

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique Et Populaire  
Ministère De L'enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université Mohamed Seddik Benyahia - Jijel  
Faculté des sciences et de la technologie  
Département de génie civil et hydraulique

## **mémoire**

Pour l'obtention du diplôme de Master en Travaux Publics  
Option : voies et ouvrages d'art

# **Thème**

**Étude d'un tronçon autoroutier de la  
pénétrante port Djen Djen-autoroute  
Est-Ouest  
de 11.04 km du PK : 13.00 au PK : 24.04**

Présenté par :

M. MERIAI Ahmed  
M. GUERDOUH Said

Encadreur :

M<sup>me</sup>. MENDACI Farida

PROMOTION 2021

# Remerciements

Toute notre parfait gratitude, grâce et remerciement à Allah le plus puissant et miséricordieux qui nous a donné le privilège, le courage et la volonté dans les moments difficiles pour élaborer ce travail.

C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que nous remercions notre encadreur **M<sup>me</sup> MENDACI Farida** pour la sollicitude avec laquelle il a suivi et guidé ce travail et pour sa gentillesse et ses orientations efficaces.

Nous remercions également l'ensemble du service de l'**ADA** pour leur très bon accueil et leur aide.

Nous aimerions remercier les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et le temps; qui nous fait l'honneur de présider et examiner notre travail.

Enfin, nos remerciements s'adressent à l'ensemble des professeurs et du personnel pédagogique de l'université **Mohamed Sadik ben Yahia « Jijel »**, en particulier ceux du département **GENIE CIVIL** qui nous ont accompagnés tout au long de ces années d'études, à l'ensemble des étudiants de notre promotion **VOA 2021** pour tous les bons moments qu'on a passés ensemble, et à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce projet de fin d'étude.

# Dédicace

Tout d'abord je remercie **ALLAH** le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce modeste travail que je le dédie à :

**Mes très chers parents** qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin ;

**Ma mère** qui a été à mes côtés et m'a soutenu durant toute ma vie.

**Mon père** qui n'a pas cessé de m'encourager et de se sacrifier pour que je puisse franchir tout obstacle durant toutes mes années d'étude.

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

A mon binôme **SAID** qui a partagé avec moi ce travail dans les bons et mauvais moments et toute sa famille.

A tous les ingénieurs de l'**ADA**, pour nous avoir encadrées, orientées, aidées et conseillées.

A tous mes chers amis : «Alla, Sami, Nazim, Ishak, Zakaria, Aissa, Anis, Djilali Bout, Meinouh Mohamed Isselamou, Djafar, Bilal ».

Nous n'oublions pas Mes chers enseignants.

Toute la section **VOA** promotion **2021**.

A toutes celles et ceux dont j'ai oubliés de citer et qui m'ont apporté aide et soutien durant ces années de formation.

**AHMED MERIAI**

# *Dédicace*

*Tout d'abord je remercie Allah avant tous,*

*Je dédie ce mémoire a mes chers*

*Parent ma mère et mon père*

*Pour leur patience, leur amour,*

*Leur soutien et leurs encouragements.*

*À tous mes chères sœurs et mes chers frères.*

*À mon binôme AHMED qui a partagé*

*Avec moi ce travail.*

*À mes amies : Aziz, Zino, Zoubir, Djafar, Bilal, Alla,*

*Aissa, Hamo, Anis, Omar et Nazim.*

*À mes collègues de la promotion*

*VOA 2021*

*الحمد لله*

*SAID*

# TABLE DES MATIERES

Remerciements et dédicaces	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des symboles	
Resume	
Introduction générale.....	2
<b>CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET ET PARAMETRES DE BASE</b>	
I.1 Présentation du projet .....	4
I.1.1 Introduction .....	4
I.1.2 Présentation de la région d'étude .....	4
I.1.3 Présentation du projet.....	6
I.1.4 Objectif de projet.....	7
I.2 Paramètre de base .....	7
I.2.1 Introduction .....	7
I.2.2 Choix du nombre de voies.....	7
I.2.3 Environnement de la route .....	8
I.2.4 Catégorie de la route .....	9
I.2.5 Vitesse de référence .....	10
I.2.6 Application au projet.....	11
I.2.7 Conclusion.....	11
<b>CHAPITRE II : ETUDE DE TRAFIC</b>	
II.1 Introduction .....	13
II.2 Analyse du trafic.....	13
II.2.1 La mesure des trafics .....	13
II.2.2 Les Comptages.....	13
II.2.3 Enquêtes Origine Destination .....	14
II.3 Différents types du trafic .....	14
II.3.1 Trafic normal .....	14
II.3.2 Trafic dévié .....	15
II.3.3 Trafic induit .....	15
II.3.4 Trafic total.....	15
II.4 Modèles de présentation de trafic .....	15
II.4.1 Prolongation de l'évolution passée .....	15

II.4.2	Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques .....	15
II.4.3	Modèle gravitaire .....	16
II.4.4	Modèle de facteur de croissance .....	16
II.5	Calcul de la capacité de trafic .....	16
II.5.1	Définition de la capacité de trafic .....	16
II.5.2	Calcul du (TJMA) horizon .....	16
II.5.3	Calcul du trafic effectif .....	17
II.5.4	Débit de pointe horaire normal .....	17
II.5.5	Débit horaire admissible .....	17
II.5.6	Détermination de nombre de voies .....	18
II.6	Application au projet .....	18
II.7	Conclusion .....	21

### **CHAPITRE III : ETUDE CINEMATIQUE**

III.1	Introduction .....	23
III.2	Distance de freinage .....	23
III.3	Distance d'arrêt .....	24
III.3.1	Temps de perception-réaction .....	24
III.3.2	Distance d'arrêt en alignement droit .....	25
III.3.3	Distance d'arrêt en déclivité .....	26
III.3.4	Distance d'arrêt en courbe .....	26
III.4	Mouvement des véhicules groupes .....	27
III.4.1	Espacement entre deux véhicules (d) .....	27
III.4.2	Distance de visibilité de dépassement : .....	27
III.4.3	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (dMd) .....	28
III.5	Application au projet .....	28

### **CHAPITRE IV : TRACE EN PLAN**

IV.1	Définition .....	31
IV.2	Règles à respecter dans le tracé en plan .....	31
IV.3	Les éléments du tracé en plan .....	31
IV.3.1	Les alignements .....	32
IV.3.2	Arc de cercle .....	33
IV.3.3	Les raccordements progressifs (clothoïde) .....	36
IV.3.4	Courbe de raccordement (CR) .....	37

IV.4 Combinaison des éléments de trace en plan.....	39
IV.4.1 Courbe en S .....	39
IV.4.2 Courbe à sommet.....	39
IV.4.3 Courbe en C.....	40
IV.4.4 Courbe en Ove.....	40
IV.5 La Vitesse de référence (de base).....	40
IV.5.1 Choix de la vitesse de référence .....	41
IV.6 Vitesse de projet.....	41
IV.7 Paramètres fondamentaux .....	41
IV.8 Calcul d'axe .....	41
IV.9 Exemple de calcul d'axe manuellement.....	42

## **CHAPITRE V : PROFIL EN LONG**

V.1 Introduction .....	47
V.2 Règles à respecter dans la trace du profil en long .....	47
V.3 Les éléments de composition du profil en long.....	48
V.4 Trace de la ligne rouge (ligne projet) .....	48
V.5 Les éléments constituant la ligne rouge.....	48
V.5.1 Les alignements .....	48
V.5.2 Déclivités .....	48
V.6 Raccordement en profil en long .....	49
V.6.1 Raccordements Convexes (Angle Saillant) .....	49
V.6.2 Raccordements Concaves (Angle Rentrant).....	51
V.7 Coordination de la trace en plan et profil en long .....	52
V.8 Exemple de calcul du profil en long.....	54
V.8.1 Cas d'un rayon concave : sommet S2 .....	54
V.8.2 Cas d'un rayon convexe: Sommet S3.....	55
V.9 Conclusion.....	57

## **CHAPITRE VI : PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES**

VI.1 Profil en travers.....	59
VI.1.1 Introduction .....	59
VI.1.2 Types de profil en travers .....	59
VI.1.3 Dévers.....	59
VI.1.4 Les éléments constitutifs de profil en travers .....	59

VI.1.5 Application au projet .....	61
VI.2 Les cubatures de terrassement.....	64
VI.2.1 Définitions .....	64
VI.2.2 Méthodes de calcul des cubatures .....	65
VI.2.3 Exécution des remblais.....	67
VI.2.4 Engins de compactage .....	69
VI.2.5 Application au projet .....	69

## **CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE**

VII.1 Introduction.....	71
VII.2 Objectifs de l'étude géotechnique .....	71
VII.3 Les moyens de la reconnaissance .....	71
VII.3.1 L'étude des archives et documents existants .....	71
VII.3.2 Les visites sur site et les essais « in-situ ».....	72
VII.4 Différents essais en laboratoire.....	76
VII.4.1 Les essais d'identification.....	76
VII.4.2 Les essais mécaniques.....	82
VII.4.3 Les essais chimiques .....	89
VII.5 Condition d'utilisation des sols en remblais .....	90
VII.6 Application au projet .....	90
VII.6.1 Essais chimiques .....	90
VII.6.2 Sandage .....	91
VII.6.3 Puits de reconnaissance.....	92
VII.6.4 Essai de CBR .....	93
VII.6.5 Essais oedométriques .....	94
VII.6.6 Essais de cisaillement rectiligne UU.....	94
VII.6.7 Essais de cisaillement rectiligne CD .....	95
VII.7 Conclusion .....	95

## **CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE**

VIII.1 Introduction .....	97
VIII.2 Définition la chaussée .....	97
VIII.3 Principe de la constitution des chaussées .....	97
VIII.4 Les différents types des chaussées .....	97
VIII.4.1 Chaussées souples.....	98

VIII.4.2 Chaussées rigides.....	99
VIII.4.3 Chaussées semi-rigides.....	100
VIII.5 Les différentes couches de chaussée.....	100
VIII.5.1 La couche de forme.....	101
VIII.5.2 La couche de fondation.....	101
VIII.5.3 La couche de base.....	101
VIII.5.4 La couche de surface.....	101
VIII.6 Facteurs influant sur le dimensionnement des chaussées.....	102
VIII.6.1 Le trafic.....	102
VIII.6.2 Le climat et l'environnement.....	103
VIII.6.3 La nature du sol support.....	104
VIII.6.4 Les matériaux.....	104
VIII.7 Les principales méthodes de dimensionnement.....	104
VIII.7.1 Méthode CBR «California-Bearing-Ration».....	104
VIII.7.2 Méthode du catalogue des structures «SETRA».....	106
VIII.7.3 Méthode A.A.S.H.O (American Association of States Highway Officials).....	107
VIII.7.4 Méthode de L.C.P.C (Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées).....	107
VIII.7.5 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP).....	108
VIII.8 Vérification en fatigue des structures et de déformation du sol support.....	111
VIII.8.1 La déformation admissible du sol support ( $\varepsilon_{z, adm}$ ).....	111
VIII.8.2 La déformation admissible de traction ( $\varepsilon_{t, adm}$ ) a la base de GB.....	112
VIII.8.3 Trafic cumulé équivalent (TCEi).....	113
VIII.8.4 Risque de calcul.....	113
VIII.9 Application au projet.....	114
VIII.10 Conclusion.....	120

## **CHPITRE IX : ASSAINISSEMENT**

IX.1 Introduction.....	122
IX.2 Objectif de l'assainissement.....	122
IX.3 Types de dégradation.....	122
IX.4 Ouvrages d'assainissement.....	123
IX.4.1 Les réseaux de canalisation longitudinaux.....	123
IX.4.2 Les ouvrages transversaux.....	124
IX.4.3 Les ouvrage de raccordement.....	124

IX.5 Les ouvrage des écoulements des eaux .....	125
IX.5.1 Passages submersibles .....	126
IX.5.2 Fossés .....	126
IX.5.3 Les dalots.....	126
IX.6 Le drainage.....	126
IX.6.1 Le rôle de drainage .....	126
IX.6.2 Drainage des eaux souterraines .....	126
IX.6.3 Le drainage routier .....	126
IX.7 Choix des ouvrages d’assainissement .....	127
IX.7.1 Critère de choix .....	127
IX.8 Etude hydrologique .....	127
IX.8.1 Calcul des débits d’apports.....	127
IX.8.2 Débit de saturation ( $Q_s$ ).....	130
IX.9 Dimensionnement des ouvrages d’évacuation .....	131
IX.9.1 Dimensionnement des buses .....	131
IX.9.2 Dimensionnement des fossés.....	132
IX.9.3 Dimensionnement des dalots.....	133
IX.10 Application au projet.....	134

## **CHAPTRE X : EQUIPEMENT DE LA ROUTE**

X.1 Signalisation .....	141
X.1.1 Introduction.....	141
X.1.2 Objectifs de signalisation.....	141
X.1.3 Règle à respecter pour la signalisation .....	141
X.1.4 Principes de la signalisation routière .....	141
X.1.5 Catégories de signalisation .....	142
X.1.6 Types de signalisation.....	142
X.1.7 Caractéristiques générales des marques.....	147
X.1.8 Les critères de conception de la signalisation.....	151
X.1.9 Application au projet .....	151
X.2 Eclairage .....	153
X.2.1 Catégories d’éclairages .....	153
X.2.2 Paramètres de l’implantation des luminaires .....	153
X.2.3 Application au projet .....	154

X.3 Sécurité.....	154
X.3.1 Dispositif de retenue .....	154
X.3.2 Types des dispositifs de retenues.....	154
X.3.3 Rappel de quelques règles fondamentales .....	155
Conclusion générale .....	158
Référence bibliographie	
Liste des Annexes.	

