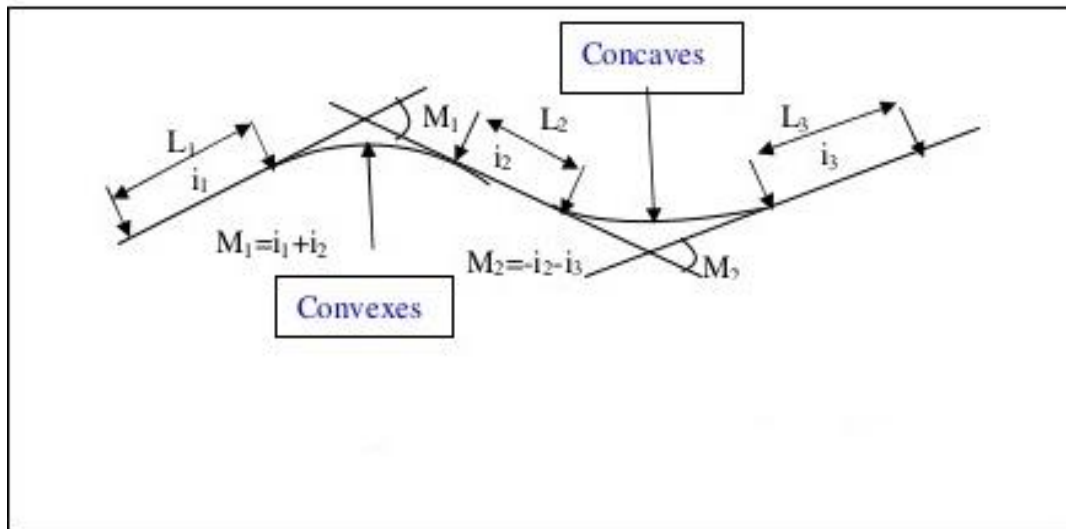


Figure IV.5 : Raccordement en convexe et concave.

IV.2.5 Valeurs limité

Les paramètres de profil en long doivent respecter les valeurs limitées données dans le tableau selon L'ICTAAL :

Tableau IV.2 : limite des paramètres de profil en long

Catégorie	L1	L2
Déclivité maximale (%)	5	6
Déclivité minimale (%)	0.2	0.2
Rayon minimal en angle saillant RV(m)	12500	6000
Rayon en angle rentrant RV (m)	4200	3000

IV.2.6 Coordination du tracé en plan et du 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.

IV.2.7 Application au projet

Dans notre projet on a $V_B=110\text{km/h}$, catégorie L_2 , d'après les normes de l'ICTAAL 2000, on a les résultats suivants :

Catégorie			L2
Déclivité minimum	(%)	(Imin)	0.2
Déclivité maximum	(%)	(Imax)	6
Rayon minimal en angle saillant	(m)		6000
Rayon minimal en angle rentrant	(m)		3000

✓ La conception longitudinale

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

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

Parabole $\Rightarrow$ nom d'élément $\Rightarrow$ par pr1 D1 D2 R1 (entre deux droites).

Axe $\Rightarrow$ Point (P1) $\Rightarrow$ fin automatique $\Rightarrow$ exécuté $\Rightarrow$ (échappe).

Zone de tabulation $\Rightarrow$ axe en plan $\Rightarrow$ saisir une valeur (par exemple tous 10 mètres, nous saisissons 0 10 (il existe un petit espace entre 0 et 10) $\Rightarrow$ exécuter la commande

La conception longitudinale prend fin, on fait donc fichier $\Rightarrow$ fermer.



Figure IV.6 : Elément du profil en long.

IV.3 Profil en travers

IV.3.1 Définition

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan vertical. Il définit notamment la largeur et le dévers des chaussées et les zones non rouables de l'autoroute (terre-plein central, bandes dérasées).

Le choix d'un profil en travers dépend essentiellement du trafic attendu sur la voie express, qui définit le nombre des voies.

Il existe deux types de profil :

- Profil en travers courant : Se sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (accidenté ou plat).
- Profil en travers type : Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en remblai, en déblai, en alignement et en courbe).

IV.3.2 Les éléments du profil en travers

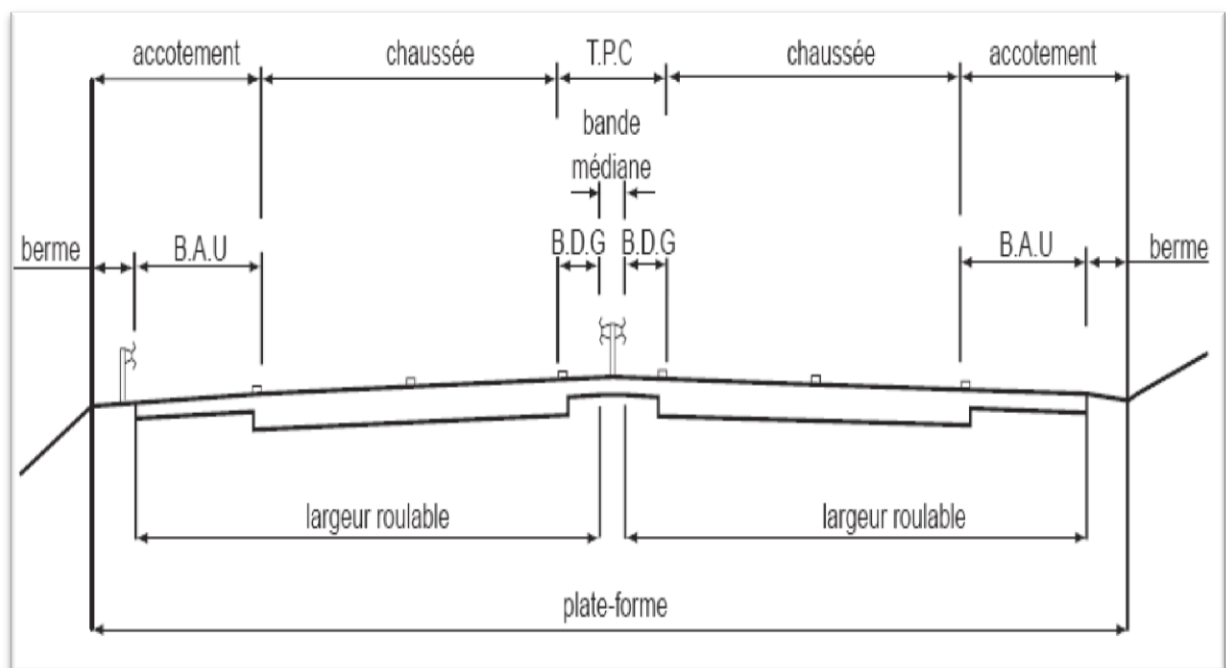


Figure IV.7 : Eléments constitutifs du profil en travers en section courante.

- **L'emprise** : partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances (talus, exutoireect).
- **L'assiette** : surface du terrain réellement occupée par la route.
- **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 voies de circulation.

• **Accotements** : zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée. L'accotement est constitué de la berme et de la bande d'arrêt d'urgence.

✓ **Bande d'arrêt d'urgence** : Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.

✓ **La berme** : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

• **Terre- plein central (T.P.C)** : Il assure la séparation matérielles des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

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

• **Glissière de sécurité**: Ouvrages placés sur certains accotements, à la limite de la chaussée, pour ramener sur celle-ci les véhicules qui pourraient s'en écarter.

• **Bordures**: Séparateurs en béton ou en pavé de Pierres taillées, que l'on construit le long de la chaussée.

• **Caniveau**: Ce sont des bords de la route spécialement aménagés pour l'écoulement des eaux le long de la chaussée, on distingue:

- ✓ Caniveaux à double versant.
- ✓ Semi-caniveaux à simple versant.

IV.3.4 Application au projet

Le profile en travers de notre projet est détailler d'après l'ICTAAL dans le tableau(IV.3).

Tableau IV.3 : profil en travers type proposé

Elément de chaussée	Largeur (m)	nombre	Largeur total (m)
Voie de circulation 2×3	3.5	6	21.0
Terre-plein central (T.P.C)	4.0	1	4.0
-Bande dérasée de gauche (B.D.G)	1.0	2	2.0
-Bande médiane (B.M)	2.0	1	2.0

Accotement	3.5	2	7.0
-Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	2.5	2	5.0
-La berme	1.0	2	2.0
Totale(m)			32.0
Dévers en section droite et dans les rayons non déversé			
Chaussée		2.5% vers l'extérieure	
Bande dérasée de gauche (B.D.G)		2.5% vers l'extérieure	
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		4% vers l'extérieure	
Berme extérieure		8% vers l'extérieure	
Dévers en courbe			
Chaussée		2.5%	
Bande dérasée de gauche (B.D G)		2.5%	
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		2.5%	

Remarque

Toutes les courbes de notre projet sont **supérieur** à **1.5Rnd** donc il y'aura pas de changement des divers entre l'alignement et la courbe et pour cela le divers en courbes de ce projet il reste 2.5%.

NB :

La largeur totale de la plate-forme est de 32m.

La conception transversale

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

Conception transversal $\implies$ nom de fichier pis (AXE1 pis) $\implies$ OK

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

Devers $\implies$ calculé $\implies$ fermé

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

Projet $\implies$ crée un fichier type

Profil type $\implies$ nom de profile type (t1)

Créer $\implies$ nouveau $\implies$ ok

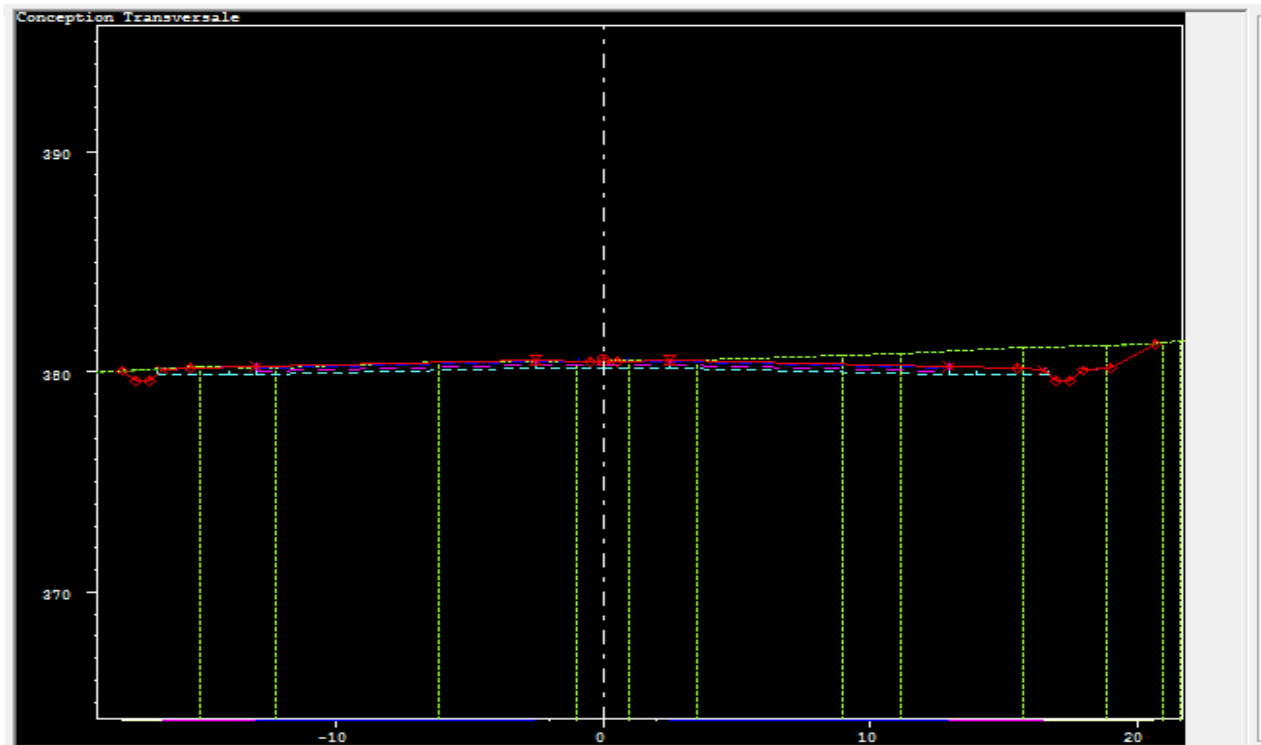


Figure IV.8 : Profil en travers.

Conclusion

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

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

Introduction

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont comme 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 dans la première, il s'agit d'ajouter des terres (remblai) et dans la deuxième, il s'agit d'enlever des terres (déblai).

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle (les cubatures des terrassements).

V.1. Définitions

V.1.1. Cubatures

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprocher et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet. Le profil en long et le profil en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

V.1.2. Terrassements

On appelle terrassement, les différents mouvements de terre qui ont pour objet de creuser des fouilles ou de modifier la configuration du sol en vue de construire des ouvrages, aménager des routes et établir des branchements d'égout et de canalisations (assainissements des routes).

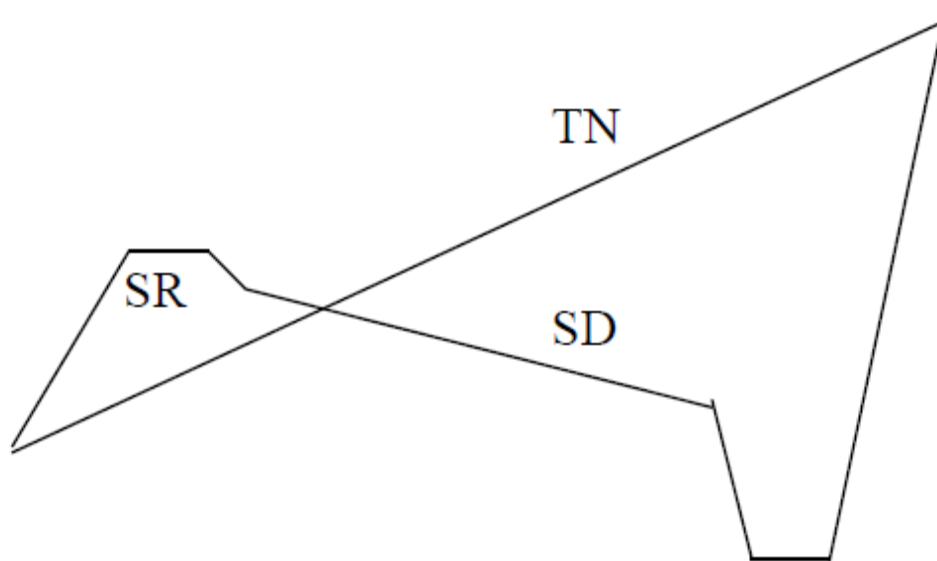
V.1.3. Déblais

Les déblais c'est l'action d'enlever des décombres pour niveler ou abaisser le sol pour la construction d'ouvrages d'arts, route, chemins de fer ...etc.

V.1.4. Remblais

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

V.2 Les méthodes de calcul des cubatures



Nous calculons les surfaces SD et SR de déblai et de remblai pour chaque profil en travers.

V.2.1 La formule de SARRAUS

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

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

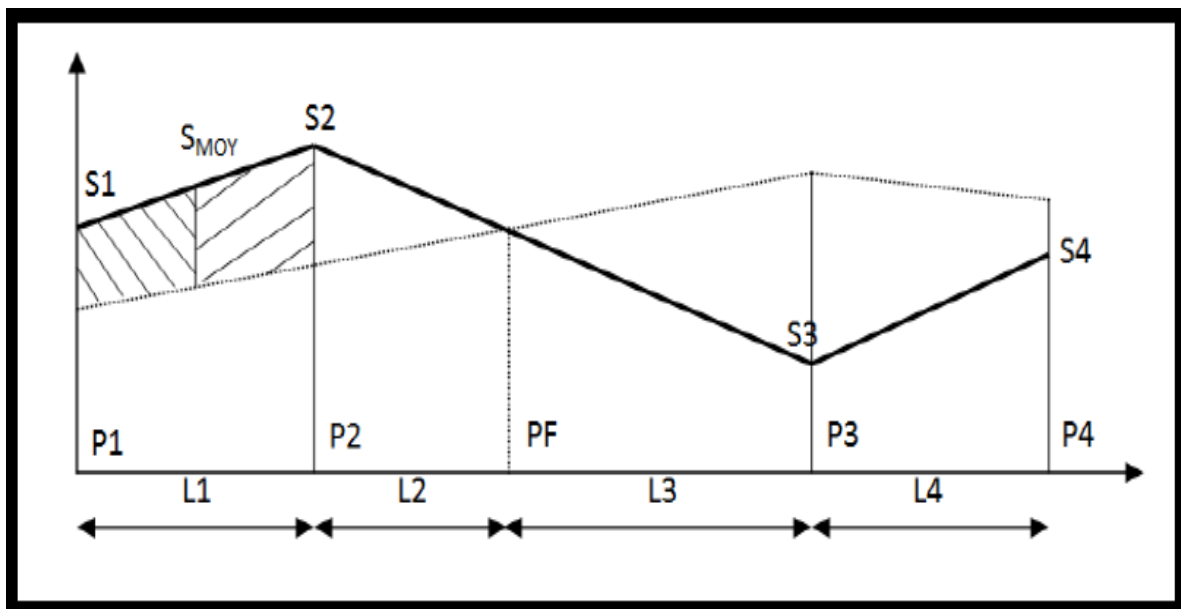


Figure V.1 : Profil en long d'un tracé donné.

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

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{MOY} et (S₁+S₂)/2 ; Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

$$\text{Entre P1 et P2 : } V_1 = \frac{L1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

$$\text{Entre P2 et PF : } V_2 = \frac{L2}{2} \times (S_2 + 0)$$

$$\text{Entre PF et P3 : } V_3 = \frac{L3}{2} \times (0 + S_3)$$

$$\text{Entre P3 et P4 : } V_4 = \frac{L4}{2} \times (S_3 + S_4)$$

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

$$V = \frac{L1}{2} S_1 + \frac{L1+L2}{2} S_2 + \frac{L3+L4}{2} S_3 + \frac{L4}{2} S_4$$

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

V.2.2 La méthode de GULDEN

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

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

V.2.3 La méthode linéaire

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

V.3. Application au projet

La méthode choisie pour le calcul est celle de GULDEN.

Le calcul s'est effectué à l'aide du logiciel PISTE 5, les résultats sont les suivants

- ✓ **Volume des remblais VR : 86967 m³**
- ✓ **Volume des déblais VD : 2935275 m³**
- ✓ **Volume de décapage Vd : 2848308 m³**

Commentaire

On remarque que le volume de déblais est supérieur à celui de remblais. Donc il faudrait chercher une zone de dépôt.

Introduction

En génie civil, avant toute conception ou réalisation d'ouvrages, on doit mener au préalable une campagne de reconnaissance géotechnique, cette règle est d'autant plus réelle pour les infrastructures routier, dont une bonne connaissance des caractéristiques du sol support est primordiale pour concevoir des chaussées assurant une sécurité maximale aux véhicules, et leurs usagers.

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol. Pour cela on a des essais qui se font au laboratoire et qui permettent de déterminer les caractéristiques en place.

VI.1. Aperçu sismique

Ce projet a été élaboré en fonction de réglage des paramètres de calcul sismiques définis dans le document technique réglementaire (RPOA 2008).

Le but de ce document est spécifier le coefficient d'accélération sismique utilisé pour le désigne des ouvrages et terrassement ainsi comme la classification des sites possibles.

VI.1.1. Coefficient d'accélération sismique

D'après les RPOA 2008 le coefficient d'accélération sismique est défini en fonction de la zone sismique et de l'importance du pont.

Le territoire algérien a été divisé en 5 zones de sismicité. La distribution de ces zones est présentée dans la figure VI.1.

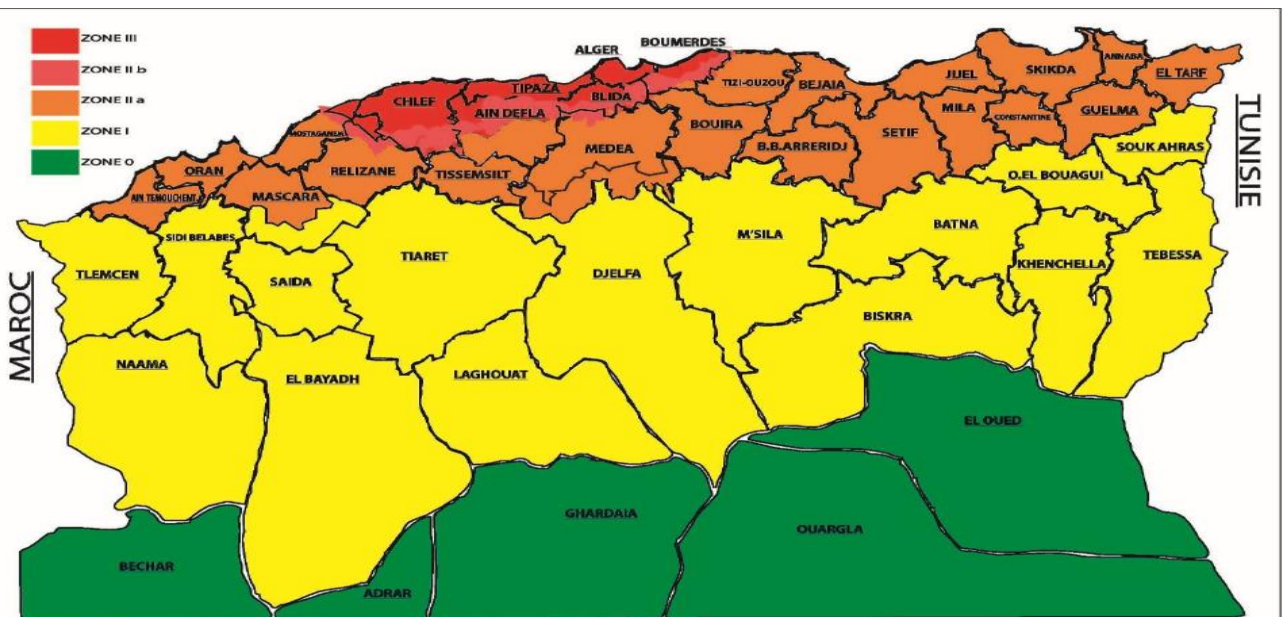


Figure VI.1 : Zonage sismique de l'Algérie.

D'après les RPOA 2008 les ponts d'autoroutes, routes express et voies à grande circulation ainsi comme liaisons assurant la continuité du réseau autoroutier sont classés dans le groupe 2 (Pont important).

Tableau VI.1 : Coefficient d'accélération de zone

Groupe de pont	Zones sismiques			
	I	II _a	II _b	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 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**

VI.2. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE

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

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

L'étude géologique, doit être basée essentiellement sur :

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

VI.3. Etude géotechnique

VI.3.1. Objectif de cette étude

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument dans :

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

VI.3.2. Réglementation algérienne en géotechniques

Les normes algériennes adoptés 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 géotechniques ; par exemple

- ✓ Les essais en place (essais, pénétromériques, statique ou dynamique etc.).
- ✓ Les essais de laboratoire (essais d'identification et de classification).

VI.3.3. Les moyens de reconnaissance du sol

Les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'un tracé routier sont essentiellement :

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

VI.3.3.1. L'étude des archives et documents existants

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

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

VII.3.3.2. La visite de site et les essais « in-situ »

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

a. Essai au pressiomètre Ménard

L'essai pressiométrique consiste à descendre à une profondeur donnée. Une sonde cylindrique gonflable dans un forage soigneusement calibré. Les variations de volume du sol au contact de la sonde sont mesurées en fonction de la pression radiale appliquée. Trois (03) caractéristiques en sont ainsi déduites : le module pressiométrique qui définit le comportement pseudo-élastique du sol, la pression limite qui caractérise la résistance à la rupture et la pression de fluage qui définit la limite entre le comportement pseudo-élastique et l'état plastique.

b. Sondage carotté

Ce mode d'investigation permet d'obtenir un échantillon continu de sol peu ou pas remanié, prélevé à l'aide d'un outil appelé carottier. Le mode d'enfoncement du carottier dans le sol peut se faire soit par poinçonnement, soit par rotation. Le fluide de forage pouvant être

de l'air, de l'eau ou de la boue. Les échantillons de sols appelés carotte sont présentés dans des caisses précisant leur identité, notamment la profondeur à laquelle ils ont été prélevés.

c. Essais de pénétration dynamique

Ils consistent à enfoncer par battage régulier au moyen d'une masse tombant d'une hauteur constante un train de tiges métalliques et cylindriques terminées par une pointe conique débordante. Cette technique permet de mesurer en continu la résistance dynamique du sol notée « qd » opposé par le sol à la pénétration de la pointe. La résistance dynamique du sol est calculée par la formule dite "des Hollandais" à partir des caractéristiques techniques du pénétromètre et des paramètres des essais. Une contrainte de rupture peut ensuite être déduite de la résistance dynamique à partir de corrélations empiriques et permet d'effectuer un dimensionnement sommaire des fondations.

d. Les puits de reconnaissance

Le creusement s'effectue de façon mécanique (pelle hydraulique) ou manuelle. Ces sondages permettent une visualisation spatiale des coupes du terrain à quelques mètres de profondeur

VI.3.3.3. Les différents essais en laboratoire.

a. Les essais d'identification

a₁. Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique est l'un des essais les plus importants pour l'étude d'un sol car elle fait partie intégrante des essais d'identifications. Elle consiste à déterminer les différentes fractions granulaires qui composent le sol concerné. Les résultats obtenus par l'analyse granulométrique sont traduits par la courbe granulométrique qui nous permet de déterminer les différents coefficients pour identifier et de classer notre sol. Cette analyse se fait en générale par un tamisage.

a₂. Equivalent de sable

Cet essai permet d'estimer la quantité des éléments fins contenus dans un sol. C'est-à-dire déterminer le pourcentage de l'impureté soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.

a₃. Limites d'Atterberg

Ces limites sont les teneurs en eau caractérisant conventionnellement sur un sol fin remanié et selon un mode opératoire bien déterminé.

- ✓ Le passage de l'état "liquide" à l'état "plastique". la teneur en eau correspondante est appelée limite de liquidité (W_L).