## LISTE DES TABLEAUX

Numéro du tableau	Titre	Page
<b>Chapitre I</b>		
Tableau I.1	Environnement de la route.	8
Tableau I.2	Classification du relief en fonction de la dénivelée cumulée moyenne.	8
Tableau I.3	Classification de la sinuosité moyenne.	9
Tableau I.4	Vitesse de référence.	10
Tableau I.5	paramètre géométrique du projet.	10
<b>Chapitre II</b>		
Tableau II.1	coefficient d'équivalence "P".	17
Tableau II.2	Tableau II.2 : Valeur de K <sub>1</sub> .	18
Tableau II.3	Valeur de K <sub>2</sub> .	18
Tableau II.4	valeur de la capacité théorique " C <sub>th</sub> ".	18
Tableau II.5	Classe du trafic.	18
Tableau II.6	Représentation des résultats obtenus.	21
<b>Chapitre III</b>		
Tableau III.1	Coefficient de frottement longitudinal $f_l$ .	24
Tableau III.2	Les résultats de calcul.	29
<b>Chapitre IV</b>		
Tableau IV.1	Les valeurs des dévers <b>min</b> et <b>max</b> en fonction de <b>Cat</b> et <b>E</b> .	35
Tableau IV.2	Coefficient de frottement transversal $f_t$ en fonction de <b>Cat</b> et <b>E</b> .	35
Tableau IV.3	Les valeurs de $f''$ en fonction de <b>Cat</b> .	35
Tableau IV.4	Paramètres fondamentaux.	41
Tableau IV.5	Caractéristique de la courbe de raccordement.	42
<b>Chapitre V</b>		
Tableau V.1	Déclivité maximal ( $I_{max}$ ) en fonction de Cat et E.	49
Tableau V.2	Valeurs limites des paramètres du profil en long.	53
Tableau V.3	Coordonnées des sommets.	54
<b>Chapitre VI</b>		
Tableau VI.1	Pentes des talus.	62
Tableau VI.2	Dimensionnement des éléments constitutifs du profil en travers.	62
Tableau VI.3	Paramètre des dévers.	62
<b>Chapitre VII</b>		
Tableau VII.1	Quelques valeurs de vitesses d'ondes «P» en fonction de la nature du sol.	73
Tableau VII.2	classification des sols selon leur granulométrie.	78
Tableau VII.3	Classification des sols selon $I_p$ .	80
Tableau VII.4	Classification des sols selon VBS.	81

Tableau VII.5	Appréciation des résultats.	86
Tableau VII.6	Résultats des essais chimiques.	90
Tableau VII.7	Sondages réalisés dans les secteurs en étude.	91
Tableau VII.8	Unités géotechniques reconnues.	92
Tableau VII.9	Résultats des essais CBR.	93
Tableau VII.10	Résultats des essais oedométriques.	94
Tableau VII.11	Caractérisation des paramètres de consolidation.	94
Tableau VII.12	Valeurs des essais de cisaillement rectiligne UU.	94
Tableau VII.13	Valeurs des essais de cisaillement rectiligne CD.	95
Tableau VII.14	Valeurs des essais de cisaillement rectiligne avec vitesse au-dessus de $V_{max}$ .	95
<b>Chapitre VIII</b>		
Tableau VIII.1	Classe de trafic en fonction du CAM de poids lourd.	103
Tableau VIII.2	L'importance de sol en fonction de l'indice de CBR.	104
Tableau VIII.3	Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau.	106
Tableau VIII.4	La classe du trafic de poids lourd.	107
Tableau VIII.5	Classement de sol en fonction de l'indice de <b>CBR</b> .	107
Tableau VIII.6	Classes de trafic TPLi ( <b>CTTP</b> ).	109
Tableau VIII.7	Classe de sols en fonction de la déflexion.	110
Tableau VIII.8	Amélioration de la portance du sol support.	110
Tableau VIII.9	Les zones climatiques.	111
Tableau VIII.10	Choix des températures équivalentes	111
Tableau VIII.11	Caractéristiques mécaniques des matériaux (Fascicule 2, p15).	112
Tableau VIII.12	Valeur du coefficient d'agressivité A selon le Fascicule 2, p17.	113
Tableau VIII.13	Risque adopté pour le réseau RP1.	113
Tableau VIII.14	Fractile de la loi normale de $t=f(r\%)$ .	113
Tableau VIII.15	Représente la construction de la chaussée.	115
Tableau VIII.16	Tableau représentatif des épaisseurs calculées.	115
Tableau VIII.17	Vérification des contraintes.	119
Tableau VIII.18	Résumé des résultats obtenu par les deux méthodes.	120
<b>Chapitre IX</b>		
Tableau IX.1	Coefficient de ruissellement «C».	128
Tableau IX.2	Intensité-Durée-de Fréquence (I.D.F).	129
Tableau IX.3	Valeurs de coefficient de rugosité « $K_{ST}$ ».	131
Tableau IX.4	Caractéristiques des bassins.	134
Tableau IX.5	Résultats de calcul.	136
Tableau IX.6	Débit de saturation de chaque ouvrage d'assainissement.	137
Tableau IX.7	Débit d'apport de fossé.	138
Tableau IX.8	Récapitulatif des résultats.	139
<b>Chapitre X</b>		
Tableau X.1	Modulation des lignes discontinues.	148

## LISTE DES FIGURES

Numéro de la figure	Titre	page
<b>Chapitre I</b>		
Figure I.1	Situation géographique de la wilaya de Jijel.	4
Figure I.2	Relief accidenté.	5
Figure I.3	Plan de situation de la pénétrante.	6
Figure I.4	Plan de situation de la tranche.	7
Figure I.5	Dénivelée cumulée moyenne.	8
Figure I.6	Sinuosité moyenne.	9
<b>Chapitre III</b>		
Figure III.1	Distance de freinage.	23
Figure III.2	Temps de perception-réaction.	24
Figure III.3	Obstacle immobile.	25
Figure III.4	Obstacle mobile.	26
Figure III.5	Distance entre deux véhicules.	27
Figure III.6	Dépassement d'un véhicule.	27
<b>Chapitre IV</b>		
Figure IV.1	Les éléments du tracé en plan.	32
Figure IV.2	Force centrifuge.	34
Figure IV.3	Courbe de raccordement clothoïde.	37
Figure IV.4	Courbe en S.	39
Figure IV.5	Courbe à sommet.	40
Figure IV.6	Courbe en C.	40
Figure IV.7	Courbe en ove.	40
<b>Chapitre V</b>		
Figure V.1	Elément géométriques du profil en long.	49
Figure V.2	Visibilité sur chaussée bidirectionnelle.	51
Figure V.3	Rayon assurant le confort dynamique.	51
Figure V.4	Rayon assurant visibilité.	52
<b>Chapitre VI</b>		
Figure VI.1	Détail de l'accotement.	60
Figure VI.2	Les éléments constitutifs du profil en travers.	61
Figure VI.3	Profil en travers en remblai.	63
Figure VI.4	Profil en travers en déblai.	63
Figure VI.5	Profil en travers en mixte.	64
Figure VI.6	Profils en travers mixte.	65

Figure VI.7	Profils en travers successifs.	66
Figure VI.8	Profil en long d'un tracé donné.	66
<b>Chapitre VII</b>		
Figure VII.1	Pénétrromètre dynamique.	73
Figure VII.2	Pénétrromètre statique.	74
Figure VII.3	Sondages carottés.	75
Figure VII.4	Courbe granulométrique.	77
Figure VII.5	Limite de liquidité	78
Figure VII.6	Limite de plasticité.	79
Figure VII.7	Eessai équivalent sable.	81
Figure VII.8	Essai du bleu	82
Figure VII.9	Résultat de l'essai du bleu.	82
Figure VII.10	Variantes de l'essai Proctor.	83
Figure VII.11	Appareillage de l'essai Proctor.	83
Figure VII.12	Courbe Proctor.	84
Figure VII.13	Essai CBR	85
Figure VII.14	Machine Los Angeles.	85
Figure VII.15	machine micro deval	86
Figure VII.16	La boîte de cisaillement.	87
Figure VII.17	Essai <b>UU</b> sur un sol fin saturé.	88
Figure VII.18	Essai UU sur un sol fin non saturé à l'état initial.	88
Figure VII.18	Essai <b>CD</b> sur un sol fin.	88
Figure VII.18	Essai œdométrique.	89
<b>Chapitre VIII</b>		
Figure VIII.1	Les différentes catégories de chaussé.	98
Figure VIII.2	Coupe type d'une structure de chaussée souple.	98
Figure VIII.3	Les différentes catégories de chaussé.	99
Figure VIII.4	Structure type d'une chaussé rigide.	99
Figure VIII.5	Structure type d'une chaussée semi-rigide.	100
Figure VIII.6	Constitution d'une structure de chaussée type.	100
Figure VIII.7	Diffusion des charges.	102
Figure VIII.8	Classification du trafic selon le « <b>SETRA</b> »	103
Figure VIII.9	Schéma de la démarche du catalogue.	108
Figure VIII.10	Classes de trafic TPLi ( <b>CTTP</b> ).	109
Figure VIII.11	La structure de la chaussée selon la méthode <b>CBR</b> .	115
Figure VIII.12	Fiche structure grave bitume/grave bitume.	116

Figure VIII.13	La structure de la chaussée selon la méthode C.T.T.P.	117
Figure VIII.14	Vérification de la méthode CBR avec alizé.	119
Figure VIII.15	Vérification de la méthode CTTP avec alizé.	119
Figure VIII.16	La structure finale de la chaussée.	120
<b>Chapitre IX</b>		
Figure IX.1	Les réseaux de canalisation longitudinaux.	124
Figure IX.2	Les ouvrages transversaux.	124
Figure IX.3	Bassin versant.	125
Figure IX.4	Courbes intensité – durée – fréquence.	129
Figure IX.5	Buses.	132
Figure IX.6	Profil en travers hypothétique d'un fossé.	132
Figure IX.7	Dalots.	133
Figure IX.8	Dimensions de fossé.	138
<b>Chapitre X</b>		
Figure X.1	Exemple de l'implantation de panneau.	143
Figure X.2	Exemple de signalisation de danger.	143
Figure X.3	Les panneaux <b>B</b> .	144
Figure X.4	Les panneaux <b>C</b> .	144
Figure X.5	Panonceaux de type <b>M</b> .	144
Figure X.6	Signalisation des bretelles de sorties.	145
Figure X.7	Balise de virage.	145
Figure X.8	ligne continue.	146
Figure X.9	Les lignes axiales.	146
Figure X.10	Les lignes de rive.	147
Figure X.11	Les lignes du discontinues.	148
Figure X.12	Largeur des lignes longitudinales et transversales.	149
Figure X.13	Flèche de rabattement.	150
Figure X.14	flèches directionnelles (de sélection).	150
Figure X.15	Panneau d'indication de direction.	151
Figure X.16	Vitesse limitée à <b>110 km/h</b> .	151
Figure X.17	Accès interdit au véhicule.	151
Figure X.18	Emplacement d'arrêt d'urgence à <b>150 m</b> .	151
Figure X.19	Signalisation horizontale.	152
Figure X.20	Exemple de signalisation de notre projet.	152
Figure X.21	Paramètres de l'implantation des luminaires.	153
Figure X.22	Types des dispositifs agréés.	155

## Liste des symboles

**PK** : point kilomètres

**APD** : avant projet détaillé

**RN** : route nationale

**VB** : vitesse de bas

**TJMA** : le trafic journalier moyen annuel

$\tau$  : taux d'accroissement du trafic (%).