- ✓ Le passage de l'état "plastique" à l'état "solide". la teneur en eau correspondante est l'indice de plasticité IP est donné par la formule suivante: $I_p = W_L - W_p$.

L'indice de consistance I_C est donné par la formule $I_C = \frac{W_L - W}{W_L - W_p}$

Où W : est la teneur en eau à l'état naturel.

La connaissance de W_L et d'IP permet de situer les sols fins dans un diagramme conventionnel dit diagramme de plasticité".

b. Les essais mécaniques

b₁. Essai Proctor

L'essai Proctor est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et la teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, elle s'appelle « optimum Proctor ».

b₂. Essai Californian Bearing Ratio «CBR »

C'est un essai qui permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner le corps de chaussées et orienter les travaux de terrassements.

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (Proctor modifier).

L'indice CBR, issu de l'essai CBR permettra de calculer l'épaisseur de la chaussée par la méthode dite CBR.

b₃. Essai de résistance à l'abrasion (Los Angeles):

L'essai Los Angeles est utilisé pour déterminer la résistance à la fragmentation d'un échantillon de granulat. Le coefficient Los Angeles obtenu est le pourcentage de l'échantillon initial passant au tamis de 1.6 mm après fragmentation dans un cylindre en présence de boulets d'acier. Plus le pourcentage Los Angeles (noté LA) est petit, plus l'échantillon est résistant à la fragmentation.

b₃. Essai d'usure Micro-Deval

L'essai micro-Deval permet de déterminer la résistance à l'usure d'un échantillon de granulat. Le coefficient micro-Deval obtenu est le pourcentage de l'échantillon initial passant au tamis de 1.6 mm après usure par rotation dans un cylindre en présence de bille d'acier inox et d'eau. Plus le pourcentage d'usure est bas, plus l'échantillon est résistant à l'usure.

VI.4. Application au projet

A partir des résultats des campagnes géotechniques, actuellement en cours de réalisation, et des observations sur site on a réalisé la caractérisation de différentes unités géotechniques observées sur notre tronçon.

- ✓ Unité T1_M : argiles marneuses et argiles sableuses.
- ✓ Unité T1_{CG} : grès, calcaires et marnes.

Argiles marneuses et argile sableuses.

Il s'agit d'une unité composée par argiles marneuses et sableuses grisâtres fermes après des résultats des essais in-situ. Elle présente une couche d'altération superficielle de 5-10 m sous forme d'argiles plus dégradées couleur brunâtre-verdâtre et caractéristiques plus faibles.



Figure VI.2 : Argiles marneuses et marnes grisâtres du SCP-55(5) au niveau du Pk 33+500.

Grès, calcaires et marnes.

Ensemble de couches alternantes de grès, calcaires gréseux et marnes de couleurs grisâtres modérément météorisés et très fracturés.

Les couleurs brunes, avec une épaisseur entre 5 et 10 m, correspondent d'habitude aux zones plus altérées et sont liées aux zones superficielles.



Figure VI.3 : Alternance des grès, calcaires et marnes au niveau du Pk 33+850.

Les coupes et affleurements étudiés sur site montrent que cette unité est caractérisée par une grande variabilité horizontale et verticale des faciès.



Figure VI.4 : Alternance de grès calcaires, grès et marnes au niveau du Pk 34+800.

VI.4.1. Résultats des essais de laboratoire

a. Résultats des essais physiques

Les caractéristiques des échantillons extraits, à partir des sondages carottés sont représentées dans les tableaux (VI.2) suivant :

Tableau VI.2 : les résultats des essais physiques.

Sonda ge	Prof. (m)	Unité	Propriété physique			Limites d'Atterberg			Granulométries		
			W (%)	γ_d (t/m ³)	γ_h (t/m ³)	WL (%)	WP (%)	IP (%)	< 2 mm%	< 80 μ (%)	< 2 μ m
SC- 55(2)	11,60 - 12,00	T1M	16,92	1.77	2.07	38	7	25	100	100	6,25
	21,10 - 21,40	T1M	13.70	1.98	2.25	42	12	24	99,56	84,18	
SC- 147	5,40-5,75	T1CG	13.12	1.83	2.07	40	15	18	81,80	61,60	27,38
	8,18-8,40	T1CG	17.79	1.71	2.01	43	16	22	94,25	88,50	38,48
	9,50-9,80	T1CG	16.03	1.73	2.01	42	19	23	98,80	97,40	38,96
	21,70-22,10	T1CG	21.73	1.67	2.03	47	29	18	99,38	98,88	67,37
	25,80-29,30	T1CG	20.77	1.7	2.05	40	28	12	99,40	86,40	52,15

✓ Interprétation des résultats

Les résultats des essais granulométriques effectués sur les échantillons issus des puits de reconnaissances indiquent un pourcentage de fins (<0,080 mm) de notre tronçon moyen de 70% et en tous cas supérieur à 50%, donc les sols examinés sont des sols fins (Grès, calcaires, argiles marneuses et sableuses grisâtres fermes).

D'après le diagramme de plasticité de casagrande, basé sur le couple (IP ; WL), il ressort que les sols en place s'intègrent dans les domaines suivants :

Argiles peu plastiques avec : 40% <WL<47% et 12%<IP<25%,

b. Analyses chimiques

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur quelques échantillons de sols sont relatés dans le tableau (VI.3)

Tableau VI.3 : les résultats des analyses chimiques.

sondage	Prof (m)	SO4(%)	CaCo3(%)	Mo(%)
SC-18	3.00-3.45	0.3975	21.94	3.24
	6.00-6.34	0.4237	22.24	3.44
SC-55(2)	10.70-11.05	0.19364	4.84	5.74
	11.6-12.00	0.15244	8.8	4.22

c. Portance du sol support

La valeur de l'indice de CBR (I_{CBR}) dans la majorité des cas égale à trois (3), ce qui dénote des sols de très faible portance (classe de portance de type **S4**), ce qui nous a conduit à adopter une valeur moyenne pour le dimensionnement du corps de chaussée : ($I_{CBR} = 3$).

d. Essais de résistance

L'essai de compression uni axiale a été réalisé en échantillons, ceci a comme résultat $q_u=77,12\text{bars}$.

VI.4.2 Résultats des essais in situ

a. Puits de reconnaissance

Les puits de reconnaissance sont réalisés avec une pelle mécanique pour connaître les coupes lithologiques et les caractéristiques de compactage d'un sol pour les sites prévus en remblai et déblai. Les forages des puits sont exécutés à la profondeur de 4m

Tableau VI.4 : les résultats des puits de reconnaissance.

Puit N°	PK	Prof (m)	Description	Présentation photographique du puits
P-74	33+600	3.20	Schiste friable marron en surface, grisâtre en profondeur, humide avec présence de quelque bloc	
P-75	34+100	3.20	Argile limono sableuse marron,	
P-76	34+600	3.80	Tuf peut limoneux brunâtre à jaunâtre avec des blocs et fragments de grés fins très durs ($\varnothing$ 2- 300mm) devenant plus compacte en allant vers la base	
P-77	35+100	3.70	Marne compacte brunâtre et grisâtre à verdâtre, plus compacte, humide et pâteuse en allant vers la base	

b. Les essais pressiométriques

L'essai est réalisé parallèlement à sondages carottés et leurs résultats sont montrés dans le tableau(VI.5) suivant :

Tableau VI.5 : les résultats des essais pressiométriques.

Sondage	PK	Prof(m)	EP(bars)	Pl(bars)	E_p/Pl
SCP-55(5)	33+500	6.00	748.67	47.26	15.84
		12.00	414.82	49.55	8.37
		18.00	633.19	52.68	12.02
SCP-55(2)	33+680	5.50	185.10	17.98	10.29
		10.00	101.31	14.31	7.08
		15.00	742.84	52.90	14.04
SCP-144	34+330	5.40	107.25	11.96	8.97
		10.40	203.08	25.75	7.89
		15.40	235.09	32.85	7.16

VI.4.3. Classification des sols selon GTR

L'utilisation des terres en remblai est 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

a. classification selon les paramètres de nature

La combinaison des résultats de l'analyse granulométrique, et les 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 les classes suivantes :

Classe « A »sol fin : dans la sous classe A_2 car, $12\% < IP < 25\%$.

b. Classification selon les paramètres d'état

Il s'agit des paramètres qui ne sont pas propres au sol, mais en 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.

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.

Le tableau ci- dessous indique la classification des sols de notre projet selon le GTR.

Tableau VI.6 : classification des sols selon GTR

sondage	profondeur	unité	I _p	I _c	Classification GTR
SC 55 (52)	11,60 - 12,00	T1M	25	0.68	A ₂ Th
	21,10 - 21,40	T1M	24	0.94	A ₂ h
SC- 147	5,40-5,75	T1CG	18	1.10	A ₂ m
	8,18-8,40	T1CG	22	0.93	A ₂ h
	9,50-9,80	T1CG	23	1.12	A ₂ m
	21,70-22,10	T1CG	18	1.01	A ₂ h
	25,80-29,30	T1CG	12	1.60	A ₂ s

Caractéristiques des sols réutilisables

La classe de sol est :

A₂: c'est un sol de faible portance, sensible à l'eau, inutilisable dans le cas où il est extrait en un état très humide ou humide.

Dans le cas où ils sont extraits en un état moyennement humide ou sec, il peut être utilisé mais avec des conditions techniques précises, selon **GTR** (Guide de terrassement routier).

Les solutions proposées par le GTR

- ✓ Pour A₂ m : traitements
- E : extraction frontale
- C : compactage moyen
- H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m).
- ✓ pour A₂ S : traitements
- E : extraction en couches
- R : couches minces
- C : compactage intense
- H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)

VI.5. Les conditions d'utilisation des sols en remblais

Nous pouvons citer en-dessous quelques conditions tirées à partir le GTR concernant les sols que nous voulons les utiliser.

- ✓ Elimination des éléments grossiers.
- ✓ Respecter l'intensité de compactage adéquate pour chaque cas de climat et de classe de sol.
- ✓ Respecter la hauteur maximale de remblai.
- ✓ Il est interdit de réaliser le remblai en temps de pluie moyenne ou forte.
- ✓ Il est indispensable d'arroser continuellement pour maintenir l'état d'humidité voulue dans le cas où l'évaporation est importante.

VI.6. Les Talus

En géométrie routière, on vérifie la stabilité des talus, dans le cas où les risques des glissements de sol existent.

Fondamentalement, il y a rupture lorsque les contraintes de cisaillement appliquées sont supérieures à la résistance au cisaillement.

VI.6.1. Stabilité des talus

Le problème de la stabilité des pentes à toujours préoccupée les ingénieurs, en effet, ils sont amenés à tenir compte des caractéristiques sévères des autoroutes, tant en tracé qu'en profil en long.

Du point de vue théorique, un talus se présente comme un volume de sol soumis à certains champs de forces tel que

- ✓ Les forces dues à la pesanteur.
- ✓ Les forces dues à l'écoulement de l'eau.
- ✓ forces dues à la résistance au cisaillement.

VI.6.2. Vérification de la stabilité

La vérification de la stabilité des talus passe par la vérification de l'équilibre des masses (forces) présentées dans un talus :

L'analyse de la stabilité des talus doit être faite pour calculer un coefficient de sécurité « F_s » avec pondération à l'équilibre des masses et des forces et le principe qu'il soit égale à un (01) mais pour des raisons de sécurité on le prend « $F_s > 1.3$ ». En prenant compte dans la modélisation de la coupe géotechnique, en intégrant les données suivantes : topographique, géologique, hydrogéologique et géotechnique.

Avec: $F_s = \frac{M_S}{M_R}$

- ✓ F_s : facteur de sécurité.
- ✓ M_s : masse du sol stabilisant.
- ✓ M_R : masse du sol renversant.

Pour notre projet on a trouvé des grandes surfaces de déblais et remblais, on va proposer quelque solution en cas de l'instabilité.

- Un fossé de crête est prévu au pied de talus avec le but d'éviter la chute des pierres sur la chaussée et recevoir toutes les eaux amont du déblai.
- Des descentes d'eau au droit du talus, celles-ci seront acheminées vers les semi-buses à l'endroit de la berme, et vers le fossé en aval du talus de déblai. Les descentes d'eau seront espacées de 25 m.
- Un revêtement des parois de talus moyennant l'implantation d'arbustes.
- Pour les remblais de plus de 10 m de hauteur, des bermes de 4,00 m de largeur, seront requises chaque 10 m de hauteur.
- les bermes de 8 mètres sont une protection pour la chute de pierres et pour prévoir les travaux d'entretiens futurs

- Si le confortement des talus s'avère nécessaire, il peut se faire moyennant soit les **rangées de pieux, cloutage et plaquage trapézoïdaux en béton**, ou une combinaison des deux procédés.

- Mise en place des nappes de géosynthétiques qui sont des remblais renforcés par des géosynthétique en cas l'instabilité du remblai.

VI.6.3. But de stabiliser des talus

La technique de renforcement prise en considération et en faveur de la stabilité des remblais.

Le dimensionnement prévoit un drainage efficace et pérenne, en particulier pour les ouvrages situés sur pente. Il s'agit de dériver les eaux d'infiltration, et le cas échéant de rabattre la nappe, afin de prémunir l'ouvrage de :

- ✓ L'apparition éventuelle de pressions interstitielles, généralement très pénalisantes pour la stabilité de l'ouvrage lorsqu'elles n'ont pas été prises en compte.
- ✓ Des risques de diminution du frottement à l'interface sol / géosynthétique lorsque les infiltrations circulent de façon préférentielle le long des lits de renforcement.
- ✓ De l'érosion interne des sols de granulométrie discontinue par lessivage des fines.
- ✓ d'un vieillissement accéléré des géosynthétiques lorsque les eaux d'infiltration sont agressives.

Conclusion

A la fin de cette étude sur la géotechnique on obtient un rapport bien définie sur les caractéristiques du terrain d'implantation de notre projet car après la connaissance de la nature et résistance mécanique de sol qui nous permet de bien choisir les moyens de terrassement et de bien dimensionner notre chaussée ainsi que de définir les points fragiles et instables pour chercher des méthodes pour les rigidifiés

Introduction

Le réseau routier joue un rôle vital dans l'économie du pays et l'état de son infrastructure est par conséquent crucial. Si les routes ne sont pas correctement construites ou ne sont pas entretenues en temps opportun elles se dégradent inexorablement.

Le dimensionnement de la chaussée est en fonction de la politique de gestion du réseau routier. Cette politique est définie par le maître de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier. Il s'agit en même temps, de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises, et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée. Tout cela en fonction des paramètres très fondamentaux :

- ✓ Le trafic (l'importance de la circulation et surtout l'intensité de trafic en poids lourds).
- ✓ Les matériaux utilisés.
- ✓ La portance de sol support désignée.

VII.1. La chaussée

VII.1.1. Définition :

- ✓ **Au sens géométrique** : c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- ✓ **Au sens structurel** : c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges.

VII.1.2. Différents types de chaussées

Il existe trois (03) types de chaussée voir (figure VII.1)

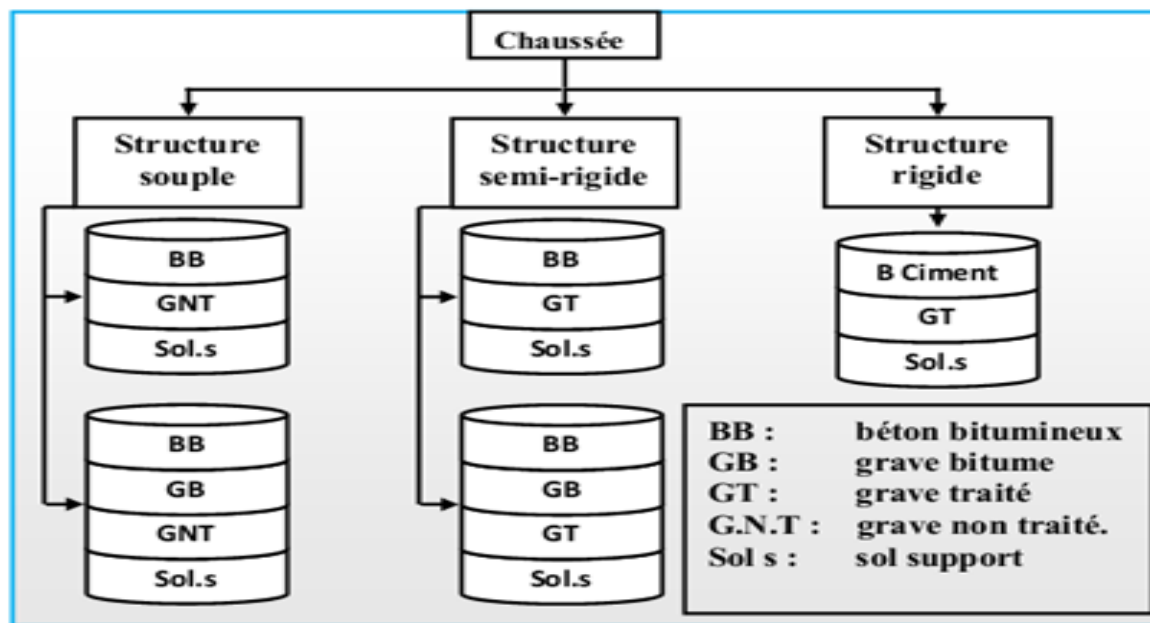


Figure VII.1: les différentes catégories de chaussée.

a. Chaussée souple (Adopté pour notre projet)

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

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

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

Couche de surface

Elle est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation et s'opposer à la pénétration de l'eau. Elle est en générale composée de:

- **couche de roulement:** qui est la couche supérieure de la structure de chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat, son rôle est:
 - ✓ assurer la sécurité: la couche doit posséder des propriétés antidérapantes c'est-à-dire. une bonne rugosité.
 - ✓ le confort: qui consiste à ne pas ressentir de la vibration excessive ni des secousses brutales; il est conditionné par la suspension des véhicules et l'uni de la chaussée.
 - ✓ imperméabiliser la surface de chaussées faire obstacle à la pénétration d'eau
- **couche de liaison:** entre les couches d'assise et la couche de roulement, son rôle est d'assurer une transition avec les couches inférieures les plus rigides.

Couche de base

Pour résister aux déformations permanentes sous l'effet du trafic ainsi lâche du sol, Elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie de 10 à 25 cm

Couche de fondation

Elle assure un bon uni et bonne portance de la chaussée finie et aussi elle a le même rôle que celui de la couche de base.

Couche de forme

A court terme, la couche de forme doit assurer la traficabilité quasi tout temps des engins approvisionnant les matériaux de la couche de fondation, permettre le compactage efficace de la couche de fondation, satisfaire les exigences de nivellement de la plate-forme support de chaussée et assurer la protection de l'arase de terrassement vis-à-vis des agents climatiques dans l'attente de la réalisation de la chaussée.

A long terme, elle doit permettre d'homogénéiser la portance du support pour concevoir des chaussées d'épaisseur constante, de maintenir dans le temps, en dépit des fluctuations de l'état hydrique des sols supports sensibles à l'eau, une portance minimale peut être estimée avec une précision suffisante au stade du dimensionnement de la structure de chaussée et d'améliorer la portance de la plateforme pour optimiser le coût de l'ensemble couche de forme - structure de chaussée.

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

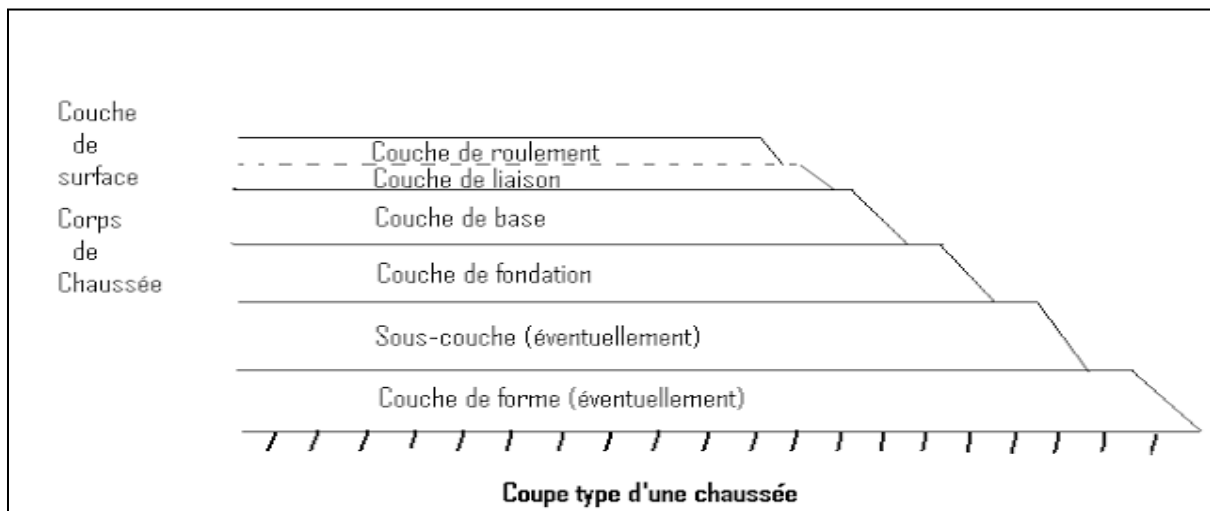


Figure VII.2 : Différentes couches de la chaussée souple.

b. Les chaussées à structure mixte

Elles comportent une couche de surface bitumineuse reposant sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques disposés en une couche (base) ou deux couches (base et fondation).

c. Chaussée rigide

Elles sont constituées d'une dalle en béton. Cette dalle correspond à la fois, la couche de base et la couche de surface d'une chaussée souple.

La couche de fondation peut être en grave traitée aux liants hydrauliques, ou en grave stabilisée mécaniquement.

Les chaussées rigides sont utilisées pour des constructions à grandes sollicitations des charges (cas d'une piste d'aérodrome ou station de service)

VII.2. Justification du choix de la chaussée souple

Le choix d'une chaussée bitumineuse assure:

- Des économies appréciables.
- Une très grande flexibilité d'entretien.
- Un niveau de confort et de sécurité inégalé.

VII.3. Les principales méthodes de dimensionnement

On distingue deux familles des méthodes :

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

Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser deux méthodes qui sont : la méthode dite CBR et la méthode de C.T.T.P

VII.3.1. La Méthode C.B.R

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

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre S'obtient par l'application de la formule :

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

En tenant compte de l'influence du trafic, l'épaisseur est donnée par la formule :

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

Avec :

e: épaisseur équivalente

I_{CBR} : 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 (essieu 13 t)

Log: logarithme décimal

Notion de l'épaisseur équivalente

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

$$e = \sum a_i e_i$$

Avec :

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

e_i : épaisseur de chaque couche.

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

Tableau VII.1 : coefficient d'équivalence.

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

Remarque

L'épaisseur totale de la chaussée est :

$$e = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3$$

Avec :

$a_1 e_1$: Couche de roulement.

$a_2 e_2$: Couche de base.

$a_3 e_3$: Couche de fondation.

Tel que :

a_1, a_2, a_3 : Coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : Épaisseurs réelles des couches.

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

BB: 5-8cm

GB: 10-25cm

GC: 15-35cm

TVO: 40 -70cm

VII.3.2. Méthode des catalogues des structures

Le catalogue des structures est établi par la direction SETRA (Service d'Etude Technique des Routes et Autoroutes). Elle consiste à déterminer la classe du trafic des poids lourds à la 20ème année et la classification du sol support. Une grille combinant les deux données oriente le projecteur sur le type de chaussée qui lui correspond.

VII.3.2.1. 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 VII.2 : Classement du trafic suivant le catalogue.

Classe du trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20
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 cumulé 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.

VII.3.2.2. Détermination de la classe du sol

Le sol doit être classé selon la valeur de l'indice CBR. Les différentes catégories sont données par le tableau indiquant les classes de sols.

Tableau VII.3 : Classe du sol.

classe de sol	indice CBR
S ₁	25 – 40
S ₂	10 – 25
S ₃	5-10
S ₄	<5

VII.3.2.3. Amélioration de la portance du sol support

La couche de forme à 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 tableau (VII.4)

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

Classe portance du sol terrassé (Si)	Matériaux de couche de forme	Epaisseur de couche de forme	Classe portance du sol support visée (Sj)
<S4	Matériau NT	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	Matériau NT	35 cm	S3
S4	Matériau NT	60 cm (en 2 couches)	S2
S3	Matériau NT	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	Matériau NT	70 cm (en 2 couches)	S1

VII.3.3. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

Le catalogue de dimensionnement des chassées se présente sous forme des fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà pré calculées.

L'utilisation du catalogue du dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement des chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement. Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

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

- ✓ Approche théorique.
- ✓ Approche empirique.

VII.3.3.1. Démarche du catalogue

Nous présentons ci-dessous la démarche du catalogue.