**Teff** : trafic effectif.

**P** : coefficients d'équivalence.

**PL** : poids lourds.

**UVP** : Unités des Véhicules Particuliers.

**Z** : pourcentage de poids lourds (%).

**Q** : Débit de pointe horaire normal.

**Q<sub>adm</sub>** : Débit horaire admissible.

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

**K2** : coefficient de réduction de capacité.

**C<sub>th</sub>**: capacité théorique.

**d<sub>0</sub>**: distance de freinage.

**V<sub>r</sub>** : vitesse de référence.

**i** : la déclivité de la route.

**t<sub>1</sub>** : temps de perception-réaction.

**f<sub>l</sub>**: coefficient de frottement longitudinal.

**d<sub>md</sub>**: distance de visibilité de manœuvre de dépassement.

**d<sub>m</sub>** : distance de visibilité minimale.

**d<sub>n</sub>** : Distance de visibilité normale.

**L<sub>min</sub>** : la longueur d'alignement minimale.

**L<sub>max</sub>** : la longueur d'alignement maximale.

**d** : dévers de la route.

**S** : sur largeur.

**A** : paramètre la de clothoïde.

**$\Delta R$**  : décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage).

**$R_{vmin}$**  : rayon minimal en angle saillant.

**$R'_{vmin}$**  : rayon minimal en angle rentrant.

**TN** : terrain naturel.

**TPC** : terre-plein central.

**BDU** : Bande d'arrêt d'urgence.

**BDG** : Bande dérasée de gauche.

**VR** : volume de remblai total.

**VD** : volume de déblai total.

**Vp** : vitesse de propagation des ondes.

**EM** : module pressiometrique.

**PF** : pression de fluage.

**$\gamma_d$**  : la masse volumique sèche.

**$\omega_{opt}$**  : teneur en eau optimale.

**$\omega$**  : teneur en eau.

**WL** : limite de liquidité.

**WP** : limite de plasticité.

**Ip**: indice de plasticité.

**ES** : équivalence de sable.

**VBS** : valeur de bleu méthylène.

**CBR** : California - Bearing – Ratio

**LA** : coefficient Los Angeles.

**$\phi$**  : angle de frottement interne.

**C** : cohésion.

$\sigma$  : contrainte normale.

**F** : force totale de cisaillement.

**Cc** : indice de compression.

**Cs** : indice de gonflement.

**Cv** : coefficient de consolidation **Cv**.

$\delta'_c$  : contrainte de pré consolidation du sol.

**E<sub>oed</sub>** : module œdométriques.

**BB** : béton bitumineux.

**G.N.T** : grave non traité.

**GB** : grave bitume.

**GT** : grave traité.

**GC** : grave ciment.

**TPL** : trafic poids lourds.

**CW** : chemin de wilaya.

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

$\epsilon_z$  : étant la déformation verticale sur le sol support.

**I<sub>t</sub>** : l'intensité de la pluie.

**IDF** : Intensité-Durée-Fréquence.

**Pj max** : Pluie journalière maximale.

**T<sub>C</sub>** : temps de concentration.

**Qa** : débits d'apports.

**Q<sub>S</sub>** : débit de saturation.

**K<sub>ST</sub>** : coefficient de rugosité.

**J** : pente de l'ouvrage d'évacuation.

**R<sub>H</sub>** : rayon hydraulique.

**S<sub>m</sub>** : section mouillée.

**P<sub>m</sub>** : périmètre mouillée.

## Résumé :

Notre projet de fin d'étude rentre dans le domaine des infrastructures de transport, et en particulier les routes, il s'intitule « Etude la pénétrante autoroutière reliant le port de Djen-Djen à l'autoroute Est-Ouest sur un tronçon de **11.04 km** du **PK 13+000** au **PK 24+040** ».

Le présent projet nous a permis de concilier le social, l'économique et l'environnemental qui traduit directement la notion de développement durable de la région et permettre d'assurer le confort et la sécurité des usagers.

Les études menées dans ce mémoire comptent : le calcul du trafic, une partie détaillée de la géométrie routière grâce au logiciel « **Piste 5** », le dimensionnement du corps de chaussée et l'assainissement routier.

**Mots clés :** Chaussée, Sécurité, Confort, trafic, Géométrie routière, Pénétrante autoroutière.

## الملخص :

مشروع نهاية الدراسة الخاص بنا ينتمي إلى مجال البنية التحتية للنقل، وعلى وجه الخصوص الطرق، وهو بعنوان «دراسة الطريق السريع الذي يربط بين ميناء جن جن والطريق السريع شرق-غرب على مقطع طوله **11.04 كم** من **الكيلومتر 13+000** إلى **الكيلومتر 24 + 040**» .

لقد مكنتنا هذا المشروع من التوفيق بين الجوانب الاجتماعية والاقتصادية، مما يعكس بشكل مباشر فكرة التنمية المستدامة في المنطقة ويساعد على ضمان راحة و سلامة المستخدمين.

تشمل الدراسات التي تم إجراؤها في مذكرة التخرج: دراسة حركة المرور، وجزء مفصل من هندسة لطريق ومعالجتها باستخدام برنامج "**Piste 5**" تحجيم جسم الطريق والصرف الصحي للطريق.

**الكلمات المفتاحية:** القارعة، الأمان، الراحة، المرور، هندسة الطرق، اختراق الطريق السريع.

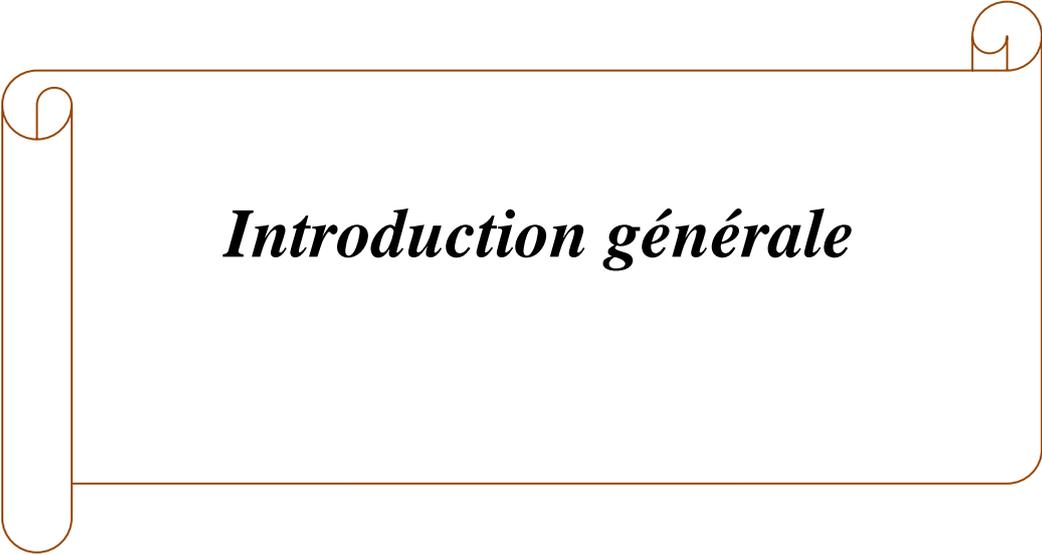
## Abstract:

Our end-of-study project falls into the field of transport infrastructure, and in particular roads, it is entitled « Study of the penetrating motorway connecting the port of Djen-Djen to the East-West motorway on a section of **11.04 km** from **PK 13 + 000** to **PK 24 + 040** ».

This project has enabled us to reconcile the social, economic and environmental aspects, which directly reflects the notion of sustainable development in the region and helps ensure the comfort and safety of users.

The studies carried out in this thesis include: traffic calculation, a detailed part of the road geometry using the "**Piste 5**" software, the dimensioning of the body of the roadway and road remediation.

**Key words:** Roadway, Safety, Comfort, traffic, Road geometry, Motorway penetrating.



# ***Introduction générale***

## INTRODUCTION GENERALE

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.

La liaison autoroutière la plus importante en Algérie est l'autoroute Est-Ouest qui est de **1216 Km**, elle permet de relier la ville d'Annaba à l'extrême Est jusqu'à la ville de Tlemcen à l'extrême Ouest.

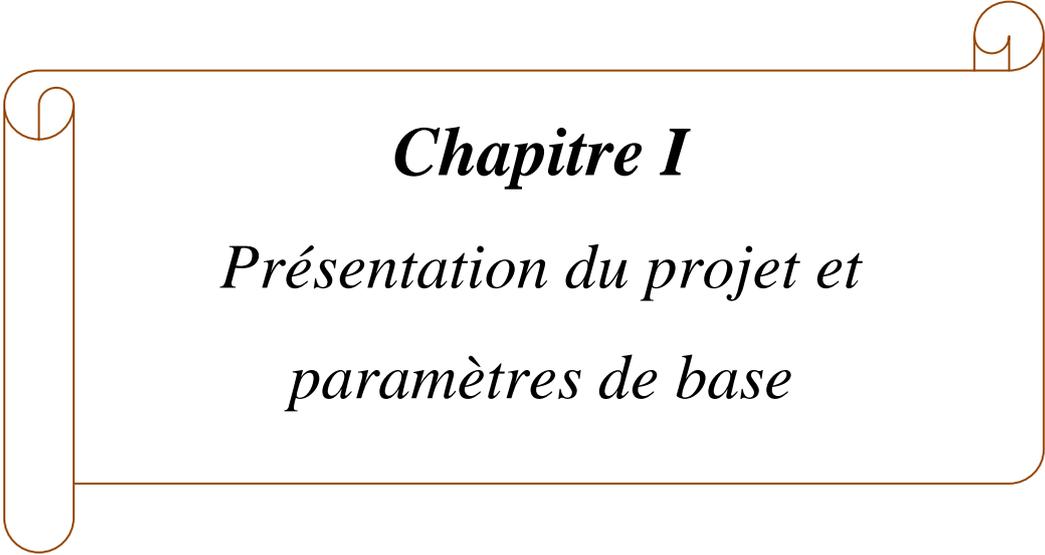
Mais, malheureusement l'autoroute Est Ouest ne passe pas par la wilaya de Jijel, ce qui la rend quelque peu isolée, l'état a décidé à réaliser la pénétrante autoroutière reliant le port de Djen-Djen à l'autoroute est-ouest qui s'étale sur **110 Km**.

Cette pénétrante permettra de réaliser un développement équilibré du territoire national en favorisant le développement économique régional.

Notre sujet de projet de fin d'étude a été proposé par l'Algérienne Des Autoroutes « **ADA** » consiste à faire un tracé routier de la liaison autoroutier reliant le port de Djen-Djen à l'autoroute Est-Ouest sur un tronçon de **11.04 km** (à partir de **PK 13+000** jusqu'à **PK 24+040**) dans la section de la wilaya de Jijel.

C'est étude d'avant-projet détaillé (APD) de la liaison autoroutière reliant le port de Djen-Djen à l'autoroute Est-Ouest comprend :

- Etude de trafic et de la cinématique.
- Etude géométrique et les cubatures de terrassement.
- Etude géotechnique et dimensionnement de la chaussée.
- Etude de l'assainissement.
- Les équipements de la route.

A decorative border in a light brown color, resembling a scroll. It has a vertical bar on the left side with a rounded top and bottom, and a horizontal bar on the top and bottom. The corners are rounded, and there are small scroll-like details at the top right and bottom left corners.

# ***Chapitre I***

*Présentation du projet et  
paramètres de base*

## CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET ET PARAMETRES DE BASE

### I.1 Présentation du projet

#### I.1.1 Introduction

Le développement d'un pays est tributaire de la qualité de ses infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale, pour faciliter les déplacements et assurer les différents 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 le port de Djen-Djen à l'autoroute Est-Ouest au niveau d'El Eulma, wilaya de Sétif.

#### I.1.2 Présentation de la région d'étude

##### I.1.2.1 Présentation de la wilaya

La wilaya de Jijel est située approximativement à **350 Km** au Nord-est de l'Algérie, elle couvre une superficie de **2577 Km<sup>2</sup>**. Elle est limitée par la mer Méditerranée au Nord, la wilayade Bejaïa à l'Ouest, la wilaya de Skikda à l'Est, et au sud par les wilayas de Constantine, Mila et Sétif (**figure I.1**).

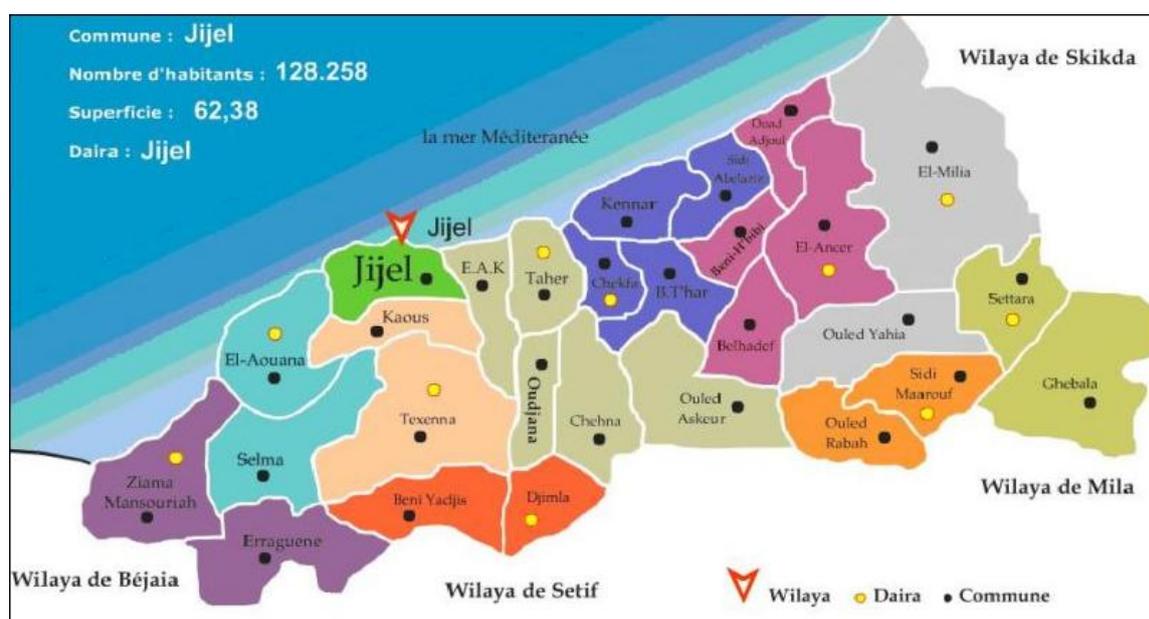


Figure I.1 : Situation géographique de la wilaya de Jijel. [1]

##### I.1.2.2 Climat

La wilaya de Jijel est considérée parmi les régions les plus pluvieuses en Algérie, elle a un climat méditerranéen pluvieux et froid en hiver avec une pluviométrie de l'ordre de **1200 mm/an**, chaud et humide en été ayant une température moyenne de **18.1°C**. [2]

##### I.1.2.3 Les reliefs

La Wilaya de Jijel est caractérisée par des reliefs montagneux avec une altitude moyenne de **600 à 1000 m**, on la devise en deux régions physiques :

**a – Les zones de plaines :**

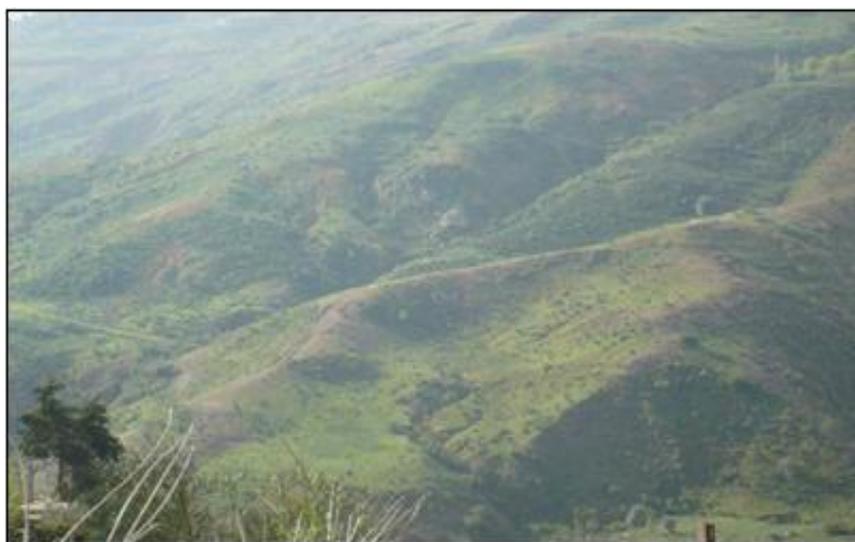
Situées au nord, le long de la bande littorale allant des petites plaines de Jijel, les plaines d'El-Aouana, le bassin de Jijel, les vallées d'Oued Kébir, Oued Boussiaba et les petites plaines d'Oued Zhor.

**b– Les zones de montagnes :**

Elles occupent d'environ **82%** de la surface de wilaya, et elles sont composées de deux groupes:

- **Groupe 1 :** zones moyennes montagnes situées dans la partie littorale et centrale de la wilaya, caractérisée par une couverture végétale très abondante et un réseau hydrographique important.

**Groupe 2 :** zones de montagnes difficiles situées à la limite sud de la wilaya, elles comportent les plus hauts sommets de la wilaya dont les principaux sont : Tamasghida, Tababour, Bouazza et Seddat. [2]



**Figure I.2 : Relief accidenté. [3]**

**I.1.2.4 Contexte géologique**

La wilaya de Jijel se trouve dans la zone dite des massifs métamorphiques kabyle faisant partie des zones hydrogéologique des montagnes plissées du littoral méditerranéen. Elle appartient au domaine de la petite Kabylie qui présente trois massifs anciens: les Babors, le smassifs de Collo et les massifs de l'Edough avec leurs couvertures plissées d'âge Cénozoïque.

Dans la géologie de la région de Jijel, qui fait partie de la petite Kabylie, nous avons un ensemble de terrains sédimentaire d'âge Mésozoïque et Cénozoïque couvrant les terrains métamorphiques, donc la couverture tertiaire repose soit sur le socle Kabyle, soit sur les terrains créacés appartenant à des séries de types flysch. [2]

**I.1.2.5 Population**

La Wilaya de Jijel compte au dernier **RGPH d'Avril 2008** une population de **636.948 habitants**. Au **31/12/2009**, cette population est estimée à **653.272 habitants**, soit un volume additif de **16.324 habitants**. La population de la wilaya se trouve concentrée en grande partie dans le Nord. A titre indicatif, les communes de Jijel, Taher et El-Milia regroupent **297.771 habitants** soit **45,58 %** de la population totale. [2]

### I.1.3 Présentation du projet

#### I.1.3.1 Présentation général de la pénétrante

Le Projet de la pénétrante autoroutière reliant le port de Djen-Djen (**région de Jijel**) à l'autoroute Est-Ouest à la région des hautes plaines de Sétif et d'El Eulma s'étend sur plus de **110 kilomètres**. Le tracé retenu passe à proximité des localités de Taher (Achouat), de Texenna, de Djmila, d'Ain Sebt, de Beni Aziz et de Beni Fouda et se termine à l'échangeur de l'autoroute Est-Ouest au niveau d'El Eulma.

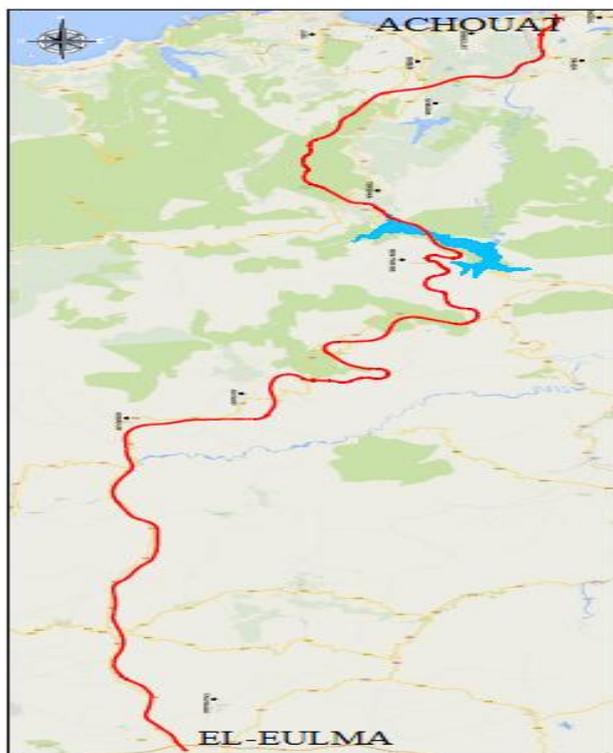


Figure II.3 : Plan de situation de la pénétrante. [3]

#### I.1.3.2 Présentation du tronçon à étudier

Notre projet consiste à étudier un tronçon routier au niveau de kaous et Texanna. Le point de départ de notre tracé se situe au niveau de la route national **77 (RN77)** qui est définie par le **PK13+000** jusqu'au **PK24+040** (figure I.4).

Les principaux ouvrages qui situés dans notre projet :

- Au niveau du **PK16+000** on a conçu un **viaduc (4)** qui permet le franchissement d'oued Beni Amrane (affluent de l'oued Mencha).
- Au niveau du **PK19+400** on a conçu un autre **viaduc (5)** pour franchissement d'oued Beni Amrane (affluent de l'oued Mencha).
- Au niveau du **PK22+700** on a conçu un **viaduc (6)** qui permet le franchissement d'oued Ogla (affluent de l'oued Beni Amrane).



Figure III.4 : Plan de situation du tronçon. [3]

## I.1.4 Objectif de projet

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

- Promouvoir le tourisme de la région de Jijel.
- Relier le port de Djen-Djen avec El Eulma et améliorer l'accessibilité aux zones des activités commerciales.
- Réduire considérablement les temps de parcours en assurant le confort des usagers.
- Assurer la sécurité et diminuer le nombre d'accidents.
- Réaliser le meilleur tracé possible.

## I.2 Paramètre de base

### I.2.1 Introduction

Les paramètres de base représentent les normes géométriques qui ont été la base de l'approfondissement et la discussion détaillée **APD** de notre projet

La conception géométrique proposée dans notre projet est basée principalement sur les normes de l'**ICTAAL 2000** « Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison ».

### I.2.2 Choix du nombre de voies

En section courante, le nombre de voies par sens varie de **deux à quatre**.

Le débit horaire de la voie la plus chargée ne doit pas dépasser le débit de saturation, estimé à **1800 uvp/h**, sauf éventuellement dans le cas d'un trafic de pointe occasionnel ou particulièrement saisonnier, si cela conduit à l'économie d'une voie supplémentaire peu utilisée entre-temps. [4]

### I.2.3 Environnement de la route

L'environnement par définition est l'état actuel du relief, trois classes d'environnements (**E1**, **E2**, **E3**) ont été proposées dans le rapport **B40** du ministère des travaux publics. Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classed'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne au kilomètre H/L.
- La sinuosité  $\sigma$ .

**Tableau I.1** : Environnement de la route. [5]

<b>Sinuosité</b> <b>Relief</b>	<b>Faible</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Forte</b>
<b>Plat</b>	E1	E2	
<b>Vallonné</b>	E2	E2	E3
<b>Montagneux</b>		<u>E3</u>	

#### I.2.3.1 Dénivelée cumulée moyenne

La dénivelée cumulée total 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 (classe du relief).

$$\frac{H}{L} = \frac{H_1 + H_2}{L}$$

$$H_1 = \sum P_i \times L_i \quad (P_i > 0) \rightarrow \text{sens +}$$

$$H_2 = \sum P_i \times L_i \quad (P_i < 0) \rightarrow \text{sens -}$$

$$H = H_1 + H_2$$

$$L = \sum L_i$$

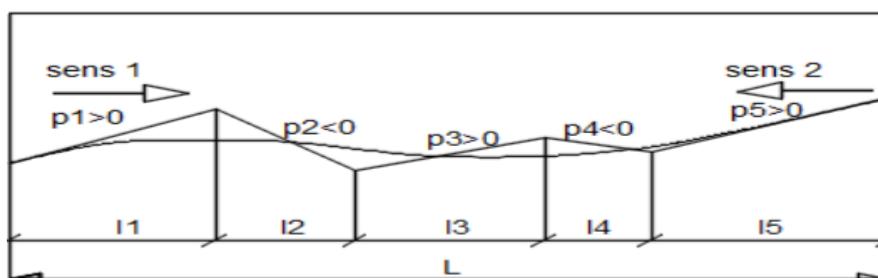
Avec:

H : dénivelé cumulée.

L : est la longueur de l'itinéraire.

**Tableau I.2** : Classification du relief en fonction de la dénivelée cumulée moyenne. [5]

<b>N° de code</b>	<b>Classification du terrain</b>	<b>Dénivelée cumulée moyenne</b>
<b>1</b>	<b>Terrain plat</b>	$H/L < 1.5 \%$
<b>2</b>	<b>Terrain vallonné</b>	$1.5 \% < H/L < 4 \%$
<b>3</b>	<b><u>Terrain montagneux</u></b>	$H/L > 4 \%$



**Figure I.5** : Dénivelée cumulée moyenne.

### I.2.3.2 Sinuosité moyenne

La sinuosité moyenne  $\sigma$  est le rapport de la longueur sinueuse sur la longueur total de l'itinéraire. La longueur sinueuse est la somme des courbes en plan de rayons inférieur ou égaux à **200 m**.

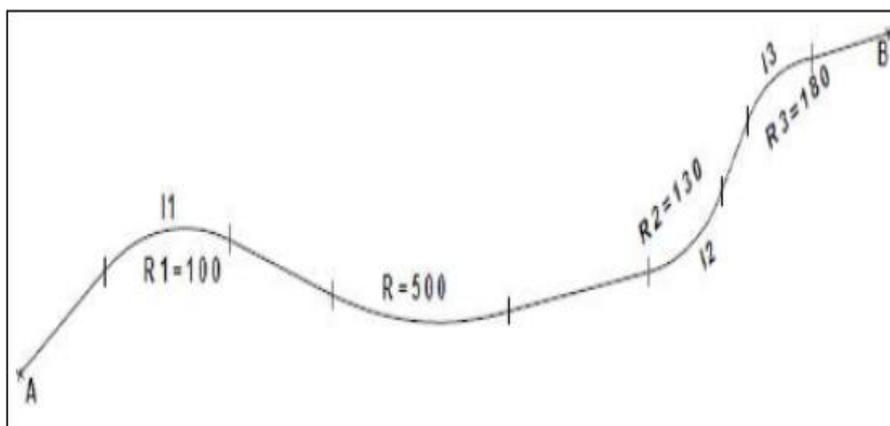


Figure IV.6 : Sinuosité moyenne.

$$\sigma = \frac{\sum L_s}{L}$$

$$L_s = \sum L_R \quad (R = 200 \text{ m})$$

Avec :

$L_s$  : est la longueur cumulée des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200m.