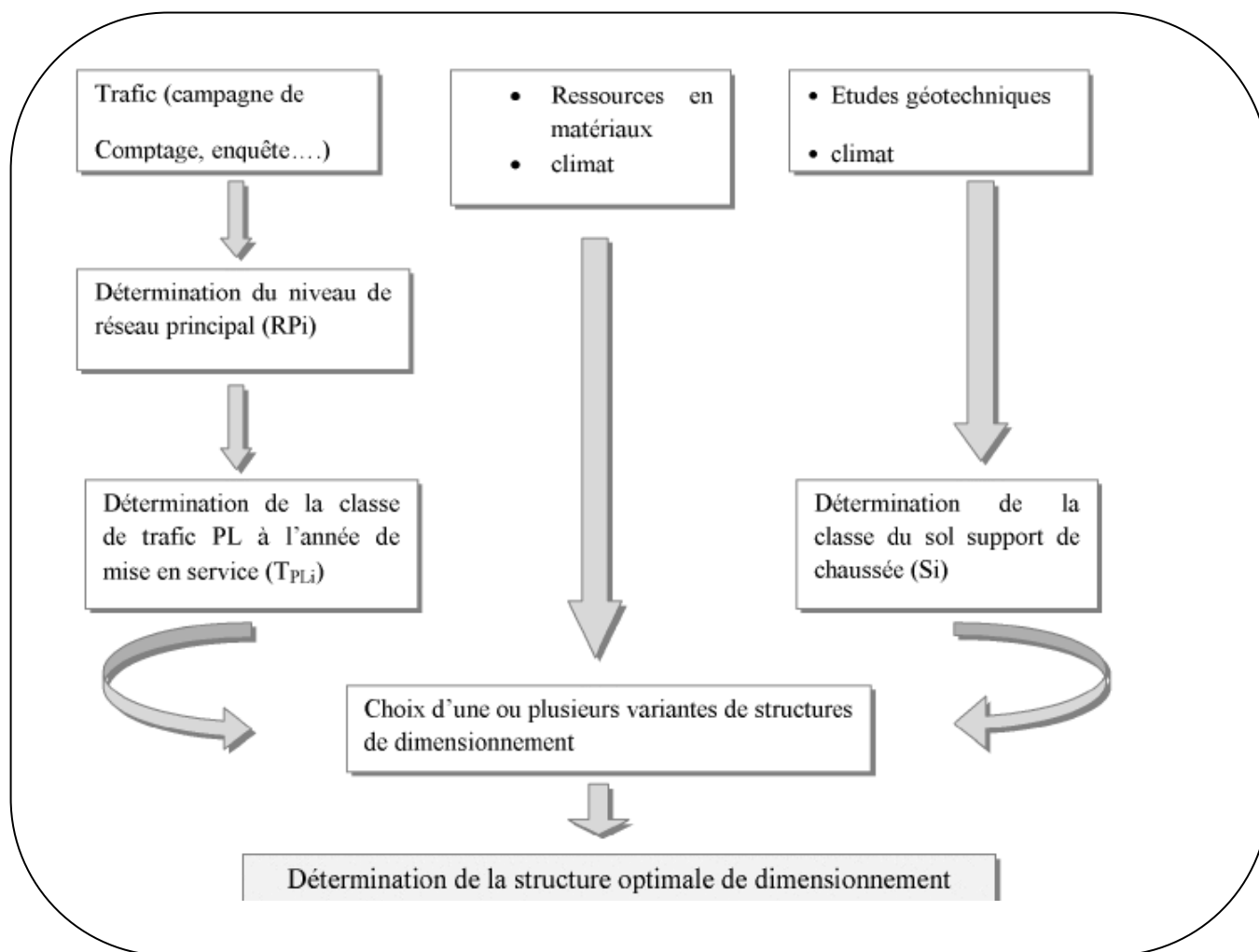


Figure VII.3 : démarches de catalogue.

VII.4. Application au projet

VII.4.1. Caractéristiques du sol support

D'après le rapport géotechnique, nous avons un indice de CBR= 3 (notre sol est de faible portance), donc la portance de sol support est de S4. On doit prévoir une couche de forme en matériau non traité pour améliorer la portance de sol support.

VII.4.2. Amélioration de la portance du sol support

La portance du sol support, doit être d'au moins 50 MPa, pour compacter efficacement les enrobés bitumineux ; la classe de portance visée est S2 (CBR = 10 – 25), le passage de S4 à S2 nécessite la mise en place d'une couche de forme de 60 cm en TUF en deux (02) couches de 30cm pour chacune, voir (Tableau VII.4). Alors on suppose que la nouvelle portance est de CBR =10

Pour notre projet, nous optons pour l'application des deux méthodes (**CBR et CTTP**).

VII.4.3. Méthode C.B.R

- ✓ Le trafic moyen : TJMA₂₀₁₂ = 8000 V /J/sens.
- ✓ L'année de mise en service : 2019.
- ✓ Le pourcentage (%) des poids lourds : Z = 35%
- ✓ Taux d'accroissement annuel : $\tau = 4\%$
- ✓ La durée de vie estimée : 20ans.
- ✓ Indice CBR : 10.
- ✓ La charge par roue (essieu) : P = 6.5t.
- ✓ TJMA₂₀₁₉ (par sens) = 10528 v/j (année de mise de service).

$$\text{NPL}_{2019} = 10528 \times 0,35 = 3684.8 \text{ PL/j.}$$

$$\text{NPL}_{2039} = 3684.8 \times (1 + 0.04)^{20} = 8073.85 = 8074 \text{ PL/j/sens.}$$

VII.4.3.1. Calcul d'épaisseur équivalente

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} [75 + 50 \log \left(\frac{8074}{10} \right)]}{10 + 5} = 44.12 \text{ cm.}$$

On prend

$$e = 45 \text{ cm.}$$

Avec l'épaisseur équivalente: $e_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$.

Telle que les coefficients d'équivalence des matériaux utilisés sont :

- ✓ Couche de roulement en béton bitumineux(BB) : $a_1 = 2.00$
- ✓ Couche de base en grave bitume(GB) : $a_2 = 1.50$
- ✓ Couche de fondation en grave concassée(GC) : $a_3 = 1.00$

Dans notre calcul on fixe la couche de roulement BB = 6 cm et la couche de base GB=12 cm, puis on calcule l'épaisseur de la couche de fondation.

$$\text{Alors on a:} \quad 45 = 2 \times 6 + 1.5 \times 12 + 1 \times e_3$$

$$\text{Donc:} \quad e_3 = [45 - (12+18)] / 1$$

$$\text{D'où:} \quad e_3 = 15 \text{ cm,}$$

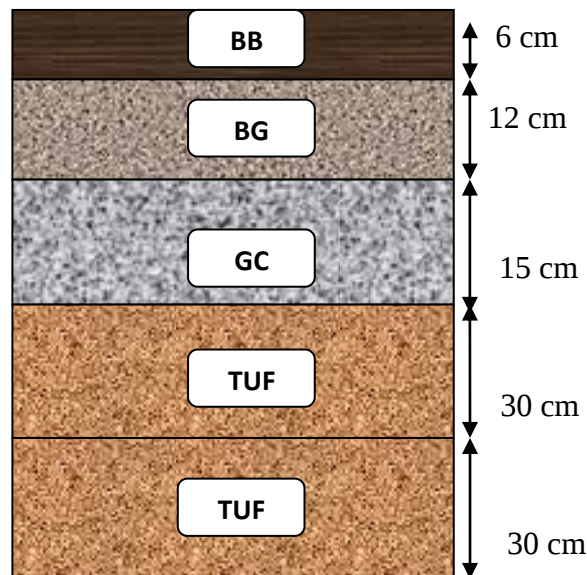
Les résultats des épaisseurs obtenus par cette méthode sont récapitulés dans le tableau suivant

Tableau VII.5 : Résultats des épaisseurs obtenus.

Couches	Epaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence c_i	Epaisseur équivalente (cm)
BB	6	2	12
GB	12	1.5	18
GC	15	1	15
Total	33		45

Conclusion

Notre structure comporte : **6 BB + 12 GB +15 GC** avec une couche de forme de **60cm** en **TUF**(en deux couche).

**Figure VII.4 :** Schéma de différentes couches obtenues.

VII.4.4. Méthode des catalogues des structures

VII.4.4.1. Classement de la route dans les réseaux principaux

Le réseau principal noté RP

Il se compose des routes reliant :

- ✓ les chefs-lieux de wilaya.
- ✓ Les ports, les aéroports et les postes frontaliers.

a. Le réseau principal de niveau 1 (RP1)

Il comporte des:

- ✓ 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 essentiellement d'un réseau composé des routes nationales (RN).

b. 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.

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

Tableau VII.6: Réseaux principaux.

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

Notre projet est de $TJMA_{2019} = 10528$ v/j/sens (à l'année de mise en service) > 1500, donc il est classé dans le réseau principale RP1.

VII.4.4.2. Détermination de la classe du trafic (TPLi)

$N_0 = 10528$ v/j/sens.

$N_{pl} = 10528 \times 0.35 = 3864.8$ pl/j/sens.

D'où : $TPLi = 3864.8$ /j/sens.

NB : En absence d'informations précises sur la répartition des poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera la valeur donnée dans le fascicule 1, page 10 pour les chaussées unidirectionnelles à 3 voies : 80 % du trafic PL sur la voie lente de droite.

Donc : $TPLi = 3864.8 \times 0.80 = 3091.84$ pl/j/sens

Classe TPLi pour RP1

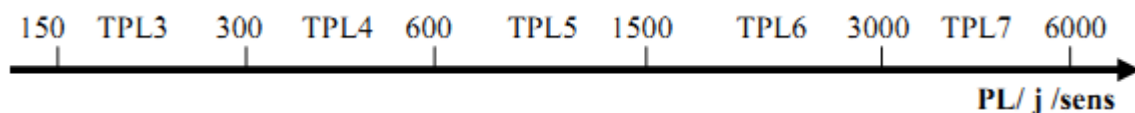


Figure VII.5 : Classe TPLi pour RP1.

D'après les résultats qu'on a trouvés, notre trafic est classé en TPL7 (entre 3000 et 6000 PL)

VII.4.4.3. Classe de portance du sol support

Elle est déterminée sur la base du module:

Avec :

$$E = 5 \times \text{CBR}$$

CBR=3, $E=5 \times 3 = 15 \text{MPa}$

VII.4.4.4. Durée de vie

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

✓ Alors la durée de vie est égale à **20 ans**.

VII.4.4.5. Risque de calcul

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

✓ Alors soit : $r = 2\%$.

VII.4.4.6. Données climatiques

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

✓ Alors d'après le fascicule 2, page 15, tableau 7, notre projet est situé dans la zone climatique I.

Avec les données citées plus haut, et une classe de sol S2, le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves préconise une structure de:

8 BB+14 GB+15 GB avec une couche de forme de 60 cm (en 02 couches), voir (fascicule 3, page 11).

VII.4.4.7. Température équivalente

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

✓ Alors: $\theta_{eq} = 20^\circ \text{C}$.

VII.4.4.8. Valeur du coefficient d'agressivité

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

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

Alors, pour RP1 on a : $A = 0.6$

VII.4.4.9. Conditions aux interfaces

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

Et d'après le fascicule 2, page 11, tableau 3, toutes les interfaces sont collées.

VII.4.4.10. Mode de fonctionnement pour le type de structure

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

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

Le mode de fonctionnement est illustré dans la figure(VII.6).

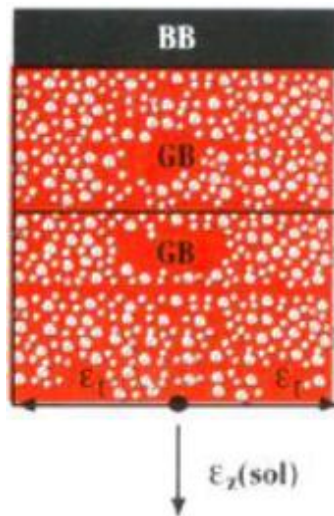


Figure VII.6: Schéma illustratif du mode de fonctionnement.

VII.5. Vérification a la fatigue des structures et de la déformation du sol support :

VII.5.1. Calcul théorique :

Il faudra vérifier que **ϵ_t** et **ϵ_z** calculées à l'aide d'alizé III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculée c'est-à-dire respectivement à **ϵ_t,adm** et **ϵ_z,adm** .

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

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

VII.5.1.1. calcul du trafic cumulé de PL(TCi)

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

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

Avec :

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

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

Application numérique:

$$TCi = 4.20 \times 10^6$$

$$TCi = 3091.84 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04}$$

$$TCi = 3.36 \times 10^7$$

VII.5.1.2. calcul du trafic cumulé équivalent (TCEi)

$$TCEi = TCi \times A$$

Application numérique:

$$TCEi = 3.36 \times 10^7 \times 0.6 = 2.02 \times 10^7$$

$$TCEi = 2.02 \times 10^7 \text{ PL}$$

VII.5.1.3. Calcul des déformations admissible sur le sol support ($\epsilon_{z,ad}$)

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

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

Application numérique :

$$\epsilon_{z,ad} = 22 \times 10^{-3} \times (2.02 \times 10^7)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z,ad} = 422.34 \times 10^{-6}$$

VII.5.1.3. calcul des déformations admissibles à la base des couches bitumineuses ($\epsilon_{t,ad}$)

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

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

Où :

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

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

k θ : facteur lié à la température.

kr : facteur lié au risque et aux dispersions.

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

Tel que :
$$Kne = \left(\frac{TCEi}{10^6} \right)^b, \quad K\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ C, 10Hz)}{E(\theta eq, 10Hz)}}, \quad Kr = 10^{-tb\delta}$$

D'où:

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

Avec:

TCEi: trafic en nombre cumulé d'essieux équivalent de 13 tonnes sur durée de vie considérée.

b: pente de droite de fatigue ($b < 0$).

E (10°C) : module complexe du matériau bitumineux à 10°C.

E (θeq) : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est en fonction de la zone climatique considérée.

δ : f (dispersion) est donnée par la relation : $\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times S_h \right)^2}$

Avec :

SN : dispersion sur la loi de fatigue.

S_h : dispersion sur les épaisseurs (en cm).

C : coefficient égal à 0.02

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

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

- ✓ ϵ_6 (10°C, 25 Hz) = 100×10^{-6} (déformation sous la grave bitume).
- ✓ $b = -0.146$.
- ✓ $E(10^\circ C, 10 \text{ Hz}) = 12500 \text{ MPa}$.
- ✓ $E(\theta eq, 10 \text{ Hz}) = 7000 \text{ MPa}$.
- ✓ $SN = 0.45 \text{ (GB)}$.
- ✓ $S_h = 3 \text{ cm (GB)}$.
- ✓ $kc = 1.3 \text{ (GB)}$.

Application numérique :

$$k_{ne} = \left(\frac{2.02 \times 10^7}{10^6} \right)^{-0.146} = 0.644$$

$$k_{ne} = 0.644$$

$$k_{\theta} = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = 1.33$$

$$k_{\theta} = 1.33$$

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

$t = -2.054$ (pour $r = 2\%$).

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

$$\delta = 0.609$$

$$k_r = 10^{-2.054 \times 0.146 \times 0.609} = 0.657$$

$$k_r = 0.657$$

D'où :

$$\epsilon_{t,ad} = 100 \times 10^{-6} \times 0.873 \times 1.33 \times 0.657 \times 1.33 = 101.45 \times 10^{-6}$$

Alors :

$$\epsilon_{t,ad} = 73.15 \times 10^{-6}$$

Les déformations admissibles sont :

- $\epsilon_{z,ad}$: sol support = 422.34×10^{-6}
- $\epsilon_{t,ad}$: à la base de GB = 73.15×10^{-6}

VII.5.2. Vérification par le logiciel ALIZE III

VII.5.2.1. 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 $\bar{\sigma}_t$, ϵ_z , $\bar{\sigma}_z$, aux différentes interfaces de la structure ayant jusqu'à six couches supposées infinies en plan. La charge prise en compte dans la modélisation est une charge unitaire correspondant à un demi-essieu de 13 tonnes présenté par une empreinte circulaire de rayon (r) avec une symétrie de révolution. Le problème est traité en coordonnées cylindriques. La modélisation de la structure est donnée dans le tableau suivant

Tableau VII.7: Résultats de du calcul ALIZE.

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0.080	4000.0 collé	0.350	0.000	22.0	0.208	45.3	0.660
			0.080	8.5	0.203	79.1	0.577
0.140	7000.0 collé	0.350	0.080	8.5	0.319	40.6	0.577
			0.220	-12.2	-0.021	28.3	0.195
0.150	7000.0 collé	0.350	0.220	-12.2	-0.021	28.3	0.195
			0.370	-44.5	-0.419	43.9	0.040
0.300	500.0 collé	0.250	0.370	-44.5	-0.015	90.8	0.040
			0.670	-39.2	-0.022	45.6	0.012
0.300	500.0 collé	0.250	0.670	-39.2	-0.022	45.6	0.012
			0.970	-63.9	-0.041	46.3	0.003
infini	15.0	0.350	0.970	-63.9	0.000	179.4	0.003

variante 1: Durée= 00:00sec

Grandeurs affichées: ☒ tableau 1 ☐ tableau 2 ☐ tableau 3 ☐ tableau 4 ☐ tableau 5 ☐ tableau 6 ☐ tableau 7 ☐ tableau 8

Déflexion = 63.3 mm/100 entre-jumelage

Rdc = 1380.2 m

Imprimer Enregistrer

Voir Chargt. Fermer

➤ **Tableau récapitulatif****Tableau VII.8:** Déformations.

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par ALIZE III
$\epsilon_{t,adm}=73.15 \times 10^{-6}$	$\epsilon_t=44.5 \times 10^{-6}$
$\epsilon_{z,adm}=422.34 \times 10^{-6}$	$\epsilon_z=179.4 \times 10^{-6}$

La structure **8BB + 14GB + 15GB + 60TUF** est donc vérifiée puisque :

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

Conclusion

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

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

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

Introduction

La conception d'un projet est l'étape la plus importante et la plus déterminante, car elle tient compte du coût du projet et sur sa durabilité. Comme notre projet consiste à faire l'étude d'un échangeur, on doit préalablement connaître les différents types d'échangeurs et leurs conditions d'implantation afin de concevoir l'échangeur le plus adéquat.

VIII.1. Définition d'un échangeur

Un échangeur est un carrefour dénivelé entre deux routes avec raccordement de circulation entre les voies.

En terme technique, un échangeur est un dispositif de raccordement entre plusieurs voies de circulation, sa disposition doit être étudiée en fonction de l'importance des divers courants de circulation, du site d'implantation, et du type de topographie du site, ajoutons qu'il faut éviter de le placer dans les sections en forte pente ou avec des dévers importants.

On désigne les échangeurs par :

- ✓ **Nœuds** : quand il raccorde une voie rapide avec une autre voie rapide.
- ✓ **Diffuseur** : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.
- ✓ **Mixte** : quand il assure en plus des raccordements de deux autoroutes.

VIII.2. Le rôle de l'échangeur

L'échangeur a pour rôle d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans les différentes directions selon l'ordre d'importance et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents.

VIII.3. Types d'échangeurs

La conception d'échangeur est toujours influencée par plusieurs facteurs comme la composition du trafic, la vitesse. Selon l'importance des routes à raccorder, nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

VIII.3.1. Echangeur majeur : raccordement autoroute-autoroute.

On distingue deux types :

a. Trèfle complet : qui comporte quatre boucles avec quatre diagonales, il assure tous les sens de circulation sans cisaillement, mais la circulation est nécessairement lente sur les boucles

b. Trompette en Y : Il raccorde trois branches, telle que la branche ayant le plus faible

trafic doit se détacher par la droite du tronçon principale on rejoignant par la droite de même tronçon principale. Ce type comporte un ouvrage biais.

VIII.3.2. Échangeur mineur : raccordement autoroute-route. On distingue :

a. **Le losange** : ce type comporte quatre diagonales unidirectionnelles et un carrefour à niveau sur la voie secondaire.

b. **Echangeur de type demi trèfle** : Il comporte deux diagonales et deux boucles.

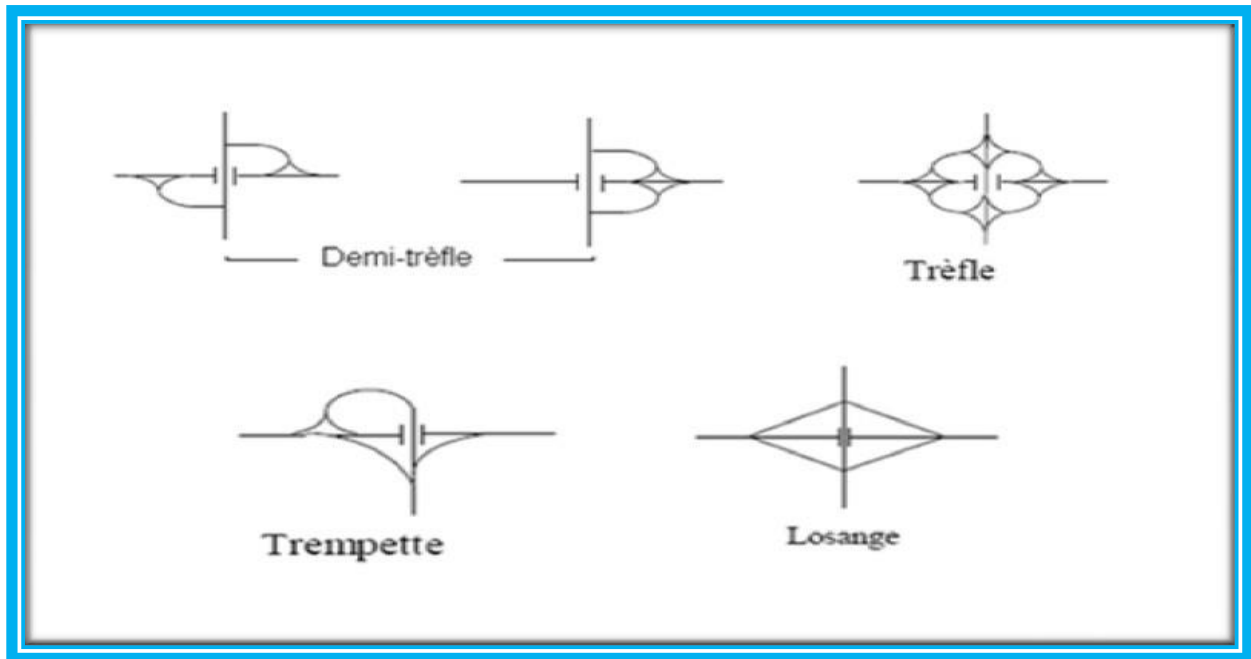


Figure VIII.1 : Types d'échangeurs.

VIII.4. Caractéristiques géométriques des échangeurs

Tout échangeur, quel que soit son importance, sa classe et sa forme est constitué d'un assemblage de trois éléments qui sont :

- ✓ Le Pont (passage supérieur ou inférieur).
- ✓ Le Carrefour (s) plan(s).
- ✓ Les Bretelles (rampes d'entrée, et des rampes de sortie).

VIII.5. Choix de l'échangeur

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés« Avantages, inconvénient... » et la limite de leur utilisation, permettent de choisir la configuration la plus adoptée ou cas qui 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 :

➤ **Étape 1:** Détermination du tracé.

La détermination de tracé se fait 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
- **Étape 2 :** Configuration de tracé à adopter.

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

- ✓ Tracé respectant les valeurs limitées de conception « valeur de rayon, d'alignements »
 - ✓ Longueurs des voies « insertion, décélération » réglementaires
- **Étape 3 :** Analyse.

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.6. Application au projet

Le croisement entre la pénétrante est la RN 68 au niveau de PK 33+700 (Boufhima) nécessite un aménagement d'un échangeur. Ce dernier a pour le but d'assurer la continuité et la fluidité de la circulation à ce niveau et de permettre d'effectuer les différents échanges dans la région de Draa El Mizane.

VIII.6.1. Détermination du tracé

a. Présentation du site d'implantation

Le terrain qui reçoit l'échangeur est un terrain montagneux.

b. Types de routes à raccorder

L'échangeur à concevoir doit assurer un raccordement entre :

La route nationale RN68 (1x2voies) avec la pénétrante (2x3voies) au niveau de Boufhima.

⇒ donc l'échangeur et de type **majeur**.

c. Etude du trafic

➤ Pour la pénétrante

L'estimation du trafic pour la pénétrante à l'horizon de 2019 (année de mise en service) est égale à **10528 v/j /sens** (voir chapitre III Etude du trafic).

Nombre de voies= 2x3 (déterminé dans le chapitre 3)

➤ **Pour la RN68**

C'est une route nationale bidirectionnelle de 1×2 voies de 3.5 m chacune avec une vitesse de référence de 60 Km/h.

➤ **Pour les bretelles et les boucles**

On estime un TJMA de 20 % de celui de la pénétrante, donc il est de 2105.6 v/j.

$$TJMA_{2019} = 2105.6v/j.$$

$$TJMA_{2039} = (2105.6) \times (1+0,04)^{20} = 4613.63v/j$$

$$T_{eff}(2039) = 4613.63 \times [(1 - 0.35) + 8 \times 0.35] = 15917.02 \text{ uvp/h.}$$

$$Q(2039) = 0.12 \times 15917.02 = 1910.04 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{adm} = 0,95 \times 0.95 \times 1500 = 1353.75 \text{ uvp/h}$$

$$N = (2 / 3) \times (1910.04 / 1353.75) = 0.94 \approx 1.$$

NB : Pour toutes bretelles et boucles, on aura le même profil en travers c'est-à-dire « une seule voie ».

➤ **Distribution du trafic**

- ✓ Le croisement est de (8) branches.
- ✓ L'échangeur distribue le trafic dans quatre (4) directions

d. Vitesse sur les bretelles

La vitesse de référence des véhicules d'une section de l'autoroute est la vitesse qui permet de définir les caractéristiques minimales d'aménagement de ses points particuliers.

Le respect des conditions liées à cette vitesse minimale, permet de garantir l'homogénéité des caractéristiques d'une section de route, la sécurité et le confort de la conduite:

- ✓ La vitesse sur la pénétrante est **110Km/h.**
- ✓ La vitesse sur la RN 68 est **60 Km/h.**
- ✓ La vitesse sur l'échangeur est **40 à 60 Km/h.**

⇒ On va prendre :

Tableau VIII.1 : les valeurs de la vitesse dans les bretelles.