$L$  : longueur totale de l'itinéraire.

Tableau I.3 : Classification de la sinuosité moyenne. [5]

N° de code	Sinuosité moyenne	Classification de la sinuosité
1	$\sigma \leq 0.1$	Sinuosité Faible
2	$0.1 < \sigma \leq 0.3$	Sinuosité Moyenne
3	$\sigma > 0.3$	<u>Sinuosité Forte</u>

### I.2.4 Catégorie de la route

Les autoroutes ou sections d'autoroute sont classées en deux catégories se distinguant par le niveau de leurs caractéristiques de tracé en plan et de profil en long. Le choix de la catégorie résulte de l'environnement (relief, occupation du sol...) dans lequel s'inscrit l'autoroute et doit être cohérent avec la perception qu'en aura l'utilisateur. [4]

On distingue :

#### I.2.4.1 La catégorie L1

Appropriée en région de plaine ou vallonnée où les contraintes de relief sont modérées, la vitesse maximale autorisée pour cette catégorie est de **130 km/h**. [4]

### I.2.4.2 La catégorie L2

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 **110 km/h**.

Une section d'autoroute franchissant un site de relief est à considérer comme "hors catégorie" et bénéficie de règles particulières.

L'adaptation de l'autoroute au **site de relief particulièrement difficile** s'inscrit implique une diminution globale du niveau de service. A ce titre, la vitesse maximale autorisée appropriée à une section en relief difficile est de **90 km/h**. [4]

### I.2.5 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.

**Tableau I.4 : Vitesse de référence. [3]**

Catégorie de la route	Vitesse de référence
<b>L1</b>	130 km/h
<b>L2</b>	110 km/h
<b>L2 (site de relief difficile)</b>	90 km/h

Le choix de la vitesse de référence joue un rôle très important sur le cout du projet, elle dépend de :

- Type de la route.
- L'importance et le genre de trafic.
- La topographie.
- Les conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

**Tableau I.5 : Paramètre géométrique du projet. [4]**

Désignation des paramètres	Symbole unité	Catégorie		
		L1	L2	L2 (90)
<b>Vitesse maximale</b>	V(Km/h)	130	110	90
<b>Trace en plan</b>				
<b>Rayon minimum absolu</b>	Rm (m)	600	400	240
<b>Rayon minimum non déversée</b>	Rnd (m)	1000	650	/
<b>Longueur minimum de clothoïde</b>	Ls (m)	Max (14 Δδ ;R/9)	Max (14 Δδ ;R/9)	Max 8.5 Δδ
<b>Profil en long</b>				
<b>Déclivité maximum</b>	P(%)	5	6	6
<b>Déclivité minimum</b>	P(%)	0.2	0.2	0.2

<b>Rayon minimal de raccordement convexe</b>	Rv (m)	12500	6000	2700
<b>Rayon minimal de raccordement concave</b>	Rv (m)	4200	3000	1900
<b>Profil en travers</b>				
<b>Nombre de voie de chaque chaussée</b>	N	2 à 4	2 à 4	2 à 4
<b>Largeur de voie</b>	L(m)	3.5	3.5	3.5
<b>Dévers minimum</b>	d(%)	2.5	2.5	2.5
<b>Dévers maximum</b>	d(%)	7	7	-----

## **I.2.6 Application au projet**

### **I.2.6.1 Catégorie de la route**

D'après l'ICTAAL notre projet est de catégorie **L2 (site de relief difficile)**.

### **I.2.6.2 Vitesse de référence**

D'après l'ICTAAL La vitesse de référence de notre projet est **90km/h**.

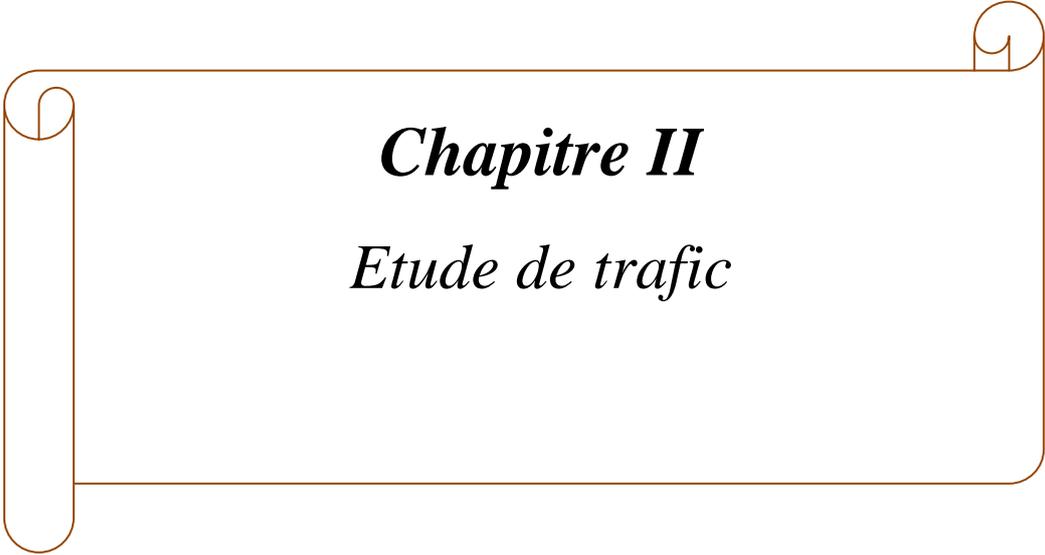
### **I.2.6.3 Environnement de la route**

D'après les résultats de l'ADA, notre projet contient un relief montagneux et la sinuosité forte, donc nous sommes dans un environnement **E3**.

{ Sinuosité Forte  
 { Terrain montagneux → Environnement E3

## **I.2.7 Conclusion**

On résume que nous sommes dans un environnement **E3**, catégorie **L2** et la vitesse de référence est **90 km/h**.

A decorative border in a light brown color, resembling a scroll. It has a vertical bar on the left side with a rounded top and bottom, and a horizontal bar on the top and bottom. The corners are rounded, and there are small circular motifs at the top-left and top-right corners, suggesting the scroll is unrolled.

***Chapitre II***  
*Etude de trafic*

## CHAPITRE II : ETUDE DE TRAFIC

### II.1 Introduction

L'étude de trafic est un élément essentiel sur le développement des infrastructures de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voies jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

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

### II.2 Analyse du trafic

Tout projet d'étude d'infrastructure routière doit impérativement contenir une évaluation et une analyse précise de trafic supporté.

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. [6]

#### II.2.1 La mesure des trafics

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

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

#### II.2.2 Les Comptages

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

- a. Les comptages automatiques.
- b. Les comptages manuels. [6]

##### II.2.2.1 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. [6]

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires :

- a. **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. [6]
  - b. **Les comptages temporaires:** s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant. [6]
- **L'inconvénient de cette méthode** : est que tous le matériel de comptage actuellement utilisé ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds. [6]

### **II.2.2.2 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). [6]

### **II.2.3 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 diverse 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 :

#### **II.2.3.1 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. [6]

#### **II.2.3.2 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. [6]

#### **II.2.3.3 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. [6]

#### **II.2.3.4 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 un agglomération.[6]

## **II.3 Différents types du trafic**

Il existe quatre (04) types de trafics :

### **II.3.1 Trafic normal**

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet. [7]

### **II.3.2 Trafic dévié**

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autre terme la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point.

### **II.3.3 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 une facilitée apportée par le nouvel aménagement routier. [7]

### **II.3.4 Trafic total**

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

## **II.4 Modèles de présentation de trafic**

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic, et de ses conséquences sur l'activité humains.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont : [6]

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

### **II.4.1 Prolongation de l'évolution passée**

Cette méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel. Le trafic  $T_n$  à l'année n sera:

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

Avec :

$T_0$  : le trafic de l'année d'origine.

$T_n$  : le trafic à l'arrivée.

$\tau$  : le taux d'accroissement annuel du trafic (%).

n : nombre d'année.

### **II.4.2 Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques**

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

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

### II.4.3 Modèle gravitaire

Le modèle gravitaire est destiné à formaliser, à étudier et à prévoir la géographie des flux et des interactions. La répartition des interactions dans un ensemble de lieux dépend de leur configuration. De même, dans un espace de circulation relativement homogène, les échanges entre deux régions ou deux villes seront d'autant plus importants que le poids des villes ou des régions est grand et d'autant plus faibles qu'elles seront éloignées, des expressions plus raffinées du modèle sont utilisées pour la prévision des besoins en infrastructures de transport.

### II.4.4 Modèle de facteur de croissance

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine – destination. La méthode la plus utilisée est celle de **FRATAR** qui prend en considération les facteurs suivants :

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

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

## II.5 Calcul de la capacité de trafic

### II.5.1 Définition de la capacité de trafic

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. [5]

La capacité dépend :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Du 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 de la section considérée (nombre et largeur de voies).

### II.5.2 Calcul du (TJMA) horizon

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est : [5]

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

Avec :

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

$TJMA_0$  : le trafic à l'année de référence.

$n$  : nombre d'année d'exploitation.

$\tau$  : taux d'accroissement du trafic (%).

### II.5.3 Calcul du trafic effectif

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particuliers (uvp) en fonction de type de route et de l'environnement (en site plat, vallonné, ou montagneux). Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence (**P**) pour convertir les poids lourds (**PL**) en unités des véhicules particuliers (uvp).

Le trafic effectif ( $T_{\text{eff}}$ ) donné par la relation suivant : [5]

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

Avec:

$T_{\text{eff}}$  : trafic effectif à l' horizon en (uvp/J).

Z : pourcentage de poids lourds (%).

P : coefficient t d' équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

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

**Tableau II.1 : Coefficient d'équivalence "P"**

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

### II.5.4 Débit de pointe horaire normal

Le débit de pointe horaire normal (**Q**) est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule : [5]

$$Q = \left( \frac{1}{n} \right) \times T_{\text{eff}}$$

Avec:

Q : débit de pointe horaire, en unité vhcule particlier (uvp).

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

$T_{\text{eff}}$  : trafic effectif.

### II.5.5 Débit horaire admissible

Le débit horaire maximal ( $Q_{\text{adm}}$ ) exprimé en (uvp/h), et le nombre des véhicules tolérés pendant une heure pouvant passer en un point donné, il est déterminé par la formule suivant: [5]

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

Avec:

$K_1$  : coefficient t lié à l' environnement.

$K_2$  : coefficient t de réduction de capacité.

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

**Tableau II.2 : Valeur de  $K_1$ . [5]**

Environnement	E1	E2	E3
$K_1$	0.75	0.85	0.90 à 0.95

**Tableau II.3 : Valeur de  $K_2$ . [5]**

Environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

**Tableau II.4: valeur de la capacité théorique " $C_{th}$ ".[5]**

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

## II.5.6 Détermination de nombre de voies

### II.5.6.1 Chaussée bidirectionnelle

On compare le débit de pointe horaire  $Q$  à  $Q_{adm}$  et on prend le profil permettant d'avoir : [5]

$$Q_{adm} \geq Q$$

### II.5.6.2 Chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport : [5]

$$N = \frac{S \times Q}{Q_{adm}}$$

Avec:

N : Nombre de voies de la chaussée ( le nombre entier le plus proche du rapport).

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

$Q_{adm}$  : débit admissible par voie.

## II.6 Application au projet

### II.6.1 Les données du trafic

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

- Le trafic à l'année 2010 :  $TJMA_{2010} = 6560 \text{ v/j (1 sens)}$ .
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 4 \%$

- La vitesse de base sur le tracé  $V_B = 90 \text{ km/h}$ .
- Le pourcentage de poids lourds  $Z=35\%$
- L'année de mise en service sera en **2022**.
- La durée de vie estimée à **20 ans**.

### II.6.2 Calcul de trafic de l'année de mise en service (2022)

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

Avec:

$TJMA_h$  : trafic à l'horizon (année de mise en service 2022).

$TJMA_0$  : le trafic à l'année de référence (2010). [ $TJMA_0 \equiv TJMA_{2010}$ ]

$$TJMA_{2022} = TJMA_{2010} \times (1 + \tau)^n$$

$$TJMA_{2022} = 6560 \times (1 + 0.04)^{12}$$

$$\rightarrow TJMA_{2022} = 10503 \text{ V/J/sens}$$

### II.6.3 Calcul de trafic à l'année horizon (2042)

Trafic à l'année **2042** pour une durée de vie **20** ans :

$$TJMA_{2042} = TJMA_{2022} \times (1 + \tau)^n$$

$$TJMA_{2042} = 10503 \times (1 + 0.04)^{20}$$

$$\rightarrow TJMA_{2042} = 23013 \text{ V/J/sens}$$

### II.6.4 Calcul de trafic effectif

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

$$\text{On à : } \begin{cases} \text{Route à bonne caractéristique} \\ \text{Environnement E3.} \end{cases} \Rightarrow P = 8$$

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + P.Z] \times TJMA_{2042}$$

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.35) + 8 \times 0.35] \times 23013$$

$$\rightarrow T_{\text{eff}} (2042) = 79395 \text{ uvp/h.}$$

### II.6.5 Calcul du débit de pointe horaire normale

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{\text{eff}}$$

$$Q = 0.12 \times 79395$$

$$\rightarrow Q_{2042} = 9527 \text{ uvp/h.}$$

### II.6.6 Calcul de débit horaire admissible

On à :

$$\begin{cases} \text{Catégorie L}_2. \\ \text{Environnement E}_3. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K_1 : \text{coefficient t correcteur pris égal à 0.95} \\ K_2 : \text{coefficient t correcteur pris égal à 0.95} \end{cases}$$

$C_{th}$  : capacité théorique

d'après le B40 pour: l'environnement : E3

catégorie : L2

chaussée à 3 voies.

$$\rightarrow C_{th} = 3200 \text{ uvp/h}$$

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

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

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

### II.6.7 Calcul du nombre de voies

$$N = \frac{S \times Q}{Q_{adm}} \quad \text{Avec : } S = 2/3$$

$$N = \left( \frac{\frac{2}{3} \times 9527}{2888} \right) = 2.19$$

$N = 3$  voie /sens.