Section	VB (km/h)
section de sortie « décélération »	60
section d'entrée « accélération »	50
Boucle	40

VIII.6.2. Configuration de tracé à adopter

VIII.6.2.1. Caractéristiques géométriques des bretelles

D'après l'ICTAAL 2000 les bretelles des diffuseurs, généralement, sont à **1** ou **2** voies.

a. Trace en Plan des Bretelles

Tableau VIII.2 : Valeur limites des rayons.

rayon	symbole	1 voie sortie	1voie boucle
Rayon min	Rm (m)	40(7%) et 100 le premier rayon rencontré	40(7%)
Rayon min non déversé	Rnd (m)	300	
Rayon max dans la boucle	Rmax	/	60
Dévers entre Rnd et Rm	D(m)	$D=675/R+0.25$ Entre 100et300	/

Les rayons minimaux à retenir sont donnés en fonction de la vitesse (voire la figure VIII.2)

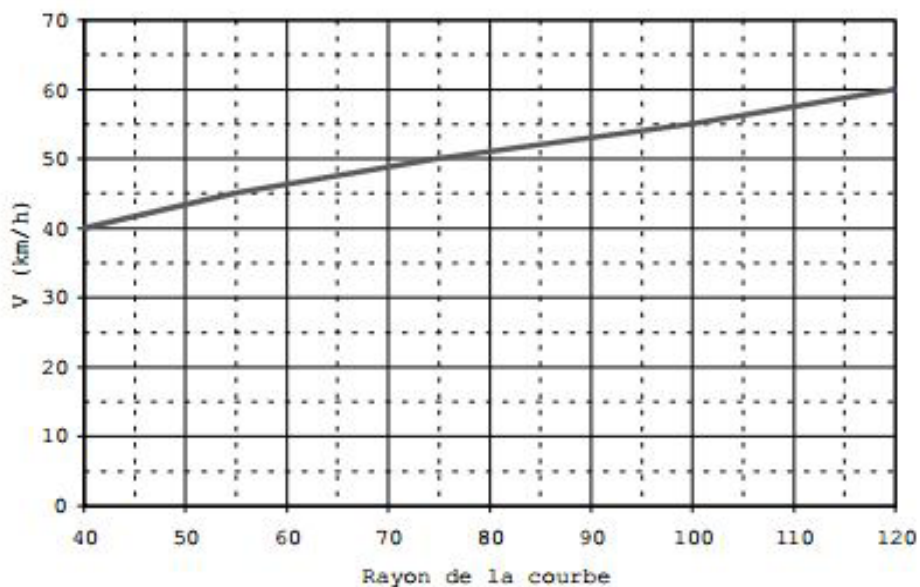


Figure VIII.2 : vitesse conventionnelle dans une bretelle en fonction du rayon de la courbe.

Les valeurs limites des rayons pour notre tracé en plan des bretelles sont illustrées dans le tableau(VIII.2)

Tableau VIII.3 : Les valeurs limites des paramètres du tracé en plan.

Section	V_B (km)	Rayon (m)
section de sortie « décélération »	60	120
section d'entrée « accélération »	50	75
Boucle	40	40

b. Zones de décélération et d'accélération

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.

➤ La zone de décélération

Les sorties à une voie sont le cas le plus courant pour les diffuseurs.

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 (voire VIII.5), avec une décélération en palier de $1,5 \text{ m/s}^2$.

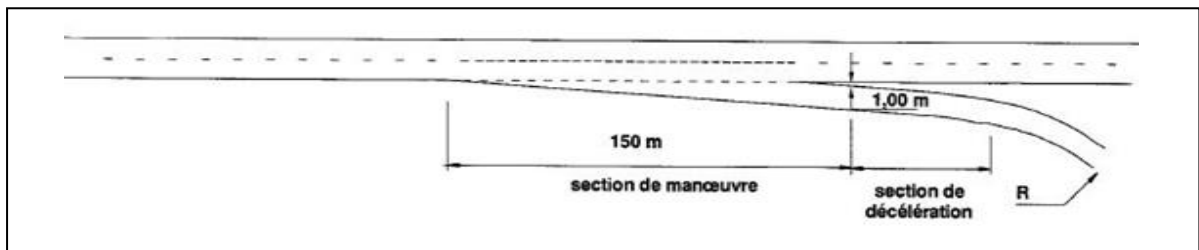


Figure VIII.3 : Dispositif de sortie de l'autoroute.

➤ La zone d'accélération

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 (voire figure VIII.5), 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.

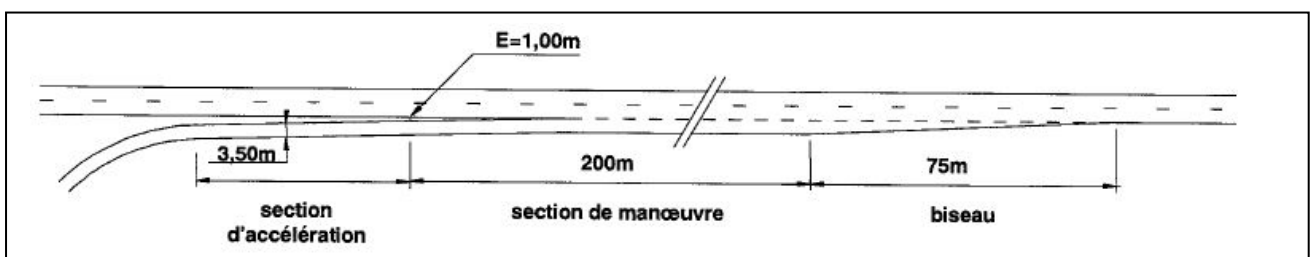


Figure VIII.4 : Dispositif d'entrée en autoroute.

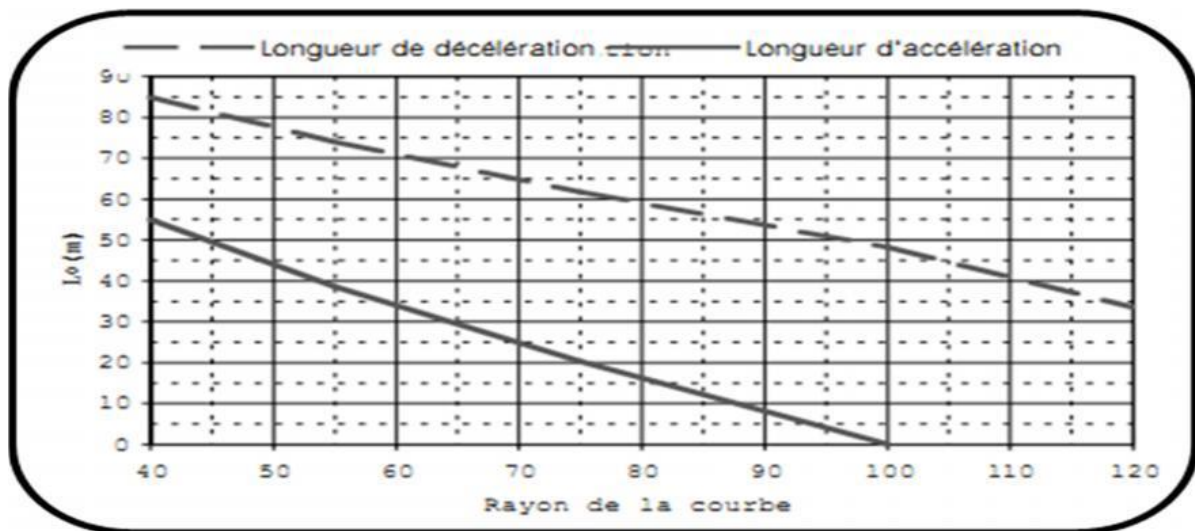


Figure VIII. 5: longueur «d'accélération/décélération » en fonction du rayon.

La longueur de décélération et d'accélération en palier en fonction du rayon.

Tableau VIII.4 : valeurs de L_0 en fonction de R.

Section	Rayon (m)	L_0 (m)
section de sortie « décélération »	120	35
section d'entrée « accélération »	75	20
Boucle	40	/

c. Profil en long d'une bretelle

Tableau VIII.5 : Les valeurs limites des paramètres du profil en long .

Déclivité maximale	6 %
Rayon minimal en angle saillant	1 500 m
Rayon minimal en angle rentrant	800

d. Profil en travers d'une bretelle

L'établissement des profils en travers est basé sur les expériences antérieures sur des projets similaires ou en construction en Algérie, bretelle unidirectionnelle à une voie : selon L'ICTAAL.

Tableau VIII.6: Les valeurs limites des paramètres du profil en travers

Chaussée	Unidirectionnelle	3.5 m+S
B.D.D.		1.00 m
B.D.G		0.50 m

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

➤ **Profils en travers types des bretelles**

Tableau VIII.7: Bretelle unidirectionnelle à une voie.

	Berme(m)	BAU(m)	BDG(m)	Sur largeur	BDD(m)	Chaussée(m)
section de sortie « décélération »	1	2	0.5	/	1	$3.5+S+BAU$ $=3.5+2=5.5$
section d'entrée « accélération »	1	2	0.5	$S=\frac{50}{R} =$ $\frac{50}{75} = 0.7$	1	$3.5+S+BAU$ $=3.5+2+0.7=$ 6.2

➤ **Profil en travers types des boucles**

Tableau VIII.8 : profil en travers type d'une boucle.

Berme(m)	BDD(m)	BDG(m)	Sur largeur(m)	Chaussée(m)
1	1	0.5	$S = \frac{50}{R} = \frac{50}{40} = 1.25$	$3.5+S=3.5+1.25=4.75$

e. Condition de visibilité

➤ **Visibilité sur une sortie d'autoroute**

La distance de manœuvre en sortie **dms** est défini comme la distance parcourue à vitesse Constante. La vitesse maximale autorisée pendant le temps nécessaire pour opérer, fixé à 6 secondes. **dms** = 6V (V en m/s).

Pour les deux voies de circulation les plus à droite de la chaussée, le conducteur doit à la fois percevoir à la distance **dms** du point dit "de sortie au plus tôt" ($S = 1,50$ m):

- ✓ l'ensemble de la face du panneau de signalisation avancée placé au droit de ce point.
- ✓ la balise signalant le musoir que l'on suppose observée à une hauteur de 1 m à l'endroit où le musoir atteint 5 m de large.

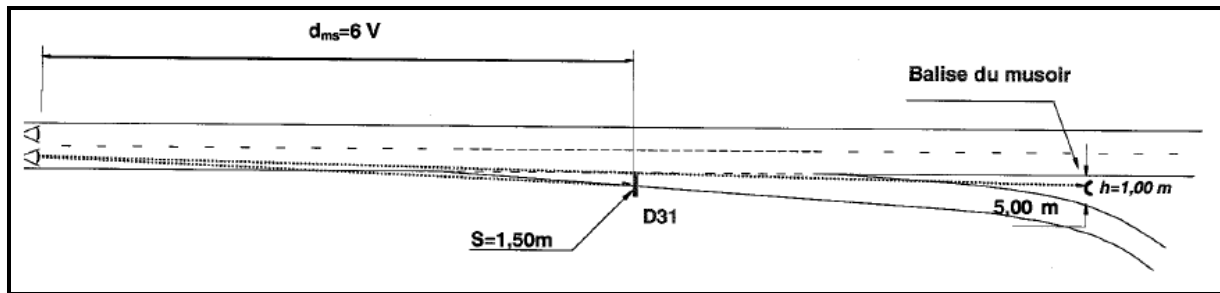


Figure VIII.6 : Règle de visibilité sur une sortie d'autoroute.

➤ 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
- ✓ p : la déclivité, en valeur algébrique.

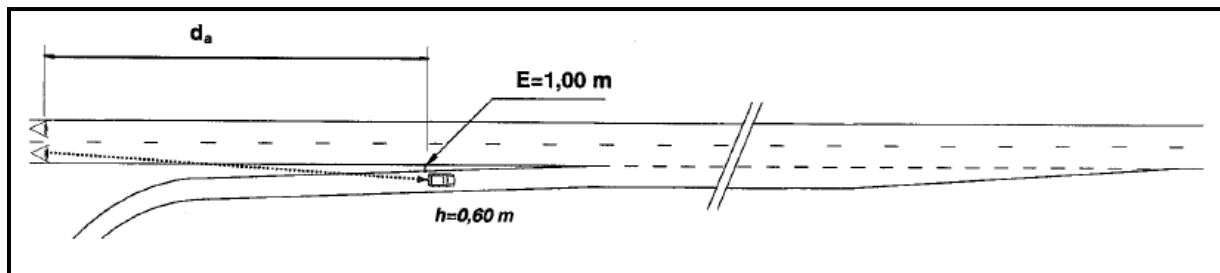


Figure VIII.7 : Règle de visibilité sur une entrée d'autoroute.

Distance de visibilité sur marquage dvm

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

Distance de lecture (lc) : Définissant la distance minimale permettant à l'utilisateur de lire les informations sur les panneaux de signalisation :

$$l_c = 5V ; \text{ avec } (V \text{ en m/s})$$

Résumé :

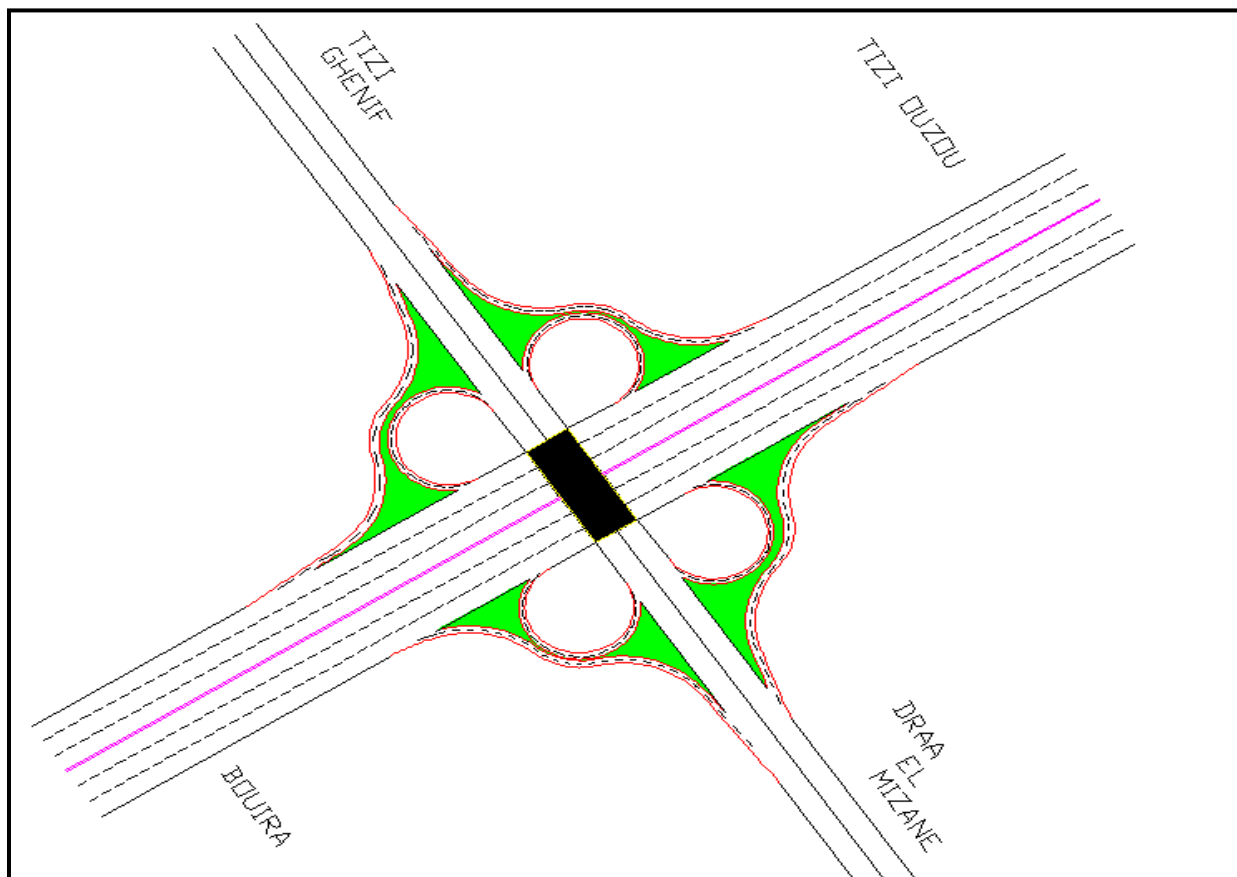
Le tableau suivante représente les Principales distances de visibilité.

Tableau VIII.9 : Principales distances de visibilité.

vitesse	110Km/h=30.55m/s
Décélération moyenne $\gamma(v)$	0.36
Distance d'arrêt en palier ($p=0$)	195
Distance de manœuvre en sortie dms (et changement de file)	185
Distance de visibilité sur marquage dvm	91.65
Distance de lecture lc	152.75

Conclusion

Après l'analyse qui est faite sur le choix de l'échangeur qui raccordera la pénétrante Nord-Sud à l'autoroute Est-Ouest en (2x3) voies avec la RN68 (1 x2), on a conclue qu'il sera constitué de huit (08) branches et comme le trafic de ces derniers est très important .On a trouvé que l'échangeur qui répond à tous ces critères est le trèfle complet.

**Figure VIII.8 :** Schéma type de l'échangeur.

Introduction

Lors de la conception des ouvrages routiers, un des problèmes techniques les plus importants auquel doit faire attention un ingénieur, est celui de l'assainissement du futur ouvrage. Il s'agit essentiellement de la collecte et l'évacuation des eaux superficielle 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.1. Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- ✓ la sécurité des usagers, en évacuant l'eau des chaussées et des talus ;
- ✓ la pérennité de l'infrastructure, en collectant les eaux et en les évacuant de la route ;
- ✓ la lutte contre la pollution routière.
- ✓ 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 de corps de la chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- ✓ Garantir la stabilité de l'ouvrage durant toute sa durée de vie.

IX.2 Assainissement de la chaussée

L'architecture d'un réseau d'assainissement peut être décomposée conventionnellement en 5 grandes parties :

- ✓ Les réseaux de collecte longitudinaux.
- ✓ Les ouvrages transversaux.
- ✓ Les ouvrages de raccordement.
- ✓ Les ouvrages de contenance et de dépollution.
- ✓ Les exutoires.

IX.2.1. Réseaux de collectes longitudinales

a. Réseaux longitudinaux sur la plate-forme: on distingue:

✓ **Le réseau de terre-plein central:** a pour fonction de collecter et d'évacuer les eaux issues du TPC et de la demi-chaussée déversée.

✓ **Le réseau de pied de talus de déblai:** ce réseau a pour fonction de collecter les eaux issues du ruissèlement du talus de déblai, de la chaussée, de la bande d'arrêt d'urgence et de la berme en générale en réalise une cunette ou un fossé de faible profondeur enherbé ou revêtu.

✓ **Le réseau de crête de talus de remblai:** a pour fonction de canaliser l'eau issue du ruissèlement de la chaussée pour éviter son déversement en rive sur le talus de remblai. Il protège le talus routier contre toute altération en générale on prévoit ce type d'ouvrage dès que la hauteur du talus de remblai dépasse 4m ou 2m pour les régions exposées à une intensité pluvieuse importante. En section courant l'ouvrage peut être constitué de caniveau rectangulaire en béton, de bourrelets ou de bordures

b. Réseaux longitudinaux en dehors de la plate-forme: on distingue:

✓ **réseau de crête de talus de déblai:** son rôle est d'éviter l'érosion du talus et les infiltrations susceptibles de compromettre la stabilité du talus. Il intercepte les eaux de ruissèlement du bassin versant naturel modifié par le tracé routier; les ouvrages utilisés peuvent être fossés trapézoïdaux, fossés triangulaires ou des 1/2 buses.

✓ **réseau de pied de talus de remblai:** ce réseau doit collecter toutes les eaux de l'impluvium routier, gravitairement pour les diriger vers l'exutoire. L'ouvrage est généralement un fossé trapézoïdal enherbé ou un fossé revêtu en béton lorsque les risques d'érosion sont à craindre

IX.2.2. Liaisons transversales

Comprennent les ouvrages assurant un transfert des écoulements d'un réseau longitudinal vers un autre comme les descentes d'eau superficielles et les descentes d'eau enterrées.

IX.2.3. Les ouvrages de raccordement

Il s'agit des regards et des différents raccordements des liaisons transversales avec le réseau longitudinal. Leur bonne exécution dépend de bon fonctionnement du système d'assainissement et de sa pérennité. Le plus souvent, ces ouvrages sont préfabriqués et plus rarement coulés en place. Il s'agit des :

a. Regards de visite: nécessaire pour l'entretien et le contrôle des collecteurs enterrés.

b. Regards avaloirs: servant à l'engouffrement des eaux.

IX.2.4. ouvrages de contenance et de dépollution

Leurs fonctions est l'écrêtement la dépollution. On a plusieurs types d'ouvrages comme fossés enherbés, bassins secs et fossés subhorizontal enherbes.

IX.2.5. les exutoires

L'exutoire est considéré comme le point de sortie d'un réseau d'assainissement ou d'un bassin versant. On a plusieurs types :

- a. **Exutoires naturels:** comme les cours d'eaux et les canaux...
- b. **Exutoires artificiels:** comme canalisation d'un réseau d'assainissement existant, fossé, bassin d'infiltration....

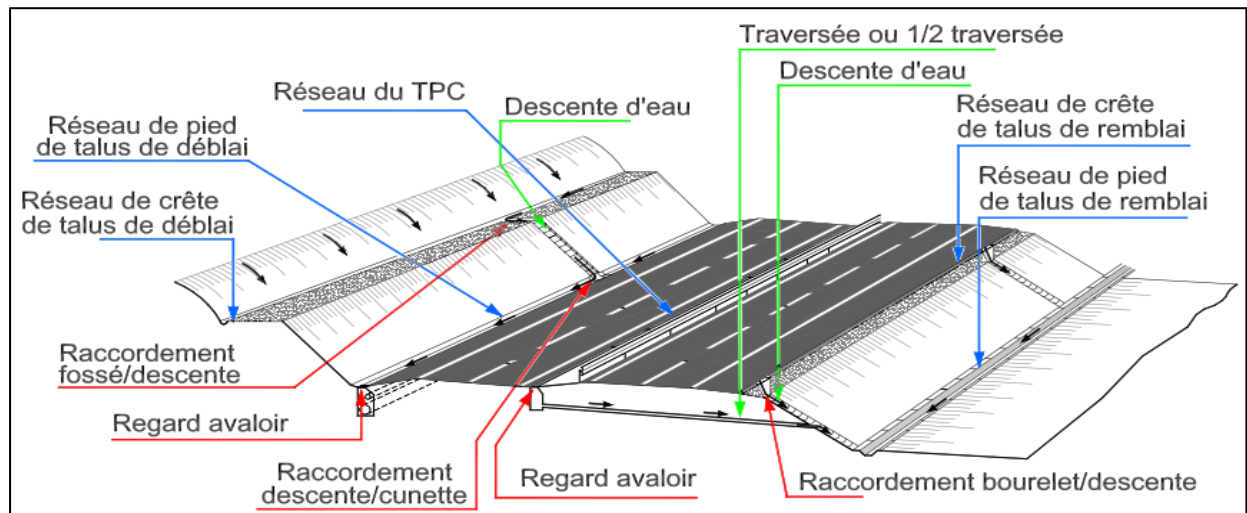


Figure IX.1: Différents ouvrages d'assainissement

IX.3. Dimensionnement des ouvrages d'évacuation

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

$$Q_a < Q_s$$

Avec :

Q_a : Débit d'apport en provenance du bassin versant (m^3/s).

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

IX.3.1. Débits d'apports

Le débit d'un bassin étant la quantité d'eau qui s'écoule dans l'intervalle d'un temps donné, sa gestion dans le milieu urbain a aussi pour but d'éviter des dommages aux propriétés.

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

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

Avec :

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

- ✓ I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).
- ✓ C : coefficient de ruissellement.
- ✓ A : aire du bassin versant (Km).

Cette formule est empirique elle a été faite pour les unités suivantes :

- ✓ Q_a en (m^3/s) valable pour : I en (mm/h) ; A en (Km^2) ; $K= 0.278$

a. Coefficient de ruissellement «C»

Le coefficient de ruissellement d'une surface donnée est le rapport du volume d'eau tombé sur le volume d'eau écoulé sur la surface.

Ce coefficient dépend essentiellement :

- ✓ De la nature des revêtements sur les ruisselles d'eau.
- ✓ Des pentes des surfaces drainées.
- ✓ De la température de l'air, du sol, de l'eau, degré hygrométrique de l'air, saison.

Ce coefficient varie au cours d'une averse avant de se stabiliser.

La valeur du coefficient « C » est fixée à partir du tableau ci-dessus :

Tableau IX. 1 : Valeurs des coefficients de ruissellement.

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtu en enrobes	0.80 à 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.40
Talus	0.10 à 0.30	0.30
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

b. Intensité de l'averse «It»

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

$$I_t = I \times (T_c / 24)^B$$

Avec :

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

T_c : Temps de concentration (heure).

B : b-1, d'où **b** : exposant climatique.

Pour déterminer l'intensité de la pluie on passe par plusieurs étapes de calcul qui sont :

✓ **Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle**

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

Avec :

- ✓ **P_{j moy}** : hauteur de la pluie journalière moyenne (mm).
- ✓ **Cv** : coefficient de variation.
- ✓ **U** : variable de Gauss (en fonction de la période de retour) dont les valeurs sont donné par le tableau (IX.2)

Tableau IX.2 : Variable de gauss en fonction de la période de retour.

Fréquence (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retours (ans)	2	5	10	20	50	100
Variables de Gauss (U)	0.000	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

La pluie de référence pour le calcul de dimensionnement des ouvrages correspond à une durée de pluie (t) minute et une période de retour de 10 ans, 50 ans.

Remarque

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

c. Fréquence de l'averse «Pt(%)»

Pour une durée de temps spécifiée, la fréquence d'averse est donnée par la formule suivante

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

Avec :

P_t : hauteur de pluie de durée t (mm)**P_j** : pluie journalière maximale annuelle.**b** : l'exposant climatique de la région.

T_c : temps de concentration (temps nécessaire à l'eau pour s'écouler depuis le point le plus éloigné du bassin versant jusqu' à son exutoire ou le point de calcul).

d. Temps de concentration «T_c»

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

✓ **La formule de VENTURA**Lorsque : $A < 5 \text{ km}^2$:

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

✓ **La formule de PASSINI :**Lorsque $5 \text{ km}^2 < A < 25 \text{ km}^2$:

$$T_c = \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{P}}$$

✓ **La formule de GIADOTTI :**Lorsque $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$:

$$T_c = \frac{1.5L + 4\sqrt{A}}{0.8\sqrt{H}}$$

 T_c : le temps de concentration (heure). A : superficie de bassin versant (km^2). L : longueur de thalwegs principaux (m.p.m) H : la différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).**IX.3.2. Débit de saturation (Q_s)**

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

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

Avec :

 Q_s : Débit de saturation. J : Pente de l'ouvrage d'évacuation. S_m : Section mouillée.

R_h : Rayon hydraulique, avec : R_h = section de profil mouillé / périmètre du profil mouillé.

 K_{st} : Coefficient de rugosité (MAMING STICKLER).

- ✓ Parois en terre : $K_{ST} = 30$
- ✓ En buses métalliques : $K_{ST} = 40$
- ✓ Maçonneries : $K_{ST} = 50$
- ✓ Béton : $K_{ST} = 70$
- ✓ Buses préfabriquées : $K_{ST} = 80$

IX.4. Application au projet**IX.4.1. Données pluviométriques**

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

Les données nécessaires aux calculs concernent:

- ✓ La pluie journalière moyenne: $P_{24} = P_{j\text{moy}} = 61.1 \text{ mm}$.
- ✓ Le coefficient de variation de la région considérée : $C_v = 0.38$.
- ✓ L'exposant climatique de la région : $b = 0.37$.

IX.4.2. Les bassins versants et leurs caractéristique

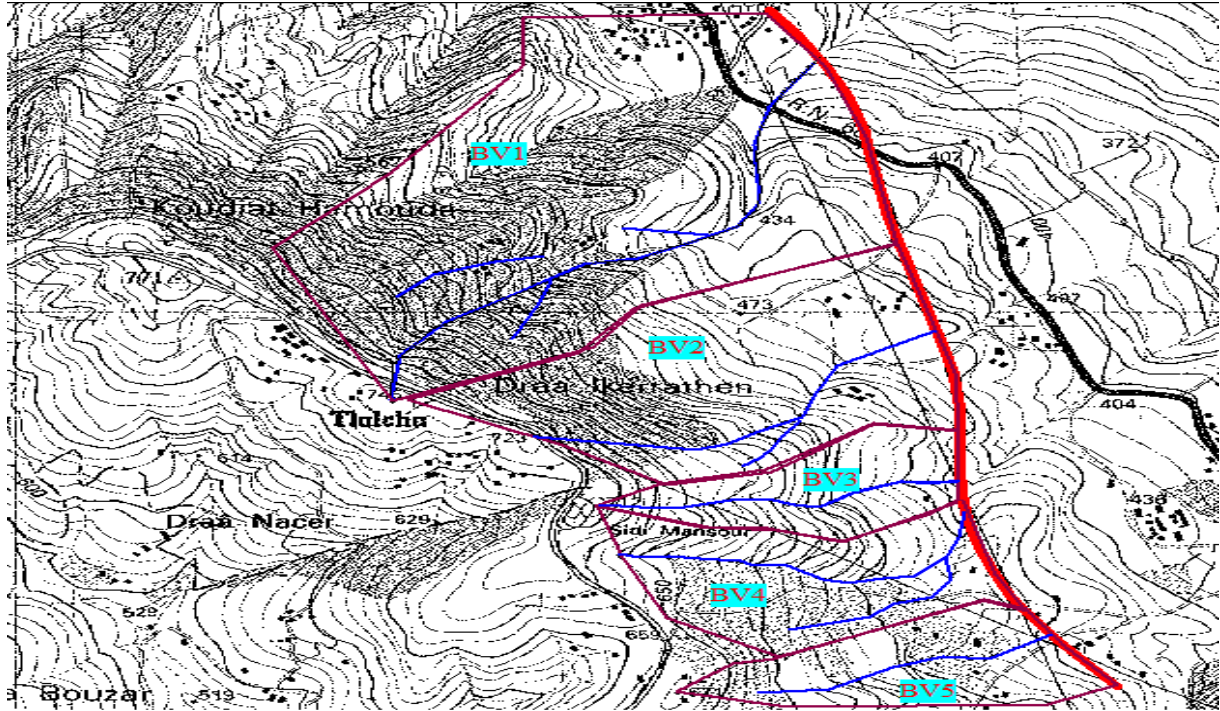


Figure IX.2:Délimitation des bassins versants.

Les surfaces des bassins versants ont été estimées avec MapInfo professionnel 4.5 sur la carte topographique « échelle 1 :25000 » sont illustrées dans le tableau (IX.3).

Tableau IX.3 : Caractéristiques des bassins versants.

N° BV	Surface (Km ²)	Périmètre (Km)	Longueur (m)	H max(m)	H min(m)
BV 1	1.072	34.203	1659	745	380
BV 2	0.541	3.255	1046	745	450
BV 3	0.178	1.945	792	712	470
BV 4	0.286	2.501	918	712	490
BV 5	0.206	2.118	679	671	500

Avec :

L : longueur de thalweg

Hmax : L'altitude maximale de B.V

Hmin : L'altitude minimale de B.V

IX.4.3. Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle

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

Tableau IX.4 : les valeurs de la hauteur de la pluie journalière maximal annuelle.

	Pj moy	U (mm)	Cv	Pj(mm)
Pj (10%)	61.1	1.282	0.38	91.475
Pj (2%)	61.1	2.057	0.38	121.574

IX.4.4. Temps de concentration

Le temps de concentration est estimé d'après La formule de VENTURA lorsque $A < 5 \text{ km}^2$

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

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

Tableau IX.5 : les valeurs de temps de concentration

N°BV	A (km2)	H max(m)	H min(m)	L(m)	P (m/m)	Tc (heure)
BV1	1.072	745	380	1659.00	0.22	0.280
BV2	0.541	745	450	1046.00	0.282	0.176
BV3	0.178	712	470	792.20	0.305	0.097
BV 4	0.286	712	490	918.00	0.242	0.138
BV 5	0.206	671	500	679.00	0.252	0.115

IX.4.5. Intensité de l'averse**Tableau IX.6 :** Les valeurs de l'intensité de l'averse.

N°BV	Fréquence au dépassement (%)	Tc (heure)	B	Pj (mm)	I (mm/h)	I_t(mm/h)
BV1	10%	0.280	-0.63	91.475	3.811	62.931
	2%	0.280	-0.63	121.574	5.065	83.638
BV2	10%	0.176	-0.63	91.475	3.811	84.314
	2%	0.176	-0.63	121.574	5.065	112.057
BV3	10%	0.097	-0.63	91.475	3.811	122.717
	2%	0.097	-0.63	121.574	5.065	163.097
BV4	10%	0.138	-0.63	91.475	3.811	98.276
	2%	0.138	-0.63	121.574	5.065	130.614
BV5	10%	0.115	-0.63	91.475	3.811	93.247
	2%	0.115	-0.63	121.574	5.065	146.512

Avec :

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

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

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

➤ **Surface de l'écoulement**

On considère la présence des trois éléments (chaussée, talus et bassin versant), en calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total.

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

Les linéaires des 4 bassins de calcul sont :

- 0.8705Km pour le bassin BV N°1.
- 0.6870Km pour le bassin BV N°2.
- 0.2481Km pour le bassin BV N°3.
- 0.4109Km pour le bassin BV N°4.
- 0.3560 Km pour le bassin BV N°5.

Donc :

$$Q_a = Q_c + Q_t + Q_{BV}$$

Avec :

$$Q_c = K. I. C_c. A_c$$

$$Q_t = K. I. C_t. A_t$$

$$Q_{BV} = K.I. C_{tn}. A_{BV}$$

Et:

- ✓ Q_c : débit rapporté par la chaussée.
- ✓ Q_t : débit rapporté par le talus.
- ✓ Q_{BV} : débit rapporté par le terrain naturel.

Les coefficients de ruissellement:

- ✓ C_c : coefficient de ruissellement de la chaussée.
- ✓ C_{BV} : coefficient de ruissellement du terrain naturel.
- ✓ C_t : coefficient de ruissellement du talus.

➤ **Pour le bassin versant N°1 :**

Tableau IX.7 : Section et débit d'apport de bassin versant 01

	%	K	P	P _j (mm)	A (Km ²)	T _c (heure)	I _t (mm/h)	C	Q _a (m ³ /s)
BV1	10	0.278	0.220	91.475	0.280	0.280	62.931	0.2	3.751
	2			121.574			83.638		4.985
chaussée	10		0.025	91.475	0.084	0.084	134.362	0.95	0.400
	2			121.574			178.573		0.520
berme	10		0.08	91.475	0.013	0.013	435.299	0.4	0.039
	2			121.574			578.533		0.052
talus	10		0.67	91.475	0.014	0.014	415.443	0.3	0.277
	2			121.574			552.143		0.368

➤ **Pour le bassin versant N°2 :**

Tableau IX.8 : Section et débit d'apport de bassin versant 02

	%	K	P	P _j (mm)	A (Km ²)	T _c (heure)	I _t (mm/h)	C	Q _a (m ³ /s)
BV4	10	0.278	0.282	91.475	0.541	0.195	2.537	0.2	2.537
	2			121.574			3.371		3.371
chaussée	10		0.025	91.475	0.009	0.080	0.365	0.95	0.365
	2			121.574			0.485		0.485
berme	10		0.08	91.475	0.0007	0.012	0.036	0.4	0.036
	2			121.574			0.047		0.047
talus	10		0.67	91.475	0.007	0.013	0.254	0.3	0.254
	2			121.574			0.338		0.338

➤ **Pour le bassin versant N°3 :**

Tableau IX.8 : Section et débit d'apport de bassin versant 03

	%	K	P	P _j (mm)	A (Km ²)	T _c (heure)	I _t (mm/h)	C	Q _a (m ³ /s)
BV4	10	0.278	0.282	91.475	0.541	0.195	2.537	0.2	2.537
	2			121.574			3.371		3.371
chaussée	10		0.025	91.475	0.009	0.080	0.365	0.95	0.365
	2			121.574			0.485		0.485
berme	10		0.08	91.475	0.0007	0.012	0.036	0.4	0.036
	2			121.574			0.047		0.047
talus	10		0.67	91.475	0.007	0.013	0.254	0.3	0.254
	2			121.574			0.338		0.338

➤ **Pour le bassin versant N°4****Tableau IX.9 :** section et débit d'apport des bassins versants 04.

	%	K	P	Pj (mm)	A (Km ²)	Tc (heure)	I _t (mm/h)	C	Q _a (m ³ /s)
BV4	10	0.278	0.242	91.475	0.286	0.138	98.276	0.2	1.563
	2			121.574			130.614		2.077
chaussée	10		0.025	91.475	0.005	0.056	173.466	0.95	0.230
	2			121.574			230.544		0.304
berme	10		0.08	91.475	0.0004	0.010	513.537	0.4	0.029
	2			121.574			682.515		0.030
talus	10		0.67	91.475	0.004	0.009	548.781	0.3	0.183
	2			121.574			729.356		0.243

➤ **Pour le bassin versant N°5****Tableau IX.10:** section et débit d'apport de bassin versant 05

	%	K	P	Pj (mm)	A(Km ²)	Tc (heure)	I _t (mm/h)	C	Q _a (m ³ /s)
BV	10	0.278		91.475			110.238	0.2	1.626
	2			121.574			146.512		1.678
chaussée	10		0.025	91.475	0.005	0.056	173.466	0.95	0.229
	2			121.574			230.544		0.304
berme	10		0.08	91.475	0.0004	0.009	548.781	0.4	0.024
	2			121.574			729.356		0.032
talus	10		0.67	91.475	0.004	0.01	513.537	0.3	0.171
	2			121.475			682.515		0.228

IX.4.6. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques

IX.4.6.1. Dimensionnement du système de drainage longitudinal (les fossés BV N°1)

a. Calcul de surface

➤ **Pour la chaussée**

$$A_c = 0.013 \times 0.870 = 0.011 \text{ Km}^2$$

➤ **Pour la berme**

$$A_B = 0.001 \times 0.870 = 0.0008 \text{ Km}^2$$

➤ **Pour le talus**

$$A_t = 0.01 \times 0.870 = 0.008 \text{ Km}^2$$

b. Calcul des débits d'apport (Qa)**➤ Pour la chaussée**

Données : $C_C = 0.95$; $P = 2.5\%$; $I(10\%) = 3.811 \text{ mm/h}$; $A_C = 0.011 \text{ Km}^2$

$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \sqrt{\frac{0.011}{0.025}} = 0.084 \text{ h}$$

$$I_t = I \left(\frac{T_c}{24} \right)^{b-1} = 3.811 \left(\frac{0.084}{24} \right)^{-0.63} = 134.362 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_c = K.C.I.A = 0.278 \times 0.95 \times 134.362 \times 0.011 = 0.400 \text{ mm/s}$$

➤ Pour la berme

Données: $C_B = 0.4$; $P = 8\%$; $I(10\%) = 3.811 \text{ mm/h}$; $A_B = 0.0008 \text{ Km}^2$

$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \sqrt{\frac{0.0008}{0.08}} = 0.008 \text{ h}$$

$$I_t = I \left(\frac{T_c}{24} \right)^{b-1} = 3.811 \left(\frac{0.008}{24} \right)^{-0.63} = 435.299 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_c = K.C.I.A = 0.278 \times 0.4 \times 435.299 \times 0.008 = 0.039 \text{ mm/s}$$

➤ Pour le talus

Données: $C = 0.30$; $P = 67\%$; $I(10\%) = 3.811 \text{ mm/h}$; $A_T = 0.008 \text{ Km}^2$

$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \sqrt{\frac{0.008}{0.67}} = 0.014 \text{ h}$$

$$I_t = I \left(\frac{t_c}{24} \right)^{b-1} = 3.811 \left(\frac{0.008}{24} \right)^{-0.63} = 415.443 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_T = K.C.I.A = 0.278 \times 0.3 \times 415.443 \times 0.008 = 0.277 \text{ mm/s}$$

➤ Pour le bassin versant:

Données: $C_{bv} = 0.2$; $P = 22\%$; $I_t(10\%) = 3.751 \text{ mm/h}$; $A_{bv} = 1.072 \text{ Km}^2$; $Q_a(BV) = 3.751 \text{ m}^3/\text{s}$.

Alors le débit d'apport total (**Qa**) sera : **Qa = QT + QC + QBV**

$$\left. \begin{array}{l} (Q_a)_c = 0.400 \text{ m}^3/\text{s} \\ (Q_a)_b = 0.039 \text{ m}^3/\text{s} \\ (Q_a)_t = 0.277 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_{BV} = 3.751 \text{ m}^3/\text{s} \end{array} \right\} \Rightarrow Q_{aT} = 4.467 \text{ m}^3/\text{s}$$

c. Calcul du débit de saturation (QS)

Pour le calcul de ce débit on utilise la formule de «MANNING STRICKLER» :

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

Avec :

n : coefficient de Manning, (pris égal à 1.5).

J : pente de l'ouvrage d'évacuation.

R (m): rayon hydraulique = section mouillée / périmètre mouillé.

S (m²): section mouillée.

On posant pour les fossés une section trapézoïdale, on aura :

✓ **S_m** : surface mouillée : **S_m = h x (b + n.h)**

✓ **P_m** : périmètre mouillé : **P_m = b + 2 h√1 + n²**

✓ **R_h** : rayon hydraulique : **R_h = S_m / P_m**

✓ **P** : pente du talus : **P = 1/n**

$$\text{Données : } \begin{cases} Q_a = 4.467 \text{ m}^3/\text{s} \\ K_{st} = 70 \\ J = 0.04 \text{ et } \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} \approx 0.67 \rightarrow n = 1.5 \end{cases} \quad (\text{béton}) \quad \text{on fixe : } \begin{cases} \alpha = 45^\circ \\ \text{et} \\ b = 0.5 \text{ m} \end{cases}$$

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

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

Le calcul se fait par itération et comparaison :

On fait varier h et on calcul à chaque fois le débit de réception qui doit être supérieur ou égal au débit d'apport.

Tableau IX.11 : valeurs de Q_s en fonction de (b, h).

N°BV	b (m)	h (m)	Q _a (m ³ /s)	Q _s (m ³ /s)
BV1	0.5	0.6	4.467	5.449
BV2	0.5	0.5	3.192	3.667
BV3	0.5	0.4	1.32	2.28
BV4	0.5	0.4	2.005	2.28
BV5	0.5	0.4	2.050	2.28

✓ Le fossé retenu

La conception retenue soit un fossé de section trapézoïdale (figure IX.3) tel que

La largeur au fond b = 0.5 m et (α=45°).

La hauteur h = 0.6m pour vérifier la condition de remplissage à 80%

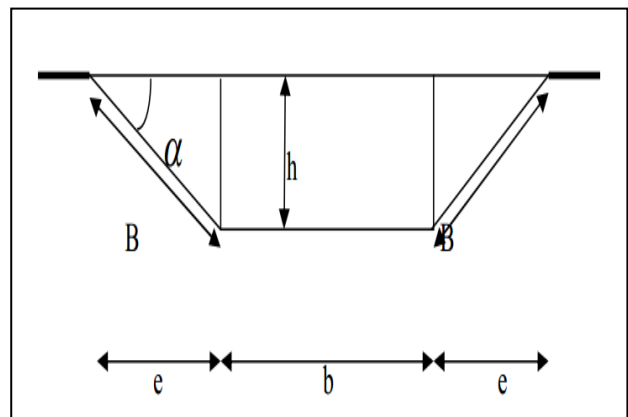


Figure. IX.3 : Le fossé retenu.

IX.4.6.2. Dimensionnement du système de drainage transversal

a. Exemple de calcul d'une buse (bassin versant N°1)

Pour dimensionner les buses :

- ✓ On égalise le débit Q_s à : $Q_a = 4.467 \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ On pose $J = 2\%$, $n = 1.5$.

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

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

D'où :

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

Avec :

S_m : surface mouillée = $1/2 \times \pi \times R^2$

R_h : rayon hydraulique = $R/2$

K_{st} = 80 (pour les 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 **$J = 2\%$**

On calcule R :

$$R^{8/3} = \frac{2^{2/3} \times 4.467}{80 \times 0.02^{1/2} \times \frac{1}{2} \times 3.14}$$

$$R^{8/3} = 0.397 \Rightarrow R = 0.708 \rightarrow \text{alors on aura : } D = 2R = 1.414 \approx 1.5 \text{ m}$$

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

$\Phi 400$, $\Phi 500$, $\Phi 800$, $\Phi 1000$, $\Phi 1200$, $\Phi 1500$...etc.

Tableau IX.12: valeurs de rayons des buses en fonction de Q_a .

N°BV	I	K_{st}	$Q_a(\text{m}^3/\text{s})$	R (m)	D (m)
BV1	0.02	80	4.467	0.708	1.50
BV2	0.02	80	3.192	0.625	1.50
BV3	0.02	80	1.32	0.45	1.00
BV4	0.02	80	2.005	0.525	1.20
BV5	0.02	80	2.050	0.526	1.20

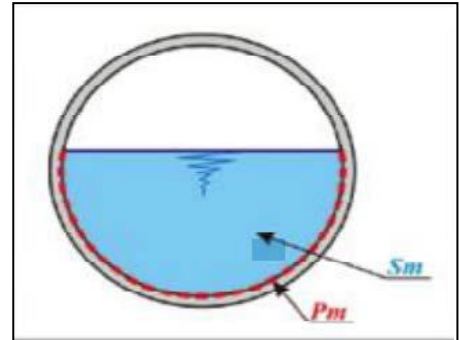


Figure IX.4 : schéma d'une buse.

b. Exemple de calcul d'un dalot (bassin versant N°1) :**➤ Pour la chaussée**

Données: $C = 0.95$; $P = 2.5\%$; $I_t (2\%) = 173.416 \text{ mm/h}$; $A = 0.012 \text{ km}^2$; $(Q_a)_C = 0.549 \text{ m}^3/\text{s}$

➤ Pour le talus

Données: $C = 0.30$; $P = 67\%$; $I_t (2\%) = 552.143 \text{ mm/h}$; $A = 0.008 \text{ km}^2$; $(Q_a)_t = 0.368 \text{ m}^3/\text{s}$.

➤ Pour le bassin versant

Données: $C = 0.2$; $P = 22\%$; $I (2\%) = 83.638 \text{ mm/h}$; $A = 1.072 \text{ km}^2$; $(Q_a)_t = 4.985 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le débit de ruissellement total est $Q_a = 0.549 + 0.368 + 4.985 = 5.902 \text{ m}^3/\text{s}$

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

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

Avec :

S_m : surface mouillée : **$S_m = 0.8H \times B$**

P_m : périmètre mouillé : **$P_m = 1.6H + B$**

R_h : rayon hydraulique : **$R_h = S_m / P_m$**

$K_{ST} = 70$ (béton) et **$J = 2.5\%$** .

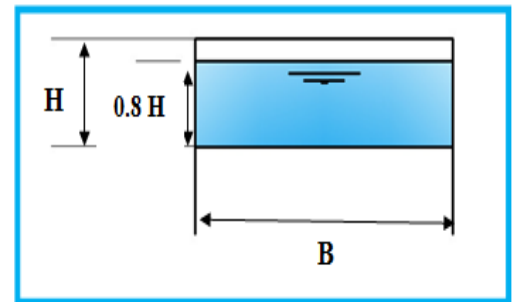


Figure IX.5: Schéma du dalot.

Le calcul se fera par itération, on fixe le paramètre L et on calcule le paramètre h

Le Tableau IX.13 : valeur de Q_a en fonction de (B, H) .

N°BV	B(m)	H(m)	$Q_a(\text{m}^3/\text{s})$	$Q_s(\text{m}^3/\text{s})$
BV1	1.50	1.00	5.925	7.05
BV2	1.50	1.00	4.241	7.05
BV3	1.00	1.00	1.999	4.03
BV4	1.00	1.00	2.654	4.03
BV5	1.00	1.00	2.242	4.03

Conclusion

Les résultats calculés dans le cadre de notre projet sont récapitulés dans le tableau (IX.14) :

Tableau IX.14: liste des ouvrages hydrauliques.

Bassin versant	Localisation	Type d'ouvrage	Dimensions
BV1	PK 33+670	dalot	1.5m × 1m
BV2	PK 34+700	dalot	1.5m × 1m
BV3	PK 35+240	buse	Ø1000 mm
BV4	PK 35+370	buse	Ø1200 mm
BV5	PK 35.840	buse	Ø 1200 mm

1. Signalisation

Introduction

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements.

On distingue deux types de signalisation :

- ✓ la signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, les balises, les bornes et les feux tricolores.
- ✓ la signalisation routière horizontale désignée par des marquages au sol.

X.1.1. L'objet de la signalisation routière

La signalisation routière a pour objet :

- ✓ De Faciliter la circulation.
- ✓ De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- ✓ De rendre plus sûre la circulation.
- ✓ De donner des informations relatives à l'usage de la route.

X.1.2. Règle à respecter pour la signalisation

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

- ✓ Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- ✓ Cohérence avec les règles de circulation.
- ✓ Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- ✓ Eviter la publicité irrégulière.
- ✓ Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

X.1.3. Catégories de signalisation

On distingue :

- ✓ La signalisation par panneaux
- ✓ La signalisation par feux
- ✓ La signalisation par marquage sur la chaussée

X.1.4. Types de signalisation

X.1.4.1. Signalisation verticale

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

a. Signaux de danger

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

b. Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

c. Signaux à simple indication :

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

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

d. Signaux de position des dangers :

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

X.1.4.2. Signalisation horizontale

Le marquage des chaussées doit indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de la circulation.

Les marquages horizontaux se divisent en trois types :

a. Marquages longitudinaux

✓ Lignes continues

Ce sont des lignes longitudinales sans interruption, il est interdit de les franchir ou de les chevaucher. Elles servent à délimiter l'espace de chaque voie, les limites externes de la chaussée lorsqu'il est interdit de s'arrêter.

✓ Lignes discontinues

Elles sont destinées à orienter et à faciliter la libre circulation, elles sont franchissables et se différencient par leur module qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle. Citons quelques exemples de lignes discontinues :

- ligne axiale : pour délimiter les voies.
- ligne de rive : pour délimiter les voies d'accélération et de décélération.
- ligne d'avertissement : associée à des flèches de rabattement pour annoncer une ligne continue. Les traits ont une longueur de 1m pour les intervalles de 2,25m, sur environ 100m.

Modulation des lignes discontinues :

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

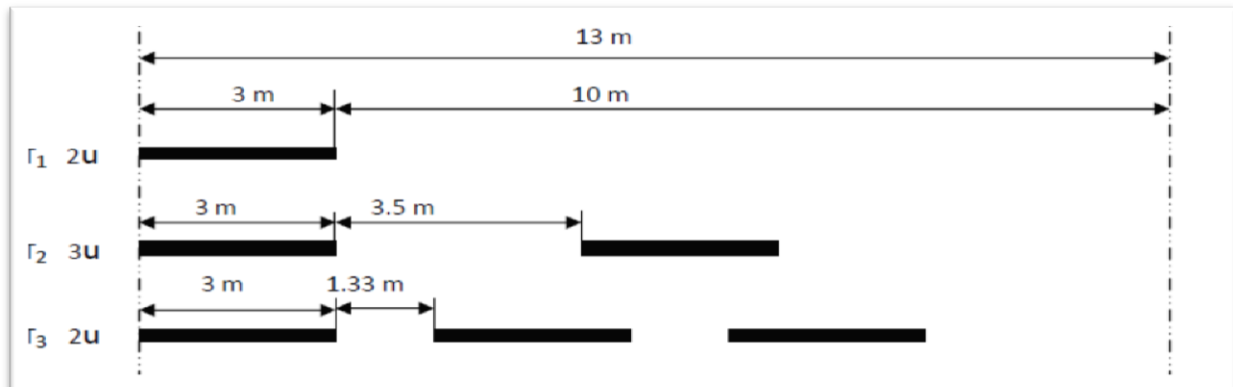


Figure X.1: Types de modulation.

Avec:

- ✓ T_1 2U : ligne axiale ou délimitation de voie
- ✓ T_2 3U : ligne de rive.
- ✓ T_3 2U : ligne de délimitation des voies de décélération, d'accélération ou d'entrecroisement.

Tableau X.1 : Modulations des lignes discontinues.

Type de modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)
T_1	3.00	10.00
T'_1	1.50	5.00
T_2	3.00	3.50
T'_2	0.50	0.50
T_3	3.00	1.33
T'_3	20.00	6.00

b. Marquages transversaux

Ils indiquent, en général, des recommandations obligatoires ou des précautions, telles que les lignes de stop ou de passage pour piétons.

c. Autres marquages

- **les flèches**: elles sont utilisées pour fournir au conducteur des renseignements sur les directions à prendre.