### II.6.8 Calcul de l'année de saturation

On détermine la durée de vie avant saturation par la formule suivante :

$$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2022}$$

$$\text{Avec : } Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm}$$

$$T_{eff} (2022) = [(1 - Z) + PZ] \times TJMA_{2022}$$

$$T_{eff} (2022) = [(1 - 0.35) + 8 \times 0.35] \times 10503$$

$$\rightarrow T_{eff} (2022) = 36235 \text{ uvp/j}$$

$$Q_{2022} = \left( \frac{1}{n} \right) \times T_{eff} (2022)$$

$$Q_{2022} = 0.12 \times 36235$$

$$\rightarrow Q_{2022} = 4348 \text{ uvp/h}$$

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

$$Q_{saturation} = 4 \times 2888$$

$$\rightarrow Q_{saturation} = 11552 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2022}$$

$$\rightarrow n = \frac{\log\left(\frac{Q_{saturation}}{Q_{2022}}\right)}{\log(1 + \tau)}$$

$$\rightarrow n = \frac{\log\left(\frac{11552}{4348}\right)}{\log(1+0.04)} = 24.91 \Rightarrow n = 25 \text{ ans}$$

D'où notre route sera saturée **25 ans** après la mise en service donc l'année de saturation est : **2047**. (Année de saturation = n + année de mise en service = 25 + 2022 = 2047).

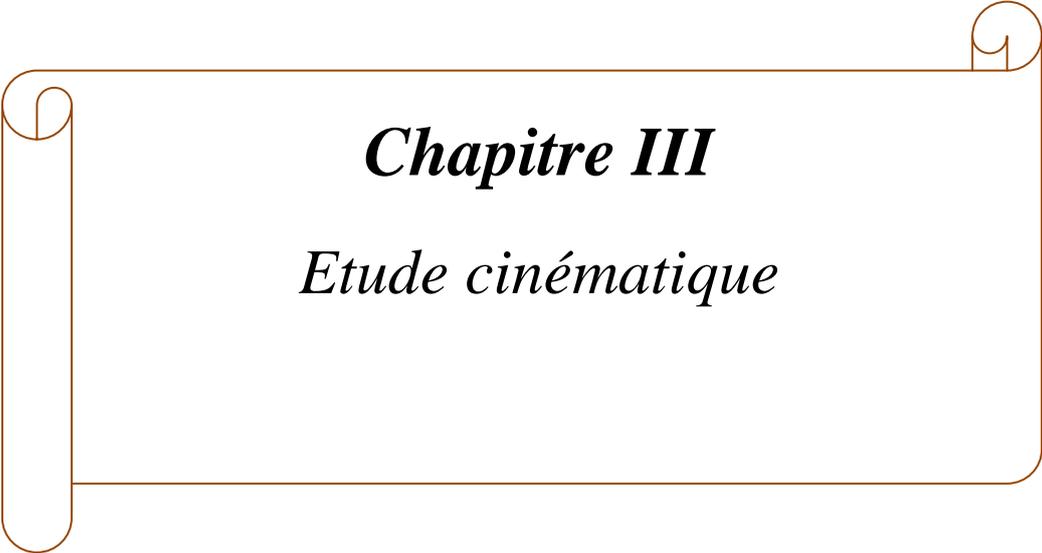
Les résultats des calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau II.6** : Représentation des résultats obtenus.

TJMA <sub>2010</sub> (v/j)	TJMA <sub>2022</sub> (v/j)	TJMA <sub>2042</sub> (v/j)	T <sub>eff 2042</sub> (uvp/j)	Q <sub>2042</sub> (uvp/h)	Nombre de voie par sens (N)
<b>6560</b>	<b>10503</b>	<b>23013</b>	<b>79395</b>	<b>9527</b>	<b>3</b>

## II.7 Conclusion

D'après les calculs précédents, on a conclu 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 **3 m**.



***Chapitre III***  
*Etude cinématique*

## CHAPITRE III : ETUDE CINEMATIQUE

### III.1 Introduction

Les paramètres fondamentaux d'un projet routier sont déterminés en fonction de sa référence, sa catégorie et son environnement.

L'étude cinématique permet de la sécurité de conducteur on doit donner en cas de freinage d'urgence une distance de visibilité suffisante qui lui permettra de freiner sans qu'il ait un risque.

Les niveaux élevés de sécurité et de confort impliquent de bonnes conditions de visibilité permettant au conducteur d'anticiper les événements survenant sur l'autoroute.

### III.2 Distance de freinage

La distance de freinage  $d_0$  est la distance parcourue pendant l'action de freinage pour annuler la vitesse dans la condition conventionnelle de la chaussée mouillée, et la distance de freinage est le paramètre fondamental pour déterminer les distances de visibilité dans les virages en plan et dans les courbes verticales du profil en long.

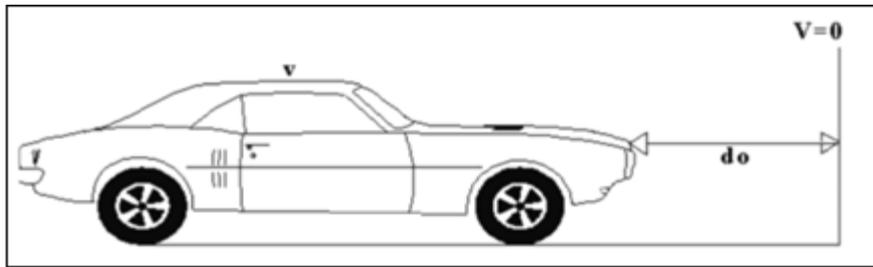


Figure III.1 : Distance de freinage.

La formule de la distance de freinage : [5]

\* pour la déclivité ( $i = 0$ ) :

En palier (En l'alignement) :

$$d_0 = \frac{V_r^2 (m/s)}{2 \times g \times f_1} \rightarrow d_0 = \frac{V_r^2 (km/h)}{260 \times f_1}$$

\* pour la déclivité ( $i \neq 0$ ) :

En rampe (montée) :

$$d_0 = \frac{V_r^2 (m/s)}{2 \times g \times (f_1 + i)} \rightarrow d_0 = \frac{V_r^2 (km/h)}{260(f_1 + i)}$$

En pente (descente) :

$$d_0 = \frac{V_r^2 (m/s)}{2 \times g \times (f_1 - i)} \rightarrow d_0 = \frac{V_r^2 (km/h)}{260(f_1 - i)}$$

Avec :

$f_1$  : coefficient de frottement longitudinal.

$V_r$  : vitesse de référence (Km/h).

$g$  : La force de gravité ( $m/s^2$ ).

$i$  : déclivité de la route (%).

Le coefficient de frottement longitudinal  $f_1$  varie avec l'état des pneus et l'état de la chaussée, comme il peut varier avec l'environnement **E** et la catégorie **C**.

**Tableau III.1** : Coefficient de frottement longitudinal  $f_t$ . [5]

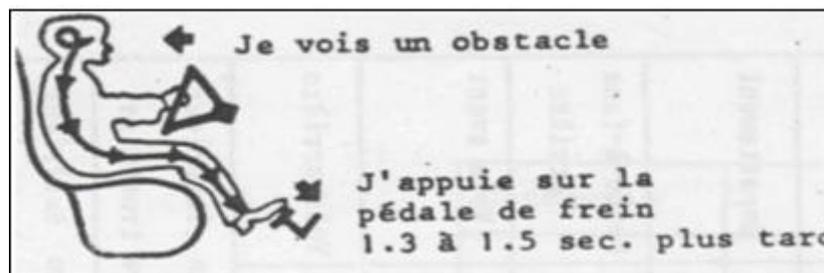
Catégorie Environnement	Catégorie				
	C1	C2	C3	C4	C5
E1	0.33	0.33	0.36	0.40	0.43
E2	0.36	0.36	0.40	0.43	0.46
E3	<u>0.39</u>	0.39	0.43	0.46	0.49

### III.3 Distance d'arrêt

#### III.3.1 Temps de perception-réaction

Avant le freinage à l'apparition d'un obstacle, il s'écoule un certain temps  $t_1$  pendant lequel le conducteur :

- Perçoit l'existence de l'obstacle c'est à dire, il prend conscience de cette apparition, et de la nécessité de freiner au maximum.
- Réagit en actionnant ses freins (porte ses pieds sur la pédale de frein).



**Figure III.2** : Temps de perception-réaction.

De nombreuses études faites sur le comportement des conducteurs, ont montré que le temps de perception et de réaction est en moyenne : [5]

Dans une attention concentrée :

$$\begin{cases} t_1 = 1.2 \text{ s} & \text{pour un obstacle imprévisible} \\ t_1 = 0.6 \text{ s} & \text{pour un obstacle prévisible} \end{cases}$$

En moyenne on peut prendre **0.9 s**, mais en pratique on prend toujours : [5]

$$\begin{cases} t_1 = 2 \text{ s} & \text{pour des vitesses} < 100 \text{ Km/h} \\ t_1 = 1.8 \text{ s} & \text{pour des vitesses} \geq 100 \text{ Km/h} \end{cases}$$

Donc la distance parcourue pendant le temps de réaction et de perception est :

$$d = V.t_1$$

Avec :

$t_1$  : temps de perception – réaction (s).

$d$  : distance de réaction (m).

$V$  : vitesse de référence (m/s).

### III.3.2 Distance d'arrêt en alignement droit

La distance de visibilité d'arrêt est la distance nécessaire à l'arrêt d'un véhicule à l'approche d'un obstacle éventuel. Cette distance est la somme de deux distances.

#### a. Obstacle immobile

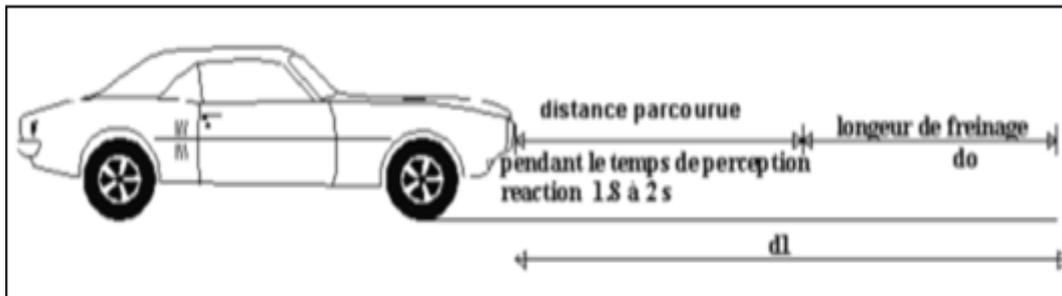


Figure III.3 : Obstacle immobile.

La distance d'arrêt  $d_1$  est égale à la somme de :

- La distance de freinage  $d_0$  déterminée précédemment.
- La distance parcourue pendant le temps de perception-réaction.

$$d_1 = d_0 + \frac{V}{3.6} \times t_1$$

Avec :

$t_1$  : temps de perception – réaction (s).

$d_0$  : distance de freinage (m).

$V$  : vitesse de référence (km/h).