- **Les flèches de rabattement** : elles sont légèrement incurvées vers la voie que les usagers doivent emprunter.
- **les flèches de sélection**, à l'approche d'une intersection, signalent aux usagers la direction à prendre

✓ **Largeur des lignes**

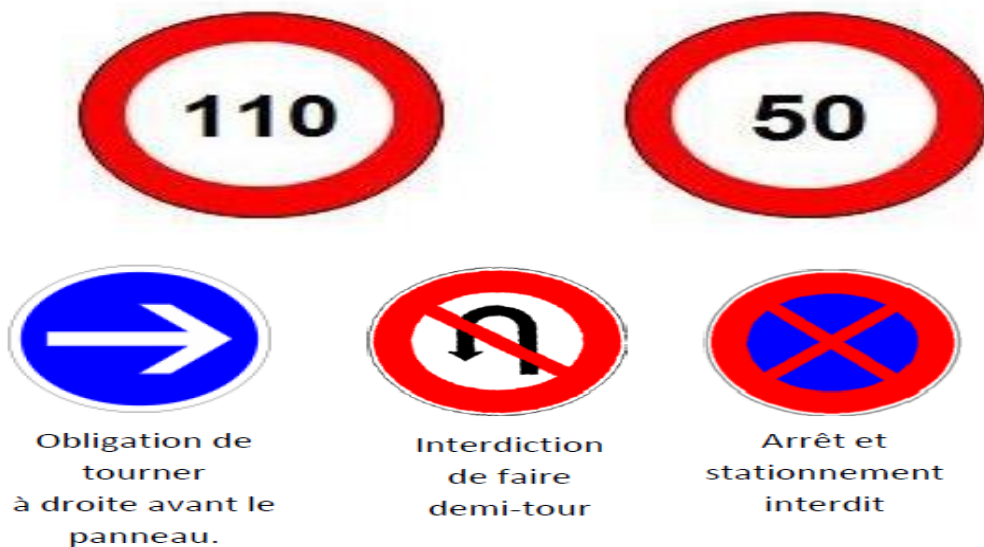
La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :

- ✓ **U= 7.5cm** sur les autoroutes et voies rapides urbaines. (Cas dans notre projet)
- ✓ **U= 6 cm** sur les routes et voies urbaines.
- ✓ **U= 5 cm** pour les autres routes.

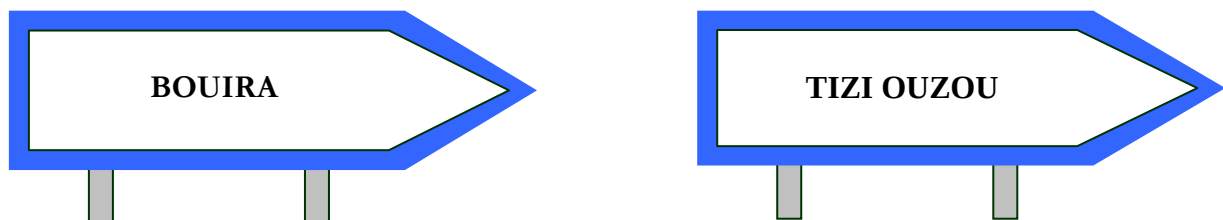
X.1.5. Application au projet

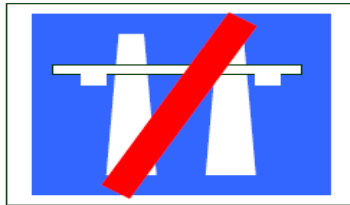
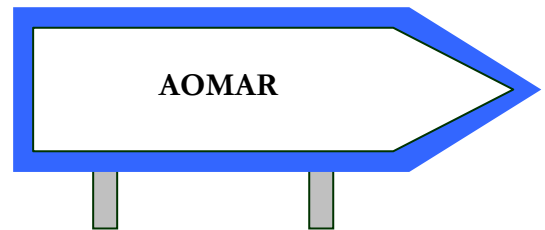
XI.1.5.1. Signalisation verticale

a. Signalisation d'interdiction ou de restriction

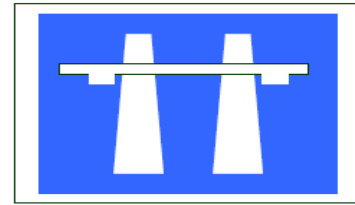


b. Signalisation de direction





sortie de l'autoroute

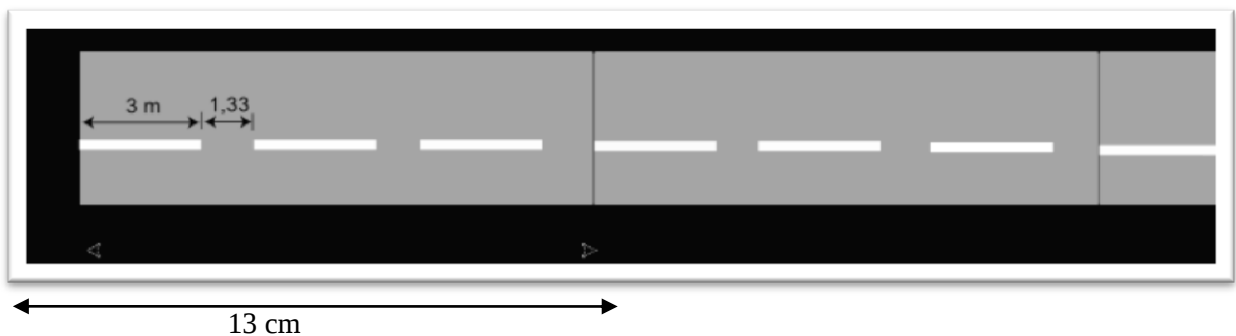


entre de l'autoroute

X.1.5.2. Signalisation horizontale

La largeur des lignes de signalisation horizontale elle est pour :

- ✓ La pénétrante : $U = 7.5 \text{ cm}$.
- ✓ les voies d'accès : $U = 5 \text{ cm}$.

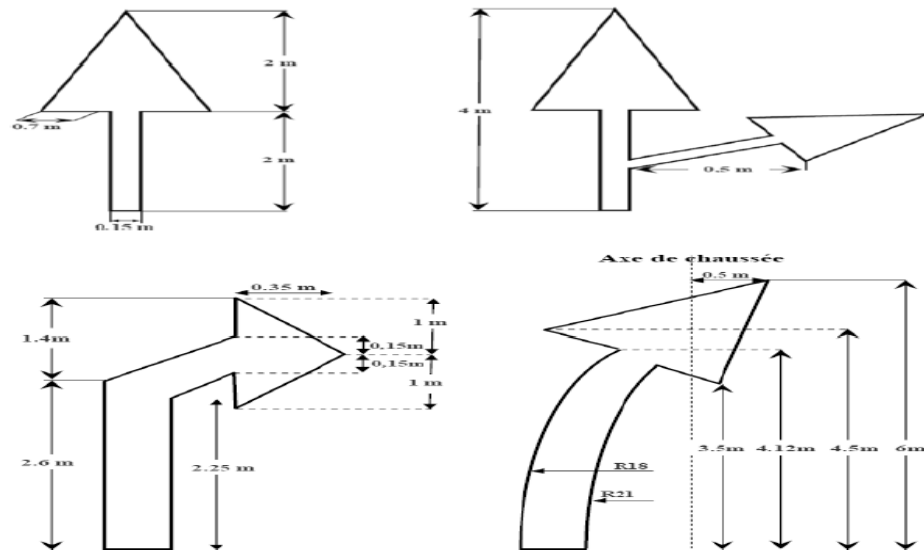


Ligne discontinue de modulation de type T3



Ligne continue

- Des flèches qui indiquent les manœuvres de véhicules qui sont permises dans une voie donnée.



2. Eclairage

Introduction

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

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

X.2.1. Les différentes classes d'éclairage

Une bonne visibilité des bordures de trottoir des véhicules et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.

Il existe quatre classes d'éclairage public :

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

X.2.2. Eclairage d'un point singulier

Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes :

- ✓ A longue distance 800 à 1000m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste.

- ✓ A distance moyenne 300 à 500m, idée de la configuration du point singulier.
- ✓ A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.
- ✓ A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

X.2.3. Paramètre de l'implantation du luminaire

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

X.2.4. Application au projet

X.2.4.1. Éclairage de la voie (le long du tronçon étudié)

La voie est assurée par un éclairage de catégorie A, avec des lampadaires qui sont implantés dans le terre-plein central avec deux (02) foyers portés par le même support éclairant chacun une demi-chaussée. La hauteur des foyers est en général de 8 à 12m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux (02) sens de notre pénétrante.

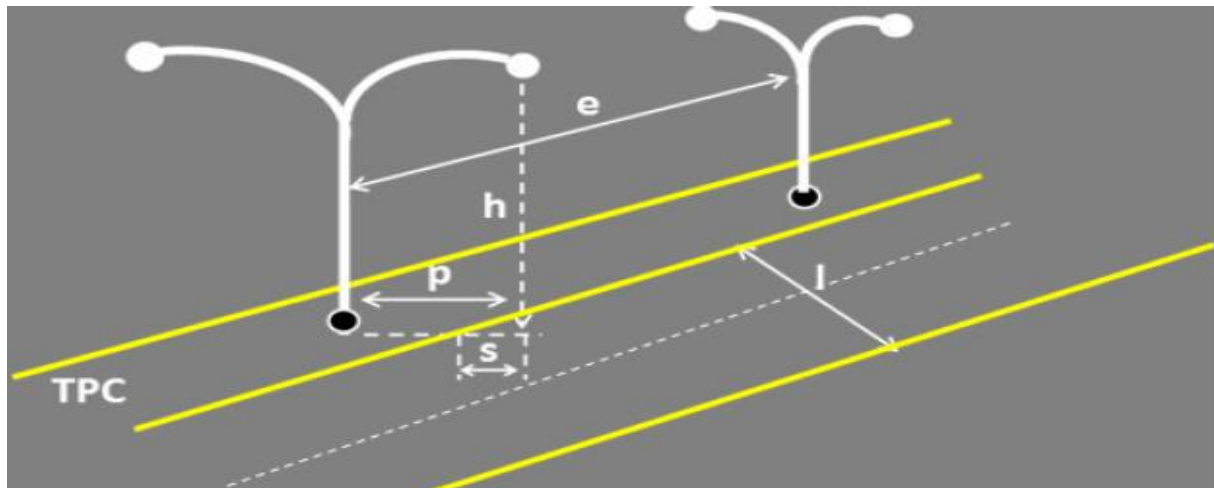


Figure XI.2 : Paramètres de l'implantation des luminaires.

X.2.4.2 Éclairage de l'échangeur

Pour l'échangeur on implant des lampadaires de hauteur de **8m** (bretelles à une voie) au périmètre de chaque anneau pour faire éclairer la demi chaussée intérieure du échangeur et des lampadaires dans chaque trottoir pour éclairer le demi chaussée extérieur de la chaussée.

Introduction

Le terme "environnement" est à prendre ici au sens large. Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces animales et végétales. Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore), mais aussi sur l'environnement de l'être humain. Le code de l'environnement a été récemment introduit l'obligation d'y ajouter l'évaluation de l'impact du projet sur la santé de l'homme. Il sera alors nécessaire pour chaque thème étudié, de définir le périmètre pertinent.

Les effets spatiaux sont différents en fonction du paramètre affecté et des effets indirects.

XI.1. Objectif de d'étude d'impact sur l'environnement

- ✓ Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage.
- ✓ D'insérer le projet dans l'environnement bâti et de préserver les conditions de vie de riverains.
- ✓ De préserver les conditions de vie des générations futures.
- ✓ Proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.

XI.2. Cadre juridique

D'après le décret n°90-78 du 27 février 1990, une telle 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.3. Impact des routes sur l'environnement

XI.3.1. Impacts positifs du projet

La réalisation de la nouvelle autoroute emmènera à la wilaya de Tizi-Ouzou un développement sur le plan sécuritaire, économique, et touristique. Les retombées de cette voie :

- ✓ Elle permet de désengorger l'actuelle RN25 qui connaît une saturation constatée aux heures de pointes.
- ✓ Une continuité du réseau routier Bouira vers Tizi-Ouzou.

- ✓ Le développement du réseau autoroutier de la wilaya de Tizi-Ouzou.
- ✓ Une réponse aux besoins de confort, et de la sécurité dans le déplacement.
- ✓ Une contribution au développement touristique de la wilaya de Tizi-Ouzou.
- ✓ Le développement et la croissance économiques des régions traversées par le projet.

XI.3.2. Impact négative

Impact sur l'hydrologie

La modification du régime d'écoulement des eaux de surfaces et souterraine à cause des travaux de terrassement, et déversement des eaux de chaussée dans les oueds est susceptible de les affecter.

Diminution du coefficient d'infiltration dû au passage de la machinerie et les véhicules lourds pendant la phase de chantier.

Impact sur l'air

La nouvelle infrastructure générera un trafic important ce qui augmentera la pollution de l'air dans les zones traversées.

La pollution résultant du fonctionnement des moteurs à combustion interne, essence ou diesel, est caractérisée par des émissions de polluant gazeux. La circulation routière est la principale source de CO₂.

Impact sur la faune

L'impact de l'aménagement d'une route sur les animaux doit faire partie des données essentielles prises en compte lors de la conception de son tracé pour atténuer la coupure biologique et pour protéger la faune des risques de collision, sachant que le transport routier génère la pollution, le bruit et la lumière artificielle ce qui affectent la vie animale par :

- ✓ réduction des populations d'oiseaux vivants dans les abords routiers.
- ✓ génération des perturbations comportementales.
- ✓ provoquer des collisions des animaux, favorisés par la lumière des phares.

Impact sur la flore

Ces zones naturelles, en outre leurs contributions à l'absorption du gaz carbonique contenu dans l'air, leur production végétale est le premier élément de la chaîne alimentaire des insectes et des oiseaux.

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.

Impact sur le paysage

Les tronçons de cette route qui sont à l'origine d'une défiguration du paysage pour la raison : de l'installation de la route en remblai à l'intérieur d'une zone où le terrain naturel qui sera clairement visible d'une distance éloignée.

XI.4. Mesures prises pour minimiser les impacts négatifs

Il est important de définir de manière détaillée et opérationnelle les mesures qui seront prises pour prévenir, atténuer ou réparer les conséquences dommageables du projet sur l'environnement. Les mesures que ces impacts sont susceptibles d'entraîner sont résumées dans le tableau(XI.1).

Tableau XI.1 : Mesures prises pour minimiser les impacts négatifs.

impact	mesures
Bruit	• Réduction de la vitesse • Implantation de la voie par rapport aux zones bâties, et isolation des bâtiments. • Construction des buttes de terre, des murs antibruit.
Eaux superficielles	• Etanchéité des fossés. • Etanchéité de la plate-forme. • Construction de bassins de traitement des eaux de chaussée.
Eaux souterraines	• Etanchéité de la plate-forme. • Construction de bassin de traitement des eaux de chaussée.
sécurité	• Implanter des trottoirs tout le long de la route. • Installation des clôtures. • Rétablissement des cheminements.
paysage	• Plantation des abords et aménagements esthétiques. • Traitement architectural des ouvrages d'art.
Agriculture	• Rétablissement des réseaux d'irrigation et de drainage

Conclusion

L'objectif principal à atteindre est celui d'intégrer l'équipement dans le paysage qu'il traverse avec le minimum de nuisances économiques, environnementales et écologiques.

Conclusion général

Notre projet de fin d'étude consiste en la conception d'un tronçon autoroutier. Il sera d'un apport très considérable pour la wilaya de Tizi-Ouzou. Une fois achevé, il constituera une pénétrante Nord - Sud qui reliera la ville de Tizi-Ouzou à l'autoroute Est –Ouest. Elle présentera plusieurs avantages tel que :

- Stimuler et encourager les échanges commerciaux entre les deux Wilayas de Bouira et Tizi-Ouzou.
- Dynamiser l'activité économique régionale.
- Soulager la RN12 unique issue de la wilaya vers l'ouest et l'intérieur du pays.

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

Notre étude s'inscrit dans ce sillage, où on a étudié un tronçon routier de 2.5Km situé à DRAA EL MIZANE, présente les données suivantes :

- Le trafic de l'année 2012 : TJMA (2012)=8000v/j
- L'année de mise en service : 2019
- Le pourcentage de poids lourds : Z=35%
- Taux d'accroissement annuel du trafic : $\tau = 4\%$
- La vitesse de référence : $V_B = 110\text{Km}$
- La durée de vie estimée : 20 ans
- Catégorie : L2
- Environnement : E3

En exploitant toutes ces données, et en respectant les règlements de l'ICTAAL on a abouti aux caractéristiques suivantes :

- Chaussée de 2×3 voies de 3.5m $(3.5 \times 3) \times 2 = 21.00\text{m}$
- Accotement 3.5m de chaque côté $(3.5 \times 2) = 7.00\text{m}$
- Un terre-plein central de 4m
- Largeur totale de la plate-forme 32m
- Couche de roulement 08cm en BB

Conclusion général

➤ Couche de base	14cm en GB
➤ Couche de fondation	15cm en GB
➤ Couche de forme	60cm en TUF

Notre tracé intercepte la route nationale RN68 au PK33+700 où on a prévu d'implanter un échangeur de type majeur (trèfle complet)

Notre projet est traversé par 05 écoulements naturels ce qui nous a conduit à prévoir les ouvrages d'assainissement suivant :

➤ PK33+670	Dalot (1.5×1) m
➤ PK34+700	Dalot (1.5×1) m
➤ PK35+240	Buse Ø1000mm
➤ PK35+370	Buse Ø1200mm
➤ PK35+840	Buse Ø1200mm

Pour notre étude nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, directives et recommandations liées au domaine routier pour faire face aux contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps, l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

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 par conséquent l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin notamment le PISTE+5.05 , ALIZE III, AUTOCAD 2013 et Map Info, ainsi la maîtrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics

Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle en complémentarité avec les théories et les techniques acquises durant notre cycle de formation à l'université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

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 (circulaire du 12 décembre 2000).
- Le rapport géotechnique donné par l'ANA.
- Les guides techniques du SETRA (Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes),
- Thèses de fin d'études précédentes, ENTP et UMMTO.
- Sites internet :

WWW.SETRA.COM

WWW.AUTODESK.COM

Le 27/06/2017 à 15:18 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 3725
C:\Users\DELL\Desktop\GABI\TABULA~1.PIS

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	572465.380	4045118.120
D1	GIS = 162.416g	111.138			
			111.138	572527.247	4045025.794
L1	XC= 571696.512 YC= 4044469.126 R = -1000.000	425.199			
			536.337	572682.902	4044633.546
D2	GIS = 189.485g	192.920			
			729.257	572714.622	4044443.252
L2	XC= 573750.332 YC= 4044615.893 R = 1050.000	101.588			
			830.845	572736.143	4044344.010
D3	GIS = 183.326g	448.614			
			1279.459	572852.305	4043910.697
L3	XC= 571789.821 YC= 4043625.867 R = -1100.000	296.072			
			1575.530	572889.792	4043617.908
D4	GIS = 200.461g	103.052			
			1678.583	572889.047	4043514.858
L4	XC= 573889.021 YC= 4043507.622 R = 1000.000	674.413			
			2352.996	573103.450	4042888.851
D5	GIS = 157.526g	209.836			
			2562.832	573233.290	4042724.010
LONGUEUR DE L'AXE 2562.832					

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	380.514	380.514	572465.380	4045118.120	262.416g	2.50	-2.5
2	10.000	381.953	381.113	572470.947	4045109.813	262.416g	2.50	-2.5
3	20.000	383.477	381.712	572476.513	4045101.505	262.416g	2.50	-2.5
4	30.000	384.179	382.310	572482.080	4045093.198	262.416g	2.50	-2.5
5	40.000	384.906	382.909	572487.647	4045084.891	262.416g	2.50	-2.5
6	50.000	386.202	383.508	572493.213	4045076.583	262.416g	2.50	-2.5
7	60.000	387.609	384.106	572498.780	4045068.276	262.416g	2.50	-2.5
8	70.000	389.056	384.705	572504.347	4045059.969	262.416g	2.50	-2.5
9	80.000	389.994	385.304	572509.913	4045051.661	262.416g	2.50	-2.5
10	90.000	390.893	385.902	572515.480	4045043.354	262.416g	2.50	-2.5
11	100.000	392.220	386.501	572521.047	4045035.046	262.416g	2.50	-2.5
12	110.000	394.173	387.100	572526.613	4045026.739	262.416g	2.50	-2.5
13	111.138	394.241	387.168	572527.247	4045025.794	262.416g	2.50	-2.5
14	120.000	394.548	387.699	572532.147	4045018.410	262.980g	2.50	-2.5
15	130.000	396.175	388.297	572537.598	4045010.026	263.617g	2.50	-2.5
16	140.000	397.902	388.896	572542.965	4045001.589	264.253g	2.50	-2.5
17	150.000	399.188	389.495	572548.247	4044993.098	264.890g	2.50	-2.5
18	160.000	400.480	390.093	572553.445	4044984.554	265.527g	2.50	-2.5
19	170.000	401.553	390.692	572558.556	4044975.959	266.163g	2.50	-2.5
20	180.000	402.223	391.291	572563.581	4044967.314	266.800g	2.50	-2.5
21	190.000	402.728	391.889	572568.519	4044958.618	267.436g	2.50	-2.5
22	200.000	402.831	392.488	572573.371	4044949.874	268.073g	2.50	-2.5
23	210.000	402.859	393.087	572578.134	4044941.081	268.710g	2.50	-2.5
24	220.000	402.894	393.685	572582.810	4044932.241	269.346g	2.50	-2.5
25	230.000	403.695	394.284	572587.396	4044923.355	269.983g	2.50	-2.5
26	240.000	404.905	394.883	572591.894	4044914.424	270.620g	2.50	-2.5
27	250.000	406.481	395.481	572596.302	4044905.448	271.256g	2.50	-2.5
28	260.000	408.012	396.080	572600.620	4044896.429	271.893g	2.50	-2.5
29	270.000	409.659	396.679	572604.848	4044887.366	272.529g	2.50	-2.5
30	280.000	411.041	397.277	572608.985	4044878.262	273.166g	2.50	-2.5
31	290.000	412.370	397.876	572613.031	4044869.117	273.803g	2.50	-2.5
32	300.000	413.221	398.475	572616.985	4044859.932	274.439g	2.50	-2.5
33	310.000	413.870	399.073	572620.847	4044850.708	275.076g	2.50	-2.5
34	320.000	414.240	399.672	572624.616	4044841.446	275.713g	2.50	-2.5
35	330.000	414.785	400.271	572628.293	4044832.146	276.349g	2.50	-2.5
36	340.000	414.998	400.869	572631.876	4044822.810	276.986g	2.50	-2.5
37	350.000	415.599	401.468	572635.366	4044813.439	277.622g	2.50	-2.5
38	360.000	417.451	402.067	572638.763	4044804.034	278.259g	2.50	-2.5
39	370.000	419.192	402.665	572642.065	4044794.594	278.896g	2.50	-2.5
40	380.000	420.529	403.264	572645.272	4044785.123	279.532g	2.50	-2.5
41	390.000	421.665	403.863	572648.384	4044775.620	280.169g	2.50	-2.5
42	400.000	422.187	404.461	572651.402	4044766.086	280.805g	2.50	-2.5
43	410.000	422.476	405.060	572654.323	4044756.522	281.442g	2.50	-2.5
44	420.000	422.526	405.659	572657.149	4044746.930	282.079g	2.50	-2.5
45	430.000	422.534	406.257	572659.879	4044737.310	282.715g	2.50	-2.5
46	440.000	422.384	406.856	572662.513	4044727.663	283.352g	2.50	-2.5
47	450.000	422.447	407.455	572665.050	4044717.990	283.989g	2.50	-2.5
48	460.000	422.751	408.053	572667.490	4044708.292	284.625g	2.50	-2.5
49	470.000	423.226	408.652	572669.833	4044698.571	285.262g	2.50	-2.5
50	480.000	423.661	409.251	572672.079	4044688.826	285.898g	2.50	-2.5
51	490.000	423.947	409.849	572674.227	4044679.060	286.535g	2.50	-2.5
52	500.000	424.206	410.448	572676.278	4044669.272	287.172g	2.50	-2.5
53	510.000	425.062	411.047	572678.230	4044659.465	287.808g	2.50	-2.5
54	520.000	425.021	411.645	572680.084	4044649.638	288.445g	2.50	-2.5
55	530.000	425.512	412.244	572681.840	4044639.794	289.082g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
56	536.337	426.249	412.624	572682.902	4044633.546	289.485g	2.50	-2.5
57	540.000	427.061	412.843	572683.504	4044629.933	289.485g	2.50	-2.5
58	550.000	427.862	413.441	572685.148	4044620.069	289.485g	2.50	-2.5
59	560.000	428.933	414.040	572686.793	4044610.205	289.485g	2.50	-2.5
60	570.000	429.300	414.639	572688.437	4044600.341	289.485g	2.50	-2.5
61	580.000	429.849	415.237	572690.081	4044590.477	289.485g	2.50	-2.5
62	590.000	430.198	415.836	572691.725	4044580.613	289.485g	2.50	-2.5
63	600.000	430.489	416.435	572693.369	4044570.750	289.485g	2.50	-2.5
64	610.000	430.742	417.034	572695.014	4044560.886	289.485g	2.50	-2.5
65	620.000	430.945	417.632	572696.658	4044551.022	289.485g	2.50	-2.5
66	630.000	431.458	418.231	572698.302	4044541.158	289.485g	2.50	-2.5
67	640.000	431.856	418.830	572699.946	4044531.294	289.485g	2.50	-2.5
68	650.000	432.628	419.428	572701.590	4044521.430	289.485g	2.50	-2.5
69	660.000	433.852	420.027	572703.235	4044511.566	289.485g	2.50	-2.5
70	670.000	435.510	420.626	572704.879	4044501.702	289.485g	2.50	-2.5
71	680.000	437.547	421.224	572706.523	4044491.838	289.485g	2.50	-2.5
72	690.000	440.199	421.823	572708.167	4044481.974	289.485g	2.50	-2.5
73	700.000	441.852	422.422	572709.812	4044472.111	289.485g	2.50	-2.5
74	710.000	442.630	423.020	572711.456	4044462.247	289.485g	2.50	-2.5
75	720.000	443.619	423.619	572713.100	4044452.383	289.485g	2.50	-2.5
76	729.257	444.347	424.173	572714.622	4044443.252	289.485g	2.50	-2.5
77	730.000	444.382	424.218	572714.744	4044442.519	289.440g	2.50	-2.5
78	740.000	444.837	424.816	572716.442	4044432.664	288.834g	2.50	-2.5
79	750.000	445.607	425.415	572718.234	4044422.826	288.227g	2.50	-2.5
80	760.000	447.279	426.014	572720.120	4044413.005	287.621g	2.50	-2.5
81	770.000	448.926	426.612	572722.099	4044403.203	287.015g	2.50	-2.5
82	780.000	451.218	427.211	572724.171	4044393.420	286.408g	2.50	-2.5
83	790.000	452.888	427.810	572726.336	4044383.658	285.802g	2.50	-2.5
84	800.000	453.700	428.408	572728.595	4044373.916	285.196g	2.50	-2.5
85	810.000	453.113	429.007	572730.945	4044364.196	284.589g	2.50	-2.5
86	820.000	452.732	429.606	572733.389	4044354.499	283.983g	2.50	-2.5
87	830.000	452.529	430.204	572735.924	4044344.826	283.377g	2.50	-2.5
88	830.845	452.690	430.255	572736.143	4044344.010	283.326g	2.50	-2.5
89	840.000	451.455	430.803	572738.513	4044335.167	283.326g	2.50	-2.5
90	850.000	450.740	431.402	572741.103	4044325.508	283.326g	2.50	-2.5
91	860.000	450.442	432.000	572743.692	4044315.849	283.326g	2.50	-2.5
92	870.000	450.499	432.599	572746.281	4044306.190	283.326g	2.50	-2.5
93	880.000	450.575	433.198	572748.871	4044296.531	283.326g	2.50	-2.5
94	890.000	450.682	433.796	572751.460	4044286.872	283.326g	2.50	-2.5
95	900.000	450.806	434.395	572754.049	4044277.214	283.326g	2.50	-2.5
96	910.000	451.059	434.994	572756.639	4044267.555	283.326g	2.50	-2.5
97	920.000	451.068	435.592	572759.228	4044257.896	283.326g	2.50	-2.5
98	930.000	450.805	436.191	572761.818	4044248.237	283.326g	2.50	-2.5
99	940.000	450.794	436.790	572764.407	4044238.578	283.326g	2.50	-2.5
100	950.000	450.746	437.388	572766.996	4044228.919	283.326g	2.50	-2.5
101	960.000	450.868	437.987	572769.586	4044219.260	283.326g	2.50	-2.5
102	970.000	451.091	438.586	572772.175	4044209.601	283.326g	2.50	-2.5
103	980.000	451.621	439.184	572774.764	4044199.942	283.326g	2.50	-2.5
104	990.000	452.120	439.783	572777.354	4044190.283	283.326g	2.50	-2.5
105	1000.000	454.166	440.382	572779.943	4044180.624	283.326g	2.50	-2.5
106	1010.000	455.062	440.980	572782.532	4044170.965	283.326g	2.50	-2.5
107	1020.000	455.567	441.579	572785.122	4044161.306	283.326g	2.50	-2.5
108	1030.000	457.544	442.178	572787.711	4044151.647	283.326g	2.50	-2.5
109	1040.000	456.361	442.776	572790.301	4044141.988	283.326g	2.50	-2.5
110	1050.000	457.075	443.375	572792.890	4044132.329	283.326g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
111	1060.000	458.022	443.974	572795.479	4044122.670	283.326g	2.50	-2.5
112	1070.000	458.148	444.572	572798.069	4044113.011	283.326g	2.50	-2.5
113	1080.000	458.950	445.171	572800.658	4044103.353	283.326g	2.50	-2.5
114	1090.000	459.425	445.770	572803.247	4044093.694	283.326g	2.50	-2.5
115	1100.000	459.982	446.368	572805.837	4044084.035	283.326g	2.50	-2.5
116	1110.000	461.024	446.967	572808.426	4044074.376	283.326g	2.50	-2.5
117	1120.000	462.222	447.566	572811.015	4044064.717	283.326g	2.50	-2.5
118	1130.000	463.501	448.165	572813.605	4044055.058	283.326g	2.50	-2.5
119	1140.000	464.651	448.763	572816.194	4044045.399	283.326g	2.50	-2.5
120	1150.000	466.076	449.362	572818.784	4044035.740	283.326g	2.50	-2.5
121	1160.000	467.546	449.961	572821.373	4044026.081	283.326g	2.50	-2.5
122	1170.000	468.779	450.559	572823.962	4044016.422	283.326g	2.50	-2.5
123	1180.000	469.833	451.158	572826.552	4044006.763	283.326g	2.50	-2.5
124	1190.000	470.914	451.757	572829.141	4043997.104	283.326g	2.50	-2.5
125	1200.000	471.635	452.355	572831.730	4043987.445	283.326g	2.50	-2.5
126	1210.000	471.670	452.954	572834.320	4043977.786	283.326g	2.50	-2.5
127	1220.000	471.876	453.553	572836.909	4043968.127	283.326g	2.50	-2.5
128	1230.000	471.413	454.151	572839.498	4043958.468	283.326g	2.50	-2.5
129	1240.000	472.284	454.750	572842.088	4043948.809	283.326g	2.50	-2.5
130	1250.000	472.966	455.349	572844.677	4043939.150	283.326g	2.50	-2.5
131	1260.000	471.627	455.947	572847.267	4043929.492	283.326g	2.50	-2.5
132	1270.000	470.463	456.546	572849.856	4043919.833	283.326g	2.50	-2.5
133	1279.459	466.195	457.112	572852.305	4043910.697	283.326g	2.50	-2.5
134	1280.000	466.204	457.145	572852.445	4043910.174	283.357g	2.50	-2.5
135	1290.000	463.993	457.743	572854.986	4043900.502	283.936g	2.50	-2.5
136	1300.000	463.679	458.342	572857.438	4043890.807	284.514g	2.50	-2.5
137	1310.000	463.939	458.941	572859.803	4043881.091	285.093g	2.50	-2.5
138	1320.000	462.561	459.539	572862.079	4043871.353	285.672g	2.50	-2.5
139	1330.000	462.098	460.138	572864.266	4043861.595	286.251g	2.50	-2.5
140	1340.000	462.126	460.737	572866.365	4043851.818	286.829g	2.50	-2.5
141	1350.000	463.041	461.335	572868.374	4043842.022	287.408g	2.50	-2.5
142	1360.000	464.328	461.934	572870.295	4043832.208	287.987g	2.50	-2.5
143	1370.000	465.033	462.533	572872.126	4043822.378	288.566g	2.50	-2.5
144	1380.000	463.957	463.131	572873.868	4043812.530	289.144g	2.50	-2.5
145	1390.000	461.667	463.725	572875.520	4043802.668	289.723g	2.50	-2.5
146	1400.000	463.648	464.316	572877.082	4043792.791	290.302g	2.50	-2.5
147	1410.000	468.609	464.908	572878.555	4043782.900	290.881g	2.50	-2.5
148	1420.000	473.616	465.500	572879.937	4043772.996	291.459g	2.50	-2.5
149	1430.000	478.667	466.091	572881.230	4043763.080	292.038g	2.50	-2.5
150	1440.000	482.870	466.683	572882.432	4043753.152	292.617g	2.50	-2.5
151	1450.000	487.265	467.274	572883.544	4043743.214	293.196g	2.50	-2.5
152	1460.000	488.615	467.866	572884.566	4043733.267	293.774g	2.50	-2.5
153	1470.000	488.690	468.457	572885.497	4043723.310	294.353g	2.50	-2.5
154	1480.000	488.408	469.049	572886.337	4043713.346	294.932g	2.50	-2.5
155	1490.000	488.238	469.641	572887.087	4043703.374	295.511g	2.50	-2.5
156	1500.000	490.772	470.232	572887.746	4043693.396	296.089g	2.50	-2.5
157	1510.000	494.317	470.824	572888.315	4043683.412	296.668g	2.50	-2.5
158	1520.000	496.549	471.415	572888.793	4043673.423	297.247g	2.50	-2.5
159	1530.000	498.238	472.007	572889.180	4043663.431	297.826g	2.50	-2.5
160	1540.000	498.923	472.598	572889.476	4043653.435	298.404g	2.50	-2.5
161	1550.000	499.369	473.190	572889.681	4043643.437	298.983g	2.50	-2.5
162	1560.000	501.583	473.782	572889.795	4043633.438	299.562g	2.50	-2.5
163	1570.000	502.981	474.373	572889.818	4043623.438	300.141g	2.50	-2.5
164	1575.530	503.463	474.700	572889.792	4043617.908	300.461g	2.50	-2.5
165	1580.000	503.848	474.965	572889.760	4043613.438	300.461g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
166	1590.000	506.860	475.556	572889.688	4043603.439	300.461g	2.50	-2.5
167	1600.000	510.746	476.148	572889.615	4043593.439	300.461g	2.50	-2.5
168	1610.000	513.272	476.740	572889.543	4043583.439	300.461g	2.50	-2.5
169	1620.000	514.861	477.331	572889.471	4043573.439	300.461g	2.50	-2.5
170	1630.000	517.040	477.923	572889.398	4043563.440	300.461g	2.50	-2.5
171	1640.000	518.195	478.514	572889.326	4043553.440	300.461g	2.50	-2.5
172	1650.000	519.160	479.106	572889.254	4043543.440	300.461g	2.50	-2.5
173	1660.000	519.682	479.697	572889.181	4043533.440	300.461g	2.50	-2.5
174	1670.000	520.187	480.289	572889.109	4043523.441	300.461g	2.50	-2.5
175	1678.583	520.235	480.797	572889.047	4043514.858	300.461g	2.50	-2.5
176	1680.000	520.235	480.881	572889.037	4043513.441	300.370g	2.50	-2.5
177	1690.000	520.439	481.472	572889.029	4043503.441	299.734g	2.50	-2.5
178	1700.000	520.025	482.064	572889.121	4043493.441	299.097g	2.50	-2.5
179	1710.000	517.984	482.655	572889.313	4043483.443	298.461g	2.50	-2.5
180	1720.000	516.869	483.247	572889.605	4043473.448	297.824g	2.50	-2.5
181	1730.000	515.286	483.838	572889.996	4043463.455	297.187g	2.50	-2.5
182	1740.000	513.766	484.430	572890.488	4043453.467	296.551g	2.50	-2.5
183	1750.000	515.078	485.022	572891.079	4043443.485	295.914g	2.50	-2.5
184	1760.000	515.605	485.613	572891.771	4043433.509	295.277g	2.50	-2.5
185	1770.000	517.083	486.205	572892.562	4043423.540	294.641g	2.50	-2.5
186	1780.000	518.699	486.796	572893.452	4043413.580	294.004g	2.50	-2.5
187	1790.000	520.574	487.388	572894.443	4043403.629	293.368g	2.50	-2.5
188	1800.000	521.590	487.979	572895.532	4043393.689	292.731g	2.50	-2.5
189	1810.000	522.900	488.571	572896.721	4043383.760	292.094g	2.50	-2.5
190	1820.000	524.201	489.163	572898.009	4043373.843	291.458g	2.50	-2.5
191	1830.000	525.334	489.754	572899.397	4043363.940	290.821g	2.50	-2.5
192	1840.000	526.574	490.346	572900.883	4043354.051	290.184g	2.50	-2.5
193	1850.000	527.272	490.937	572902.468	4043344.178	289.548g	2.50	-2.5
194	1860.000	527.544	491.529	572904.152	4043334.320	288.911g	2.50	-2.5
195	1870.000	527.697	492.120	572905.934	4043324.480	288.275g	2.50	-2.5
196	1880.000	527.036	492.712	572907.815	4043314.659	287.638g	2.50	-2.5
197	1890.000	525.870	493.304	572909.793	4043304.857	287.001g	2.50	-2.5
198	1900.000	524.665	493.895	572911.870	4043295.075	286.365g	2.50	-2.5
199	1910.000	524.076	494.487	572914.044	4043285.314	285.728g	2.50	-2.5
200	1920.000	523.063	495.078	572916.316	4043275.576	285.092g	2.50	-2.5
201	1930.000	521.781	495.670	572918.685	4043265.860	284.455g	2.50	-2.5
202	1940.000	520.222	496.262	572921.151	4043256.169	283.818g	2.50	-2.5
203	1950.000	518.333	496.853	572923.714	4043246.503	283.182g	2.50	-2.5
204	1960.000	516.733	497.445	572926.373	4043236.863	282.545g	2.50	-2.5
205	1970.000	516.831	498.036	572929.129	4043227.251	281.908g	2.50	-2.5
206	1980.000	517.230	498.628	572931.981	4043217.666	281.272g	2.50	-2.5
207	1990.000	517.027	499.219	572934.928	4043208.110	280.635g	2.50	-2.5
208	2000.000	516.800	499.811	572937.971	4043198.584	279.999g	2.50	-2.5
209	2010.000	515.208	500.403	572941.109	4043189.089	279.362g	2.50	-2.5
210	2020.000	514.205	500.994	572944.341	4043179.626	278.725g	2.50	-2.5
211	2030.000	514.799	501.586	572947.669	4043170.196	278.089g	2.50	-2.5
212	2040.000	516.009	502.177	572951.090	4043160.800	277.452g	2.50	-2.5
213	2050.000	517.188	502.769	572954.605	4043151.438	276.815g	2.50	-2.5
214	2060.000	517.067	503.360	572958.213	4043142.112	276.179g	2.50	-2.5
215	2070.000	517.560	503.952	572961.915	4043132.822	275.542g	2.50	-2.5
216	2080.000	518.757	504.544	572965.709	4043123.570	274.906g	2.50	-2.5
217	2090.000	519.664	505.135	572969.596	4043114.356	274.269g	2.50	-2.5
218	2100.000	520.142	505.727	572973.575	4043105.182	273.632g	2.50	-2.5
219	2110.000	521.222	506.318	572977.645	4043096.047	272.996g	2.50	-2.5
220	2120.000	521.081	506.910	572981.806	4043086.954	272.359g	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
221	2130.000	521.573	507.501	572986.058	4043077.903	271.723g	2.50	-2.5
222	2140.000	522.230	508.093	572990.400	4043068.895	271.086g	2.50	-2.5
223	2150.000	523.596	508.685	572994.832	4043059.931	270.449g	2.50	-2.5
224	2160.000	524.657	509.276	572999.354	4043051.012	269.813g	2.50	-2.5
225	2170.000	526.975	509.868	573003.964	4043042.138	269.176g	2.50	-2.5
226	2180.000	531.948	510.459	573008.663	4043033.311	268.539g	2.50	-2.5
227	2190.000	536.826	511.051	573013.450	4043024.531	267.903g	2.50	-2.5
228	2200.000	541.447	511.642	573018.325	4043015.800	267.266g	2.50	-2.5
229	2210.000	543.877	512.234	573023.287	4043007.118	266.630g	2.50	-2.5
230	2220.000	545.789	512.826	573028.335	4042998.486	265.993g	2.50	-2.5
231	2230.000	546.969	513.417	573033.469	4042989.904	265.356g	2.50	-2.5
232	2240.000	548.444	514.009	573038.689	4042981.375	264.720g	2.50	-2.5
233	2250.000	549.373	514.600	573043.994	4042972.898	264.083g	2.50	-2.5
234	2260.000	550.990	515.192	573049.383	4042964.475	263.446g	2.50	-2.5
235	2270.000	551.239	515.784	573054.857	4042956.106	262.810g	2.50	-2.5
236	2280.000	550.998	516.375	573060.414	4042947.792	262.173g	2.50	-2.5
237	2290.000	550.265	516.967	573066.053	4042939.534	261.537g	2.50	-2.5
238	2300.000	548.666	517.558	573071.775	4042931.333	260.900g	2.50	-2.5
239	2310.000	545.890	518.150	573077.579	4042923.189	260.263g	2.50	-2.5
240	2320.000	543.052	518.741	573083.464	4042915.104	259.627g	2.50	-2.5
241	2330.000	539.657	519.333	573089.429	4042907.078	258.990g	2.50	-2.5
242	2340.000	536.049	519.921	573095.474	4042899.113	258.354g	2.50	-2.5
243	2350.000	532.978	520.497	573101.599	4042891.208	257.717g	2.50	-2.5
244	2352.996	531.930	520.667	573103.450	4042888.851	257.526g	2.50	-2.5
245	2360.000	529.340	521.061	573107.783	4042883.349	257.526g	2.50	-2.5
246	2370.000	525.408	521.612	573113.971	4042875.493	257.526g	2.50	-2.5
247	2380.000	521.897	522.151	573120.159	4042867.638	257.526g	2.50	-2.5
248	2390.000	520.198	522.677	573126.346	4042859.782	257.526g	2.50	-2.5
249	2400.000	519.549	523.190	573132.534	4042851.926	257.526g	2.50	-2.5
250	2410.000	517.615	523.691	573138.722	4042844.071	257.526g	2.50	-2.5
251	2420.000	515.681	524.180	573144.909	4042836.215	257.526g	2.50	-2.5
252	2430.000	513.747	524.657	573151.097	4042828.359	257.526g	2.50	-2.5
253	2440.000	511.814	525.133	573157.285	4042820.503	257.526g	2.50	-2.5
254	2450.000	509.880	525.608	573163.473	4042812.648	257.526g	2.50	-2.5
255	2460.000	507.946	526.083	573169.660	4042804.792	257.526g	2.50	-2.5
256	2470.000	506.012	526.559	573175.848	4042796.936	257.526g	2.50	-2.5
257	2480.000	504.078	527.034	573182.036	4042789.081	257.526g	2.50	-2.5
258	2490.000	502.145	527.509	573188.224	4042781.225	257.526g	2.50	-2.5
259	2500.000	501.533	527.984	573194.411	4042773.369	257.526g	2.50	-2.5
260	2510.000	505.654	528.460	573200.599	4042765.513	257.526g	2.50	-2.5
261	2520.000	510.437	528.935	573206.787	4042757.658	257.526g	2.50	-2.5
262	2530.000	515.220	529.410	573212.974	4042749.802	257.526g	2.50	-2.5
263	2540.000	519.888	529.886	573219.162	4042741.946	257.526g	2.50	-2.5
264	2550.000	524.295	530.361	573225.350	4042734.091	257.526g	2.50	-2.5
265	2560.000	529.246	530.836	573231.538	4042726.235	257.526g	2.50	-2.5
266	2562.832	530.971	530.971	573233.290	4042724.010	257.526g	2.50	-2.5

Le 27/06/2017 à 15:20 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 3725
C:\Users\DELL\Desktop\GABI\TABULA~1.PIS

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
1	0.000	30.0	18.0	8.4	0.0	0.6
2	10.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
3	20.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
4	30.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
5	40.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
6	50.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
7	60.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
8	70.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
9	80.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
10	90.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
11	100.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
12	110.000	33.4	20.0	9.4	0.0	0.7
13	111.138	30.0	18.0	8.4	0.0	0.6
14	120.000	56.5	33.9	15.8	0.0	1.2
15	130.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
16	140.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
17	150.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
18	160.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
19	170.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
20	180.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
21	190.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
22	200.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
23	210.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
24	220.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
25	230.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
26	240.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
27	250.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
28	260.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
29	270.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
30	280.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
31	290.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
32	300.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
33	310.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
34	320.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
35	330.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
36	340.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
37	350.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
38	360.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
39	370.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
40	380.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
41	390.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
42	400.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
43	410.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
44	420.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
45	430.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
46	440.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
47	450.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
48	460.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
49	470.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
50	480.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
51	490.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
52	500.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
53	510.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
54	520.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
55	530.000	49.0	29.4	13.7	0.0	1.0

Le 27/06/2017 à 15:20 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 3725
C:\Users\DELL\Desktop\GABI\TABULA~1.PIS

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
56	536.337	30.0	18.0	8.4	0.0	0.6
57	540.000	41.0	24.6	11.5	0.0	0.9
58	550.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
59	560.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
60	570.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
61	580.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
62	590.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
63	600.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
64	610.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
65	620.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
66	630.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
67	640.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
68	650.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
69	660.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
70	670.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
71	680.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
72	690.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
73	700.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
74	710.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
75	720.000	57.7	34.7	16.2	0.0	1.2
76	729.257	30.0	18.0	8.4	0.0	0.6
77	730.000	32.2	19.3	9.0	0.0	0.7
78	740.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
79	750.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
80	760.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
81	770.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
82	780.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
83	790.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
84	800.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
85	810.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
86	820.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
87	830.000	32.5	19.5	9.1	0.0	0.7
88	830.845	30.0	18.0	8.4	0.0	0.6
89	840.000	57.4	34.5	16.1	0.0	1.2
90	850.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
91	860.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
92	870.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
93	880.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
94	890.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
95	900.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
96	910.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
97	920.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
98	930.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
99	940.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
100	950.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
101	960.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
102	970.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
103	980.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
104	990.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
105	1000.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
106	1010.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
107	1020.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
108	1030.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
109	1040.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
110	1050.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3

Le 27/06/2017 à 15:20 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 3725
C:\Users\DELL\Desktop\GABI\TABULA~1.PIS

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
111	1060.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
112	1070.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
113	1080.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
114	1090.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
115	1100.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
116	1110.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
117	1120.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
118	1130.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
119	1140.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
120	1150.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
121	1160.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
122	1170.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
123	1180.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
124	1190.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
125	1200.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
126	1210.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
127	1220.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
128	1230.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
129	1240.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
130	1250.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
131	1260.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
132	1270.000	58.3	35.0	16.3	0.0	1.2
133	1279.459	30.0	18.0	8.4	0.0	0.6
134	1280.000	31.6	19.0	8.9	0.0	0.7
135	1290.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
136	1300.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
137	1310.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
138	1320.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
139	1330.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
140	1340.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
141	1350.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
142	1360.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
143	1370.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
144	1380.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
145	1390.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
146	1400.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
147	1410.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
148	1420.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
149	1430.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
150	1440.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
151	1450.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
152	1460.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
153	1470.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
154	1480.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
155	1490.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
156	1500.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
157	1510.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
158	1520.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
159	1530.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
160	1540.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
161	1550.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
162	1560.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
163	1570.000	46.6	28.0	13.0	0.0	1.0
164	1575.530	30.0	18.0	8.4	0.0	0.6
165	1580.000	43.4	26.0	12.2	0.0	0.9

Le 27/06/2017 à 15:20 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 3725
C:\Users\DELL\Desktop\GABI\TABULA~1.PIS

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
166	1590.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
167	1600.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
168	1610.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
169	1620.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
170	1630.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
171	1640.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
172	1650.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
173	1660.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
174	1670.000	55.7	33.4	15.6	0.0	1.2
175	1678.583	30.0	18.0	8.4	0.0	0.6
176	1680.000	34.2	20.5	9.6	0.0	0.7
177	1690.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
178	1700.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
179	1710.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
180	1720.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
181	1730.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
182	1740.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
183	1750.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
184	1760.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
185	1770.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
186	1780.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
187	1790.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
188	1800.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
189	1810.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
190	1820.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
191	1830.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
192	1840.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
193	1850.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
194	1860.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
195	1870.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
196	1880.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
197	1890.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
198	1900.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
199	1910.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
200	1920.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
201	1930.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
202	1940.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
203	1950.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
204	1960.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
205	1970.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
206	1980.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
207	1990.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
208	2000.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
209	2010.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
210	2020.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
211	2030.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
212	2040.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
213	2050.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
214	2060.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
215	2070.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
216	2080.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
217	2090.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
218	2100.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
219	2110.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
220	2120.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3

Le 27/06/2017 à 15:20 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 3725
C:\Users\DELL\Desktop\GABI\TABULA~1.PIS

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
221	2130.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
222	2140.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
223	2150.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
224	2160.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
225	2170.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
226	2180.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
227	2190.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
228	2200.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
229	2210.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
230	2220.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
231	2230.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
232	2240.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
233	2250.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
234	2260.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
235	2270.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
236	2280.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
237	2290.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
238	2300.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
239	2310.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
240	2320.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
241	2330.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
242	2340.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
243	2350.000	39.0	23.4	10.9	0.0	0.8
244	2352.996	30.0	18.0	8.4	0.0	0.6
245	2360.000	51.0	30.6	14.3	0.0	1.1
246	2370.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
247	2380.000	60.0	36.0	16.8	0.0	1.3
248	2390.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
249	2400.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
250	2410.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
251	2420.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
252	2430.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
253	2440.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
254	2450.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
255	2460.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
256	2470.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
257	2480.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
258	2490.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
259	2500.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
260	2510.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
261	2520.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
262	2530.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
263	2540.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
264	2550.000	60.1	36.0	16.8	0.0	1.3
265	2560.000	38.5	23.1	10.8	0.0	0.8
266	2562.832					
		15363	9220	4303	0	328