Donc on aura :

$$d_1 = \frac{V^2}{260 \times f_1} + 0.50 \times V \rightarrow \text{Pour } V \geq 100 \text{ km/h}$$

$$d_1 = \frac{V^2}{260 \times f_1} + 0.55 \times V \rightarrow \text{Pour } V < 100 \text{ km/h}$$

#### b. Obstacle mobile

$$\begin{cases} d_1 = \frac{V_1^2}{260 \times f_1} + 0.50 \times V_1 + \frac{V_2^2}{260 \times f_1} + 0.50 \times V_2 \rightarrow \text{Pour } V \geq 100 \text{ km/h} \\ d_1 = \frac{V_1^2}{260 \times f_1} + 0.55 \times V_1 + \frac{V_2^2}{260 \times f_1} + 0.55 \times V_2 \rightarrow \text{Pour } V < 100 \text{ km/h} \end{cases}$$

- Si :  $V_1 = V_2 = V$

On à :

$$\left\{ \begin{array}{l} d_1 = \frac{V^2}{130 \times f_1} + V \rightarrow \text{Pour } V \geq 100 \text{ km/h} \\ d_1 = \frac{V^2}{130 \times f_1} + 1.1 \times V \rightarrow \text{Pour } V < 100 \text{ km/h} \end{array} \right.$$

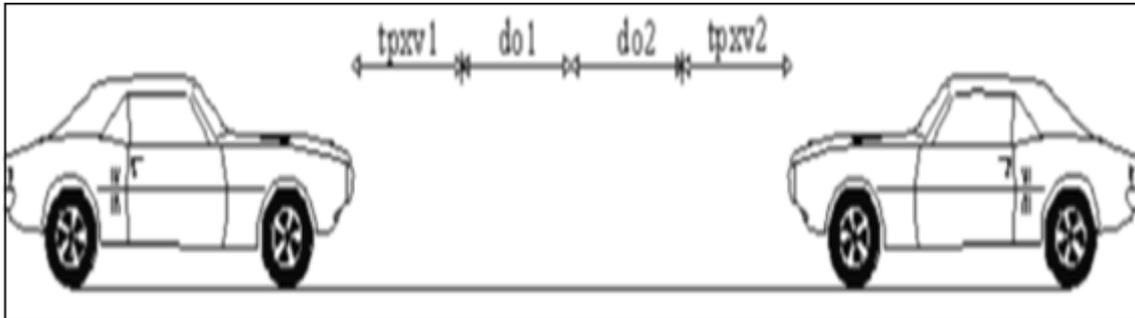


Figure III.4 : Obstacle mobile.

### III.3.3 Distance d'arrêt en déclivité

#### a. Obstacle immobile

$$\left\{ \begin{array}{l} d_1 = \frac{V^2}{260 \times (f_1 \pm i)} + 0.50 \times V \rightarrow \text{Pour } V \geq 100 \text{ km/h} \\ d_1 = \frac{V^2}{260 \times (f_1 \pm i)} + 0.55 \times V \rightarrow \text{Pour } V < 100 \text{ km/h} \end{array} \right.$$

#### b. Obstacle mobile

$$\left\{ \begin{array}{l} d_1 = \frac{V_1^2}{260 \times (f_1 \pm i)} + 0.50 \times V_1 + \frac{V_2^2}{260 \times (f_1 \pm i)} + 0.50 \times V_2 \rightarrow \text{Pour } V \geq 100 \text{ km/h} \\ d_1 = \frac{V_1^2}{260 \times (f_1 \pm i)} + 0.55 \times V_1 + \frac{V_2^2}{260 \times (f_1 \pm i)} + 0.55 \times V_2 \rightarrow \text{Pour } V < 100 \text{ km/h} \end{array} \right.$$

- Si :  $V_1 = V_2 = V$

On a :

$$\left\{ \begin{array}{l} d_1 = \frac{V^2}{130 \times (f_1 \pm i)} + V \rightarrow \text{Pour } V \geq 100 \text{ km/h} \\ d_1 = \frac{V^2}{130 \times (f_1 \pm i)} + 1.1 \times V \rightarrow \text{Pour } V < 100 \text{ km/h} \end{array} \right.$$

### III.3.4 Distance d'arrêt en courbe

En virage on doit majorer la distance d'arrêt de **25%**, parce que dans les courbes on doit freiner moins énergiquement.

$$\begin{cases} d_2 = d_1 + 0.25 \times d_0 \rightarrow \text{Si } R \geq 5V \\ d_2 = d_1 + 0.25 \times d_0 \rightarrow \text{Si } R < 5V \end{cases}$$

$$\begin{cases} d_2 = d_0 + 0.50 \times V + 0.25 \times d_0 \rightarrow \text{pour } V \geq 100 \text{ km/h} \\ d_2 = d_0 + 0.55 \times V + 0.25 \times d_0 \rightarrow \text{pour } V < 100 \text{ km/h} \end{cases}$$

$$\begin{cases} d_2 = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times V \rightarrow \text{pour } V \geq 100 \text{ km/h} \\ d_2 = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V \rightarrow \text{pour } V < 100 \text{ km/h} \end{cases}$$

Avec :

- $d_2$  : distance d'arrêt en courbe (m).
- $d_1$  : distance d'arrêt en alignement droit (m).
- $d_0$  : distance de freinage (m).

### III.4 Mouvement des véhicules groupes

#### III.4.1 Espacement entre deux véhicules (d)

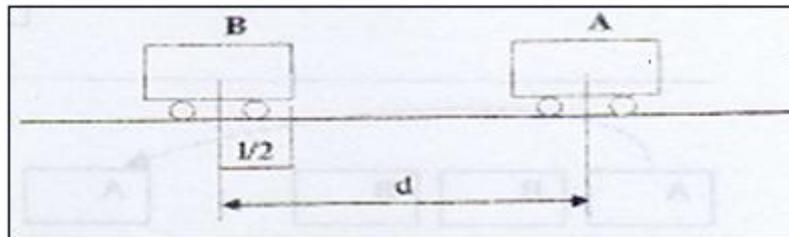


Figure III.5 : Distance entre deux véhicules.

C'est la distance de sécurité entre deux véhicules. C'est l'espace nécessaire entre deux véhicules circulant dans le même sens, sur la même voie et la même vitesse. [5]

Théoriquement, il correspond à :  $d = v \cdot t_1 + l$

Avec :  $t_1 = 0,75 \text{ sec}$  (circulation en attention concentrée).

En réalité, des études expérimentales ont donné, compte-tenu des différences de comportement dans le freinage des deux véhicules :  $d = 8 + 0,2 V + 0,003 V^2$

#### III.4.2 Distance de visibilité de dépassement :

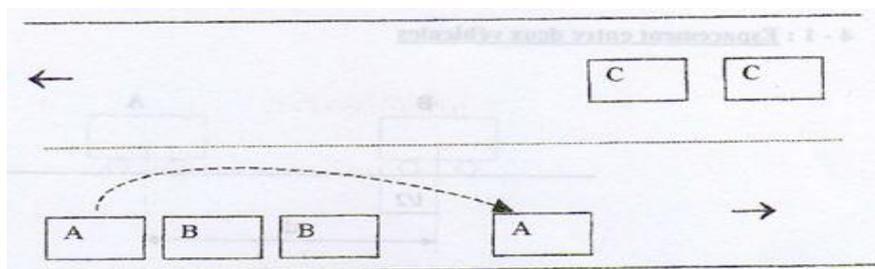


Figure III.6 : Dépassement d'un véhicule.

Cette distance est la longueur parcourue par le véhicule dépassant à la vitesse  $V$ , pendant la durée nécessaire pour exécuter le dépassement. Elle doit être telle que si un véhicule apparaît en sens inverse du véhicule dépassant à l'instant où celui-ci amorce sa manœuvre, il ne croise celui-ci qu'après la fin de la manœuvre.

Elle est égale à : distance nécessaire pour exécuter un dépassement augmentée de celle parcourue pendant la durée  $t$  du dépassement par le véhicule venant en sens inverse. [5]

$$d = V_1.t + V_3.t$$

Avec :

$V_1$  : vitesse du véhicule dépassant.

$V_3$  : vitesse du véhicule en sens inverse.

On suppose dans les calculs:  $V_1 = V_3 \Rightarrow d = 2V.t$

La réglementation basée sur des constatations empiriques donne comme durée nécessaire pour exécuter un dépassement : [5]

- un dépassement court : 7,2 sec pour  $V \leq 90$  Km/h  
9,0 secs pour  $V = 140$  Km/h
- un dépassement normal : 10,8 sec pour  $V \leq 90$  Km/h  
12,8 secs pour  $V = 140$  Km/h

Ces durées conduisent à deux distances de visibilité de dépassement : [5]

- Distance de visibilité minimale :  $d_d$  ou  $d_m$
- Distance de visibilité normale :  $d_D$  ou  $d_N$

### III.4.3 Distance de visibilité de manœuvre de dépassement ( $d_{Md}$ )

C'est la distance de visibilité permettant la sécurité au véhicule dépassant d'abandonner en freinant ou de poursuivre en accélérant une manœuvre de dépassement amorcée dans l'hypothèse où le véhicule adverse freine.

La distance de manœuvre de dépassement sert à calculer le rayon minimal de courbure du profil en long au sommet, Elle est égale :

- Distance parcourue par le véhicule dépassant pendant la manœuvre d'accélération (ou de décélération) ainsi que le rabattement.
- Augmentée de la distance parcourue par le véhicule adverse pendant le même intervalle de temps. [5]

## III.5 Application au projet

### III.5.1 Distance de freinage

$f_1 = 0.39$  (coefficient de frottement longitudinal)

$$d_0 = \frac{V_r^2 (km/h)}{260 \times f_1}$$

$$d_0 = \frac{(90)^2}{260 \times 0.39} = 79.88 \text{ m}$$

$$d_0 = 80 \text{ m}$$

### III.5.2 Distance d'arrêt

$t_1 = 2 \text{ s}$  pour des vitesses  $< 100$  Km/h

$$d_1 = d_0 + \frac{V}{3.6} \times t_1$$

$$d_1 = 80 + \frac{90}{3.6} \times 2$$

$$d_1 = 130 \text{ m}$$

### III.5.3 Distance de visibilité de dépassement minimale

$$t = 7.2 \text{ s} \quad \text{pour } V_r \leq 90 \text{ Km/h}$$

$$dm = \frac{2 \times V_r \times t}{3.6}$$

$$dm = \frac{2 \times 90 \times 7.2}{3.6}$$

$$dm = 360 \text{ m}$$

### III.5.4 Distance de visibilité de dépassement normal

$$t = 10.8 \text{ s} \quad \text{pour } V_r \leq 90 \text{ Km/h}$$

$$dn = \frac{2 \times V_r \times t}{3.6}$$

$$dn = \frac{2 \times 90 \times 10.8}{3.6}$$

$$dn = 540 \text{ m}$$

Tableau III.2 : Les résultats de calcul.

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	90
Temps de perception réaction (s)	t <sub>1</sub>	1.8
Frottement longitudinal	f <sub>l</sub>	0.39
Frottement transversal	f <sub>t</sub>	0.13
Distance de freinage (m)	d <sub>0</sub>	80
Distance d'arrêt (m)	d <sub>1</sub>	130
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	dm	360
Distance de visibilité de dépassement normal (m)	dn	540

A decorative border in a light brown color, resembling a scroll. It has a vertical strip on the left side that is wider at the top and bottom, with rounded ends. The top and bottom edges of the main rectangular area are also rounded. The right side of the border has a small, decorative scroll-like element at the top.

***Chapitre IV***

*Tracé en plan*

## CHAPITRE IV : TRACE EN PLAN

### IV.1 Définition

Le tracé en situation ou en plan ou encore tracé horizontal représente la projection verticale sur un plan horizontal de tous les points de cette route dans l'espace, ce plan est en général une carte topographique ou un plan de situation ou le relief du terrain qui est représenté par les courbes de niveau.

Il est constitué en général par 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 à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer de bonne sécurité.

### IV.2 Règles à respecter dans le tracé en plan

Lors de la conception d'un tracé en plan, il est recommandé de respecter les normes techniques d'aménagement des routes (ICTAAL).

Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences : [5]

- L'adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements.
- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Il est recommandé que les alignements représentent **60%** au plus de la longueur totale du trajet.

### IV.3 Les éléments du tracé en plan

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence appelée aussi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elle d'autre part, se fait à l'aide de clothoïdes qui assurent un raccordement progressif par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route.

Les éléments géométriques du tracé en plan sont : [5]

- Droites (alignements).
- Arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement progressives « clothoïde ».

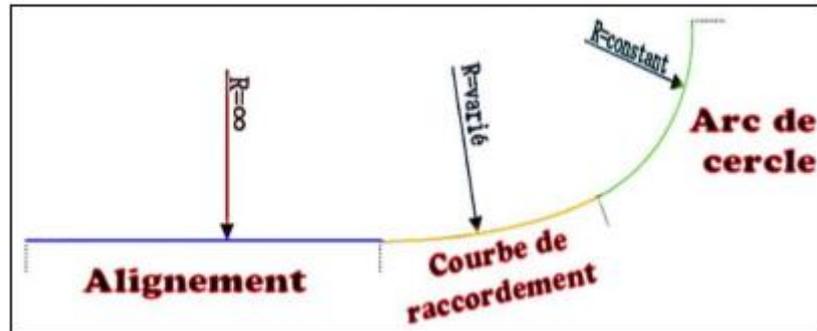


Figure IV.1 : Les éléments du tracé en plan.

### IV.3.1 Les alignements

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.

Il représente aussi des inconvénients comme :

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

La longueur des alignements dépend de :

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

#### IV.3.1.1 La longueur d'alignement minimal

La longueur minimale d'alignement ( $L_{\min}$ ) devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant **5 secondes** à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles. Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en **C** ou en **Ove**. [5]

Les valeurs de  $L_{\min}$  sont obtenues à partir de la formule suivante : [5]

$$L_{\min} = 5 \times V_r \text{ (m/s)}$$

$$\rightarrow L_{\min} = 5 \times \frac{V_r \text{ (Km/h)}}{3.6}$$

Avec :

$V_r$  : vitesse de référence (Km/h).