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	0.0	113.4	0.0	0.0
2	10.000	0.0	564.9	0.0	0.0
3	20.000	0.0	881.1	0.0	0.0
4	30.000	0.0	1019.6	0.0	0.0
5	40.000	0.0	1195.9	0.0	0.0
6	50.000	0.0	1466.1	0.0	0.0
7	60.000	0.0	1887.2	0.0	0.0
8	70.000	0.0	2233.2	0.0	0.0
9	80.000	0.0	2488.5	0.0	0.0
10	90.000	0.0	2784.2	0.0	0.0
11	100.000	0.0	3089.0	0.0	0.0
12	110.000	0.0	1930.2	0.0	0.0
13	111.138	0.0	1746.8	0.0	0.0
14	120.000	0.0	3656.5	0.0	0.0
15	130.000	0.0	4528.5	0.0	0.0
16	140.000	0.0	5094.4	0.0	0.0
17	150.000	0.0	5731.1	0.0	0.0
18	160.000	0.0	6167.2	0.0	0.0
19	170.000	0.0	6417.1	0.0	0.0
20	180.000	0.0	6672.8	0.0	0.0
21	190.000	0.0	6627.0	0.0	0.0
22	200.000	0.0	6339.7	0.0	0.0
23	210.000	0.0	5903.6	0.0	0.0
24	220.000	0.0	5598.4	0.0	0.0
25	230.000	0.0	5593.6	0.0	0.0
26	240.000	0.0	5734.6	0.0	0.0
27	250.000	0.0	6216.9	0.0	0.0
28	260.000	0.0	6812.6	0.0	0.0
29	270.000	0.0	7606.4	0.0	0.0
30	280.000	0.0	8378.8	0.0	0.0
31	290.000	0.0	8884.6	0.0	0.0
32	300.000	0.0	9215.8	0.0	0.0
33	310.000	0.0	9188.3	0.0	0.0
34	320.000	0.0	9416.5	0.0	0.0
35	330.000	0.0	9553.4	0.0	0.0
36	340.000	0.0	9551.2	0.0	0.0
37	350.000	0.0	9700.7	0.0	0.0
38	360.000	0.0	10241.3	0.0	0.0
39	370.000	0.0	10819.4	0.0	0.0
40	380.000	0.0	11248.1	0.0	0.0
41	390.000	0.0	11538.6	0.0	0.0
42	400.000	0.0	11591.8	0.0	0.0
43	410.000	0.0	11482.0	0.0	0.0
44	420.000	0.0	11118.9	0.0	0.0
45	430.000	0.0	10693.3	0.0	0.0
46	440.000	0.0	10198.3	0.0	0.0
47	450.000	0.0	9809.3	0.0	0.0
48	460.000	0.0	9553.7	0.0	0.0
49	470.000	0.0	9395.9	0.0	0.0
50	480.000	0.0	9321.9	0.0	0.0
51	490.000	0.0	8656.0	0.0	0.0
52	500.000	0.0	8618.4	0.0	0.0
53	510.000	0.0	9097.3	0.0	0.0
54	520.000	0.0	9106.8	0.0	0.0
55	530.000	0.0	7503.3	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
56	536.337	0.0	4649.4	0.0	0.0
57	540.000	0.0	6435.0	0.0	0.0
58	550.000	0.0	9589.6	0.0	0.0
59	560.000	0.0	9608.5	0.0	0.0
60	570.000	0.0	9580.3	0.0	0.0
61	580.000	313.7	8610.5	0.0	0.0
62	590.000	4.9	9147.5	0.0	0.0
63	600.000	0.0	9021.3	0.0	0.0
64	610.000	0.0	8778.5	0.0	0.0
65	620.000	0.0	8515.3	0.0	0.0
66	630.000	0.0	9097.8	0.0	0.0
67	640.000	0.0	11343.4	0.0	0.0
68	650.000	0.0	15414.8	0.0	0.0
69	660.000	0.0	17965.7	0.0	0.0
70	670.000	0.0	17334.0	0.0	0.0
71	680.000	0.0	15549.7	0.0	0.0
72	690.000	0.0	13919.7	0.0	0.0
73	700.000	0.0	12632.2	0.0	0.0
74	710.000	0.0	12675.8	0.0	0.0
75	720.000	0.0	12491.7	0.0	0.0
76	729.257	0.0	6574.3	0.0	0.0
77	730.000	0.0	7102.7	0.0	0.0
78	740.000	0.0	13242.2	0.0	0.0
79	750.000	0.0	13420.4	0.0	0.0
80	760.000	0.0	13915.2	0.0	0.0
81	770.000	0.0	14719.4	0.0	0.0
82	780.000	0.0	15493.7	0.0	0.0
83	790.000	0.0	16145.0	0.0	0.0
84	800.000	0.0	16563.4	0.0	0.0
85	810.000	0.0	16037.7	0.0	0.0
86	820.000	0.0	15363.6	0.0	0.0
87	830.000	0.0	7928.8	0.0	0.0
88	830.845	0.0	7272.1	0.0	0.0
89	840.000	0.0	13123.0	0.0	0.0
90	850.000	0.0	12889.8	0.0	0.0
91	860.000	0.0	12311.0	0.0	0.0
92	870.000	0.0	12068.6	0.0	0.0
93	880.000	0.0	11775.3	0.0	0.0
94	890.000	0.0	11312.1	0.0	0.0
95	900.000	0.0	10831.1	0.0	0.0
96	910.000	0.0	10345.0	0.0	0.0
97	920.000	0.0	9833.9	0.0	0.0
98	930.000	0.0	9138.6	0.0	0.0
99	940.000	0.0	8588.6	0.0	0.0
100	950.000	0.0	8207.9	0.0	0.0
101	960.000	0.0	7867.5	0.0	0.0
102	970.000	0.0	7549.7	0.0	0.0
103	980.000	0.0	7463.2	0.0	0.0
104	990.000	0.0	7317.7	0.0	0.0
105	1000.000	0.0	8345.9	0.0	0.0
106	1010.000	0.0	8563.7	0.0	0.0
107	1020.000	0.0	9013.6	0.0	0.0
108	1030.000	0.0	9391.9	0.0	0.0
109	1040.000	0.0	9443.0	0.0	0.0
110	1050.000	0.0	9715.2	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
111	1060.000	0.0	10128.0	0.0	0.0
112	1070.000	0.0	10153.8	0.0	0.0
113	1080.000	0.0	10121.7	0.0	0.0
114	1090.000	0.0	10385.4	0.0	0.0
115	1100.000	0.0	9983.4	0.0	0.0
116	1110.000	0.0	10308.8	0.0	0.0
117	1120.000	0.0	10489.3	0.0	0.0
118	1130.000	0.0	10716.7	0.0	0.0
119	1140.000	0.0	10901.0	0.0	0.0
120	1150.000	0.0	11166.2	0.0	0.0
121	1160.000	0.0	11461.4	0.0	0.0
122	1170.000	0.0	12059.2	0.0	0.0
123	1180.000	0.0	12159.7	0.0	0.0
124	1190.000	0.0	12475.3	0.0	0.0
125	1200.000	0.0	12841.9	0.0	0.0
126	1210.000	0.0	12756.8	0.0	0.0
127	1220.000	0.0	12257.7	0.0	0.0
128	1230.000	0.0	11815.5	0.0	0.0
129	1240.000	0.0	11760.2	0.0	0.0
130	1250.000	0.0	11395.8	0.0	0.0
131	1260.000	0.0	10219.2	0.0	0.0
132	1270.000	0.0	7404.2	0.0	0.0
133	1279.459	0.0	2986.7	0.0	0.0
134	1280.000	0.0	3085.9	0.0	0.0
135	1290.000	0.0	4721.8	0.0	0.0
136	1300.000	15.6	4558.0	0.0	0.0
137	1310.000	54.0	4710.5	0.0	0.0
138	1320.000	215.8	4224.2	0.0	0.0
139	1330.000	315.8	3600.1	0.0	0.0
140	1340.000	340.8	2897.5	0.0	0.0
141	1350.000	257.9	2760.1	0.0	0.0
142	1360.000	155.4	2572.6	0.0	0.0
143	1370.000	98.6	2226.7	0.0	0.0
144	1380.000	385.5	1240.4	0.0	0.0
145	1390.000	668.5	405.0	0.0	0.0
146	1400.000	593.3	1175.1	0.0	0.0
147	1410.000	147.2	2485.0	0.0	0.0
148	1420.000	0.0	4344.6	0.0	0.0
149	1430.000	0.0	7408.0	0.0	0.0
150	1440.000	0.0	10247.8	0.0	0.0
151	1450.000	0.0	12106.0	0.0	0.0
152	1460.000	0.0	12612.1	0.0	0.0
153	1470.000	0.0	12795.7	0.0	0.0
154	1480.000	0.0	12657.5	0.0	0.0
155	1490.000	0.0	13056.1	0.0	0.0
156	1500.000	0.0	13870.1	0.0	0.0
157	1510.000	0.0	14944.3	0.0	0.0
158	1520.000	0.0	15730.0	0.0	0.0
159	1530.000	0.0	16516.8	0.0	0.0
160	1540.000	0.0	17448.8	0.0	0.0
161	1550.000	0.0	18240.4	0.0	0.0
162	1560.000	0.0	19623.8	0.0	0.0
163	1570.000	0.0	15941.8	0.0	0.0
164	1575.530	0.0	10542.8	0.0	0.0
165	1580.000	0.0	15513.6	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
166	1590.000	0.0	22807.4	0.0	0.0
167	1600.000	0.0	23989.5	0.0	0.0
168	1610.000	0.0	25010.9	0.0	0.0
169	1620.000	0.0	25546.0	0.0	0.0
170	1630.000	0.0	26219.1	0.0	0.0
171	1640.000	0.0	26572.0	0.0	0.0
172	1650.000	0.0	26887.9	0.0	0.0
173	1660.000	0.0	26965.7	0.0	0.0
174	1670.000	0.0	25244.9	0.0	0.0
175	1678.583	0.0	13672.0	0.0	0.0
176	1680.000	0.0	15571.8	0.0	0.0
177	1690.000	0.0	26809.6	0.0	0.0
178	1700.000	0.0	26432.6	0.0	0.0
179	1710.000	0.0	24791.0	0.0	0.0
180	1720.000	0.0	23586.3	0.0	0.0
181	1730.000	0.0	22114.4	0.0	0.0
182	1740.000	0.0	21006.1	0.0	0.0
183	1750.000	0.0	20731.0	0.0	0.0
184	1760.000	0.0	20802.5	0.0	0.0
185	1770.000	0.0	21263.4	0.0	0.0
186	1780.000	0.0	22286.1	0.0	0.0
187	1790.000	0.0	23153.6	0.0	0.0
188	1800.000	0.0	23573.7	0.0	0.0
189	1810.000	0.0	23876.8	0.0	0.0
190	1820.000	0.0	24478.6	0.0	0.0
191	1830.000	0.0	25023.8	0.0	0.0
192	1840.000	0.0	25277.1	0.0	0.0
193	1850.000	0.0	25113.4	0.0	0.0
194	1860.000	0.0	25106.6	0.0	0.0
195	1870.000	0.0	24993.7	0.0	0.0
196	1880.000	0.0	23838.0	0.0	0.0
197	1890.000	0.0	22663.5	0.0	0.0
198	1900.000	0.0	21881.8	0.0	0.0
199	1910.000	0.0	20632.6	0.0	0.0
200	1920.000	0.0	19223.2	0.0	0.0
201	1930.000	0.0	17514.9	0.0	0.0
202	1940.000	0.0	15985.5	0.0	0.0
203	1950.000	0.0	14329.8	0.0	0.0
204	1960.000	0.0	13100.3	0.0	0.0
205	1970.000	0.0	12763.9	0.0	0.0
206	1980.000	0.0	12603.5	0.0	0.0
207	1990.000	0.0	11907.2	0.0	0.0
208	2000.000	0.0	10643.7	0.0	0.0
209	2010.000	0.0	9239.0	0.0	0.0
210	2020.000	0.0	8368.6	0.0	0.0
211	2030.000	0.0	8091.3	0.0	0.0
212	2040.000	0.0	8714.7	0.0	0.0
213	2050.000	0.0	8998.2	0.0	0.0
214	2060.000	0.0	8956.6	0.0	0.0
215	2070.000	0.0	8983.3	0.0	0.0
216	2080.000	0.0	9007.6	0.0	0.0
217	2090.000	0.0	9266.3	0.0	0.0
218	2100.000	0.0	9380.0	0.0	0.0
219	2110.000	0.0	9520.1	0.0	0.0
220	2120.000	0.0	9365.9	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
221	2130.000	0.0	9122.2	0.0	0.0
222	2140.000	0.0	9066.4	0.0	0.0
223	2150.000	0.0	9352.3	0.0	0.0
224	2160.000	0.0	9674.0	0.0	0.0
225	2170.000	0.0	10900.4	0.0	0.0
226	2180.000	0.0	13408.6	0.0	0.0
227	2190.000	0.0	16327.8	0.0	0.0
228	2200.000	0.0	18608.5	0.0	0.0
229	2210.000	0.0	20075.4	0.0	0.0
230	2220.000	0.0	21636.2	0.0	0.0
231	2230.000	0.0	23298.0	0.0	0.0
232	2240.000	0.0	24404.6	0.0	0.0
233	2250.000	0.0	24462.2	0.0	0.0
234	2260.000	0.0	24937.4	0.0	0.0
235	2270.000	0.0	24199.5	0.0	0.0
236	2280.000	0.0	24107.6	0.0	0.0
237	2290.000	0.0	22688.9	0.0	0.0
238	2300.000	0.0	20841.6	0.0	0.0
239	2310.000	0.0	18640.8	0.0	0.0
240	2320.000	0.0	16129.3	0.0	0.0
241	2330.000	0.0	13509.3	0.0	0.0
242	2340.000	0.0	10432.6	0.0	0.0
243	2350.000	0.0	4791.9	0.0	0.0
244	2352.996	0.0	3240.7	0.0	0.0
245	2360.000	0.0	3820.8	0.0	0.0
246	2370.000	0.0	2038.5	0.0	0.0
247	2380.000	17.9	187.8	0.0	0.0
248	2390.000	691.8	0.0	0.0	0.0
249	2400.000	1299.1	0.0	0.0	0.0
250	2410.000	1966.1	0.0	0.0	0.0
251	2420.000	2792.0	0.0	0.0	0.0
252	2430.000	3635.9	0.0	0.0	0.0
253	2440.000	4479.1	0.0	0.0	0.0
254	2450.000	5322.3	0.0	0.0	0.0
255	2460.000	6165.5	0.0	0.0	0.0
256	2470.000	7008.7	0.0	0.0	0.0
257	2480.000	7851.9	0.0	0.0	0.0
258	2490.000	8695.0	0.0	0.0	0.0
259	2500.000	9074.1	0.0	0.0	0.0
260	2510.000	7799.5	0.0	0.0	0.0
261	2520.000	6291.8	0.0	0.0	0.0
262	2530.000	4784.0	0.0	0.0	0.0
263	2540.000	3316.6	0.0	0.0	0.0
264	2550.000	1940.6	0.0	0.0	0.0
265	2560.000	268.3	54.5	0.0	0.0
266	2562.832				
		86967	2935275	0	0

CUBATURES GEOLOGIQUES

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	0.0	0.0	0.0
2	10.000	0.0	0.0	0.0
3	20.000	0.0	0.0	0.0
4	30.000	0.0	0.0	0.0
5	40.000	0.0	0.0	0.0
6	50.000	0.0	0.0	0.0
7	60.000	0.0	0.0	0.0
8	70.000	0.0	0.0	0.0
9	80.000	0.0	0.0	0.0
10	90.000	0.0	0.0	0.0
11	100.000	0.0	0.0	0.0
12	110.000	0.0	0.0	0.0
13	111.138	0.0	0.0	0.0
14	120.000	0.0	0.0	0.0
15	130.000	0.0	0.0	0.0
16	140.000	0.0	0.0	0.0
17	150.000	0.0	0.0	0.0
18	160.000	0.0	0.0	0.0
19	170.000	0.0	0.0	0.0
20	180.000	0.0	0.0	0.0
21	190.000	0.0	0.0	0.0
22	200.000	0.0	0.0	0.0
23	210.000	0.0	0.0	0.0
24	220.000	0.0	0.0	0.0
25	230.000	0.0	0.0	0.0
26	240.000	0.0	0.0	0.0
27	250.000	0.0	0.0	0.0
28	260.000	0.0	0.0	0.0
29	270.000	0.0	0.0	0.0
30	280.000	0.0	0.0	0.0
31	290.000	0.0	0.0	0.0
32	300.000	0.0	0.0	0.0
33	310.000	0.0	0.0	0.0
34	320.000	0.0	0.0	0.0
35	330.000	0.0	0.0	0.0
36	340.000	0.0	0.0	0.0
37	350.000	0.0	0.0	0.0
38	360.000	0.0	0.0	0.0
39	370.000	0.0	0.0	0.0
40	380.000	0.0	0.0	0.0
41	390.000	0.0	0.0	0.0
42	400.000	0.0	0.0	0.0
43	410.000	0.0	0.0	0.0
44	420.000	0.0	0.0	0.0
45	430.000	0.0	0.0	0.0
46	440.000	0.0	0.0	0.0
47	450.000	0.0	0.0	0.0
48	460.000	0.0	0.0	0.0
49	470.000	0.0	0.0	0.0
50	480.000	0.0	0.0	0.0
51	490.000	0.0	0.0	0.0
52	500.000	0.0	0.0	0.0
53	510.000	0.0	0.0	0.0
54	520.000	0.0	0.0	0.0
55	530.000	0.0	0.0	0.0

CUBATURES GEOLOGIQUES

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
56	536.337	0.0	0.0	0.0
57	540.000	0.0	0.0	0.0
58	550.000	0.0	0.0	0.0
59	560.000	0.0	0.0	0.0
60	570.000	0.0	0.0	0.0
61	580.000	313.7	0.0	0.0
62	590.000	4.9	0.0	0.0
63	600.000	0.0	0.0	0.0
64	610.000	0.0	0.0	0.0
65	620.000	0.0	0.0	0.0
66	630.000	0.0	0.0	0.0
67	640.000	0.0	0.0	0.0
68	650.000	0.0	0.0	0.0
69	660.000	0.0	0.0	0.0
70	670.000	0.0	0.0	0.0
71	680.000	0.0	0.0	0.0
72	690.000	0.0	0.0	0.0
73	700.000	0.0	0.0	0.0
74	710.000	0.0	0.0	0.0
75	720.000	0.0	0.0	0.0
76	729.257	0.0	0.0	0.0
77	730.000	0.0	0.0	0.0
78	740.000	0.0	0.0	0.0
79	750.000	0.0	0.0	0.0
80	760.000	0.0	0.0	0.0
81	770.000	0.0	0.0	0.0
82	780.000	0.0	0.0	0.0
83	790.000	0.0	0.0	0.0
84	800.000	0.0	0.0	0.0
85	810.000	0.0	0.0	0.0
86	820.000	0.0	0.0	0.0
87	830.000	0.0	0.0	0.0
88	830.845	0.0	0.0	0.0
89	840.000	0.0	0.0	0.0
90	850.000	0.0	0.0	0.0
91	860.000	0.0	0.0	0.0
92	870.000	0.0	0.0	0.0
93	880.000	0.0	0.0	0.0
94	890.000	0.0	0.0	0.0
95	900.000	0.0	0.0	0.0
96	910.000	0.0	0.0	0.0
97	920.000	0.0	0.0	0.0
98	930.000	0.0	0.0	0.0
99	940.000	0.0	0.0	0.0
100	950.000	0.0	0.0	0.0
101	960.000	0.0	0.0	0.0
102	970.000	0.0	0.0	0.0
103	980.000	0.0	0.0	0.0
104	990.000	0.0	0.0	0.0
105	1000.000	0.0	0.0	0.0
106	1010.000	0.0	0.0	0.0
107	1020.000	0.0	0.0	0.0
108	1030.000	0.0	0.0	0.0
109	1040.000	0.0	0.0	0.0
110	1050.000	0.0	0.0	0.0

CUBATURES GEOLOGIQUES

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
111	1060.000	0.0	0.0	0.0
112	1070.000	0.0	0.0	0.0
113	1080.000	0.0	0.0	0.0
114	1090.000	0.0	0.0	0.0
115	1100.000	0.0	0.0	0.0
116	1110.000	0.0	0.0	0.0
117	1120.000	0.0	0.0	0.0
118	1130.000	0.0	0.0	0.0
119	1140.000	0.0	0.0	0.0
120	1150.000	0.0	0.0	0.0
121	1160.000	0.0	0.0	0.0
122	1170.000	0.0	0.0	0.0
123	1180.000	0.0	0.0	0.0
124	1190.000	0.0	0.0	0.0
125	1200.000	0.0	0.0	0.0
126	1210.000	0.0	0.0	0.0
127	1220.000	0.0	0.0	0.0
128	1230.000	0.0	0.0	0.0
129	1240.000	0.0	0.0	0.0
130	1250.000	0.0	0.0	0.0
131	1260.000	0.0	0.0	0.0
132	1270.000	0.0	0.0	0.0
133	1279.459	0.0	0.0	0.0
134	1280.000	0.0	0.0	0.0
135	1290.000	0.0	0.0	0.0
136	1300.000	15.6	0.0	0.0
137	1310.000	54.0	0.0	0.0
138	1320.000	215.8	0.0	0.0
139	1330.000	315.8	0.0	0.0
140	1340.000	340.8	0.0	0.0
141	1350.000	257.9	0.0	0.0
142	1360.000	155.4	0.0	0.0
143	1370.000	98.6	0.0	0.0
144	1380.000	385.5	0.0	0.0
145	1390.000	668.5	0.0	0.0
146	1400.000	593.3	0.0	0.0
147	1410.000	147.2	0.0	0.0
148	1420.000	0.0	0.0	0.0
149	1430.000	0.0	0.0	0.0
150	1440.000	0.0	0.0	0.0
151	1450.000	0.0	0.0	0.0
152	1460.000	0.0	0.0	0.0
153	1470.000	0.0	0.0	0.0
154	1480.000	0.0	0.0	0.0
155	1490.000	0.0	0.0	0.0
156	1500.000	0.0	0.0	0.0
157	1510.000	0.0	0.0	0.0
158	1520.000	0.0	0.0	0.0
159	1530.000	0.0	0.0	0.0
160	1540.000	0.0	0.0	0.0
161	1550.000	0.0	0.0	0.0
162	1560.000	0.0	0.0	0.0
163	1570.000	0.0	0.0	0.0
164	1575.530	0.0	0.0	0.0
165	1580.000	0.0	0.0	0.0

CUBATURES GEOLOGIQUES

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
166	1590.000	0.0	0.0	0.0
167	1600.000	0.0	0.0	0.0
168	1610.000	0.0	0.0	0.0
169	1620.000	0.0	0.0	0.0
170	1630.000	0.0	0.0	0.0
171	1640.000	0.0	0.0	0.0
172	1650.000	0.0	0.0	0.0
173	1660.000	0.0	0.0	0.0
174	1670.000	0.0	0.0	0.0
175	1678.583	0.0	0.0	0.0
176	1680.000	0.0	0.0	0.0
177	1690.000	0.0	0.0	0.0
178	1700.000	0.0	0.0	0.0
179	1710.000	0.0	0.0	0.0
180	1720.000	0.0	0.0	0.0
181	1730.000	0.0	0.0	0.0
182	1740.000	0.0	0.0	0.0
183	1750.000	0.0	0.0	0.0
184	1760.000	0.0	0.0	0.0
185	1770.000	0.0	0.0	0.0
186	1780.000	0.0	0.0	0.0
187	1790.000	0.0	0.0	0.0
188	1800.000	0.0	0.0	0.0
189	1810.000	0.0	0.0	0.0
190	1820.000	0.0	0.0	0.0
191	1830.000	0.0	0.0	0.0
192	1840.000	0.0	0.0	0.0
193	1850.000	0.0	0.0	0.0
194	1860.000	0.0	0.0	0.0
195	1870.000	0.0	0.0	0.0
196	1880.000	0.0	0.0	0.0
197	1890.000	0.0	0.0	0.0
198	1900.000	0.0	0.0	0.0
199	1910.000	0.0	0.0	0.0
200	1920.000	0.0	0.0	0.0
201	1930.000	0.0	0.0	0.0
202	1940.000	0.0	0.0	0.0
203	1950.000	0.0	0.0	0.0
204	1960.000	0.0	0.0	0.0
205	1970.000	0.0	0.0	0.0
206	1980.000	0.0	0.0	0.0
207	1990.000	0.0	0.0	0.0
208	2000.000	0.0	0.0	0.0
209	2010.000	0.0	0.0	0.0
210	2020.000	0.0	0.0	0.0
211	2030.000	0.0	0.0	0.0
212	2040.000	0.0	0.0	0.0
213	2050.000	0.0	0.0	0.0
214	2060.000	0.0	0.0	0.0
215	2070.000	0.0	0.0	0.0
216	2080.000	0.0	0.0	0.0
217	2090.000	0.0	0.0	0.0
218	2100.000	0.0	0.0	0.0
219	2110.000	0.0	0.0	0.0
220	2120.000	0.0	0.0	0.0

CUBATURES GEOLOGIQUES

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
221	2130.000	0.0	0.0	0.0
222	2140.000	0.0	0.0	0.0
223	2150.000	0.0	0.0	0.0
224	2160.000	0.0	0.0	0.0
225	2170.000	0.0	0.0	0.0
226	2180.000	0.0	0.0	0.0
227	2190.000	0.0	0.0	0.0
228	2200.000	0.0	0.0	0.0
229	2210.000	0.0	0.0	0.0
230	2220.000	0.0	0.0	0.0
231	2230.000	0.0	0.0	0.0
232	2240.000	0.0	0.0	0.0
233	2250.000	0.0	0.0	0.0
234	2260.000	0.0	0.0	0.0
235	2270.000	0.0	0.0	0.0
236	2280.000	0.0	0.0	0.0
237	2290.000	0.0	0.0	0.0
238	2300.000	0.0	0.0	0.0
239	2310.000	0.0	0.0	0.0
240	2320.000	0.0	0.0	0.0
241	2330.000	0.0	0.0	0.0
242	2340.000	0.0	0.0	0.0
243	2350.000	0.0	0.0	0.0
244	2352.996	0.0	0.0	0.0
245	2360.000	0.0	0.0	0.0
246	2370.000	0.0	0.0	0.0
247	2380.000	17.9	0.0	0.0
248	2390.000	691.8	0.0	0.0
249	2400.000	1299.1	0.0	0.0
250	2410.000	1966.1	0.0	0.0
251	2420.000	2792.0	0.0	0.0
252	2430.000	3635.9	0.0	0.0
253	2440.000	4479.1	0.0	0.0
254	2450.000	5322.3	0.0	0.0
255	2460.000	6165.5	0.0	0.0
256	2470.000	7008.7	0.0	0.0
257	2480.000	7851.9	0.0	0.0
258	2490.000	8695.0	0.0	0.0
259	2500.000	9074.1	0.0	0.0
260	2510.000	7799.5	0.0	0.0
261	2520.000	6291.8	0.0	0.0
262	2530.000	4784.0	0.0	0.0
263	2540.000	3316.6	0.0	0.0
264	2550.000	1940.6	0.0	0.0
265	2560.000	268.3	0.0	0.0
266	2562.832			
		86967	0	0