$L_{\min}$  : longueur minimal en (m).

3.6 : paramètre de conversion d'unité.

### IV.3.1.2 La longueur d'alignement maximale

La longueur maximale d'alignement ( $L_{\max}$ ) est pour réduire les effets de la monotonie et d'éblouissement, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant **60 secondes** à la vitesse de référence. [5]

Les valeurs de  $L_{\max}$  sont obtenues à partir de la formule suivante : [5]

$$L_{\max} = 60 \times V_r \text{ (m/s)}$$

$$\rightarrow L_{\max} = 60 \times \frac{V_r \text{ (Km/h)}}{3.6}$$

Avec :

$V_r$  : vitesse de référence (Km/h).

$L_{\max}$  : longueur minimal en (m).

#### Remarque :

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

### IV.3.2 Arc de cercle

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures : [5]

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

#### IV.3.2.1 Stabilité des véhicules en courbe

Dans un virage tout véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité au véhicules, afin de réduire cet effet on réalise un dévers (exprimé par sa tangente) qui soit la pente dont l'inclinaison de la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage pour éviter le phénomène de dérapage.

La stabilité des véhicules dans un virage de rayon R, est assurée par la condition de non dérapage suivante :

$$R \geq \frac{V_B^2}{g \times (f_t + d)}$$

Avec :

R : rayon de courbure de l'arc de cercle (m).

$V_B$  : vitesse de référence (km/h).

d : dévers (pente transversale).

$f_t$  : coefficient t de frottement transversal.

Les rayons en plans dépendent des facteurs suivants :

- Force centrifuge **FC**.
- Poids de véhicule **P**.
- Accélération de la pesanteur **g**.
- Dévers **d**.

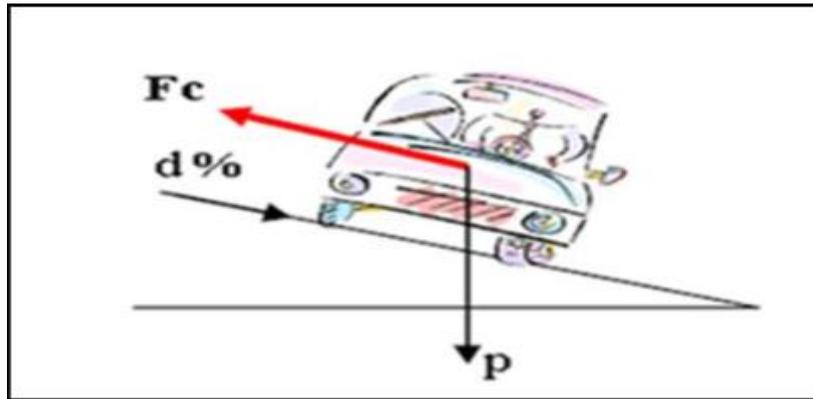


Figure IV.2 : Force centrifuge.

**a- Rayon horizontal minimal absolu (RHm)**

C'est le rayon qui assure la stabilité des véhicules à la vitesse de référence, ce rayon est employé dans les régions montagneuses.

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal ( $d_{max}$ ) : [5]

$$RHm = \frac{V_r^2}{127 \times (f_t + d_{max})}$$

Avec :

$f_t$  : coefficient t de frottement transversal.

$d_{max}$  : dévers maximal (%).

$V_r$  : vitesse de référence (km/h).

Les valeurs des dévers **min** et **max** sont données par (Tableau IV.1).

Les valeurs de coefficient de frottement transversal sont données par (Tableau IV.2).

**b- Rayon minimal normal (RHn)**

Le rayon minimal normal (RHn) doit permettre à des véhicules dépassant  $V_r$  de **20 (km/h)** de rouler en sécurité :

$$RHn = \frac{(V_r + 20)^2}{127 \times (f_{t(V_r+20)} + d_{max})}$$

Avec :

$f_t$  : coefficient t de frottement transversal.

$d_{max}$  : dévers maximal (%).

$V_r$  : vitesse de référence (km/h).

Les valeurs des dévers **min** et **max** sont données par (Tableau IV.1).

**c- Rayon au dévers minimal (RHd)**

C'est le rayon au dévers minimal ( $d_{min}$ ), au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse  $V_r$  serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{\min}}$$

Les valeurs des dévers **min** et **max** sont données par (**Tableau IV.1**).

**d- Rayon minimal non déversé (RHnd)**

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toi et le divers est négatif pour l'un des sens de circulation, le rayon minimal qui permet cette disposition est le rayon minimal non déversé (RHnd).[5]

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035} \rightarrow \text{Pour cat 1 - 2}$$

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times (f'' - 0.03)} \rightarrow \text{Pour cat 3 - 4 - 5}$$

Les valeurs de f'' sont données par (**Tableau IV.3**).

**Tableau IV.1** : Les valeurs des dévers **min** et **max** en fonction de **Cat** et **E**. [5]

Catégories des routes	Dévers	Environnement		
		E1	E2	E3
1 et 2	Min	<u>2.5%</u>	2.5%	2.5%
	Max	<u>7%</u>	7%	7%
3 et 4	Min	3%	3%	3%
	Max	8%	8%	7%
5	Min	3%	3%	3%
	Max	9%	9%	9%

**Tableau IV.2** : Coefficient de frottement transversal  $f_t$  en fonction de **Cat** et **E**. [5]

Catégorie \ Environnement	C1	C2	C3	C4	C5
E1	0.10	0.10	0.11	0.125	0.15
E2	0.11	0.11	0.125	0.15	0.18
E3	<u>0.13</u>	0.13	0.15	0.18	0.22

**Tableau IV.3** : Les valeurs de f'' en fonction de **Cat**. [5]

Catégorie	1	2	3	4	5
f''	<u>0.06</u>	0.06	0.07	0.075	0.075

**IV.3.2.2 Règles de l'utilisation des rayons en plan**

Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant des valeurs de rayon supérieur ou égale à RHn est fortement recommandée.

Les rayons compris entre  $RH_m$  et  $RH_d$  sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à **0.5%**.

Si :  $RH_m < R < RH_n$  :

$$d = d_{\max} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RH_m} \right) \times \frac{d_{\max} - d(RH_n)}{\left( \frac{1}{RH_m} - \frac{1}{RH_n} \right)}$$

Si :  $RH_n < R < RH_d$  :

$$d = d_{\min} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RH_d} \right) \times \frac{d_{\min} - d(RH_n)}{\left( \frac{1}{RH_d} - \frac{1}{RH_n} \right)}$$

- Les rayons compris entre  $RH_d$  et  $RH_n$  sont en dévers minimal  $d_{\min}$ .
- Les rayons supérieurs à  $RH_n$  peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.
- Un rayon  $RH_m$  doit être encadré par deux rayons  $RH_n$ .

#### IV.3.2.3 Sur largeur :

Un long véhicule à deux essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur-largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

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

Avec :

$L$  : longueur du véhicule (valeur moyenne  $L = 10$  m).

$R$  : rayon de l'axe de la route ( $R < 200$  m).

#### IV.3.3 Les raccordements progressifs (clothoïde)

Les courbes de rayon inférieur à  **$1.5R_n$**  sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïde).

Leur longueur est au moins égale à la plus grande des deux valeurs :

$$8.5 \left| \Delta\delta \right| \text{ et } R/9$$

Avec :

$R$  : le rayon de courbure (m).

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

##### a) Expression mathématique de la clothoïde

La courbe est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc) :

$$A^2 = L \times R \rightarrow A = \sqrt{L \times R}$$

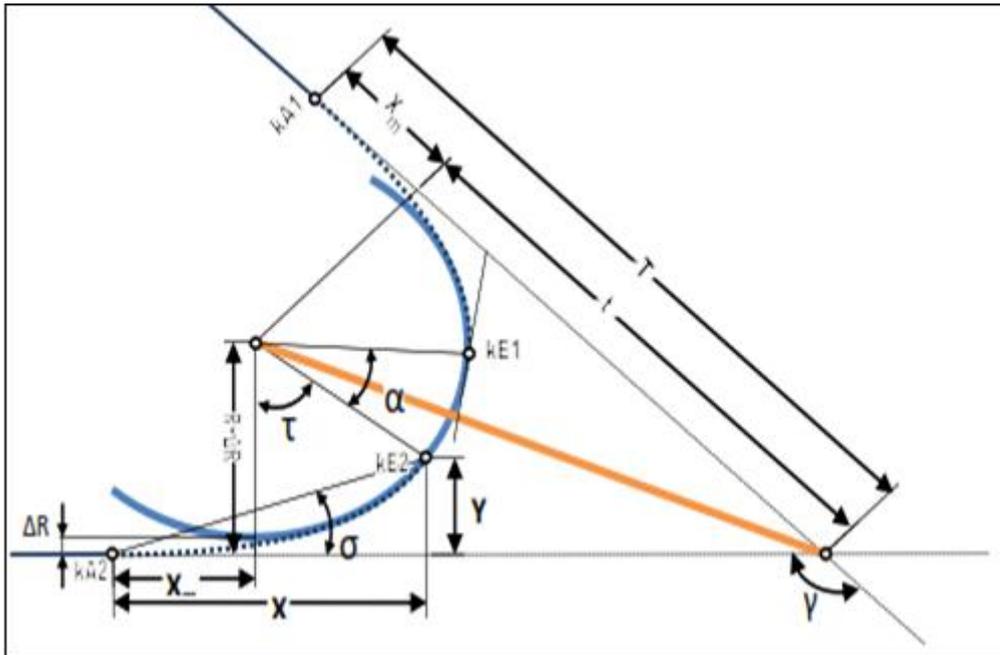


Figure IV.3 : Courbe de raccordement clothoïde.

**a) Les éléments de la clothoïde**

A : Paramètre de la clothoïde

M : Centre de cercle d' abscisse  $X_m$ .

R : Rayon de cercle

$K_A$  : Origine de la clothoïde

$K_E$  : Extrémité de la clothoïde

L : longueur de la branche de la clothoïde

$\Delta R$  : Mesure de décalage entre l' élément droit de l' arc du cercle (le ripage)

$X_m$  : Abscisse du centre du cercle M à partir de  $K_A$ .

$\tau$  : Angle des tangentes

X : Abscisse de  $K_E$

Y : Origine de  $K_E$

$T_K$  : tangente courte

$T_L$  : tangente longue

$S_L$  : Corde ( $K_A - K_E$ )

$\sigma$  : Angle polaire (angle de corde avec la tangente)

**IV.3.4 Courbe de raccordement (CR)**

Une trace rationnelle de route moderne comportera des alignements, des arcs de cercle; et entre eux des tronçons de raccordement de courbure progressive, passant de la courbure ( $R = \infty$ ) d'extrémité de l'alignement à la courbure  $1/R$  au début du cercle du virage. [8]

**IV.3.4.1 Rôle et nécessité des courbes de raccordement**

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes : [8]

- Stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.

- Transition de la forme de la chaussée.
- Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

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

#### IV.3.4.2 Types de courbe de raccordement

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, nous avons retenu les trois courbes suivantes : [8]

##### a) Parabole cubique

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).

##### b) Lemniscate

Cette courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « **trèfle d'autoroute** » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion ou centre de symétrie.

##### c) Clothoïde

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

La courbure de la clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc; parcourue à vitesse constante, la clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

#### IV.3.4.3 Les conditions de raccordement

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

##### a - Condition de confort optique

Cette condition permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil. [5]

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

Cette condition est définie de la manière suivante :

Pour  $R \leq 1500\text{m} \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$  (éventuellement 0.5m) d'où :  $L_1 = \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$

Pour  $1500\text{m} < R \leq 5000\text{m}$ ,  $\tau = 3^\circ$  c'est - à - dire :  $L_1 = \frac{R}{9}$

Pour  $R > 5000\text{m} \Rightarrow \Delta R$  limité à 2.5m soit :  $L_1 = 7.75 \times \sqrt{R}$

##### b - Condition de confort dynamique

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours  $\Delta t$  du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale. [5]

$$L = \frac{V_r^2}{18} \left( \frac{V_r^2}{127R} - \Delta R \right)$$

Avec:

$\Delta d$  : variation de dévers.

$V_r$  : vitesse de référence en (Km /h).

R : rayon en (m).

### c - Condition de gauchissement

Le relèvement des virages s'effectue proportionnellement à l'arc de courbe de raccordement ainsi que le dévers est proportionnel à la courbure.

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de dévers, elle s'applique par rapport à son axe.

Dont la longueur est calculée par la formule suivante :

$$L \geq \frac{1 \times \Delta d \times V_r}{50}$$

Avec:

$\Delta d$  : variation de dévers.

l : Largeur de la chaussée

$V_r$  : Vitesse de référence (km/h).

L : longueur de raccordement.

$$L = \max(L_{confort}, L_{gauchissement}, L_{optique})$$

### Remarque

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

## IV.4 Combinaison des éléments de trace en plan

La combinaison des éléments de tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite : [5]

### IV.4.1 Courbe en S

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle. [5]

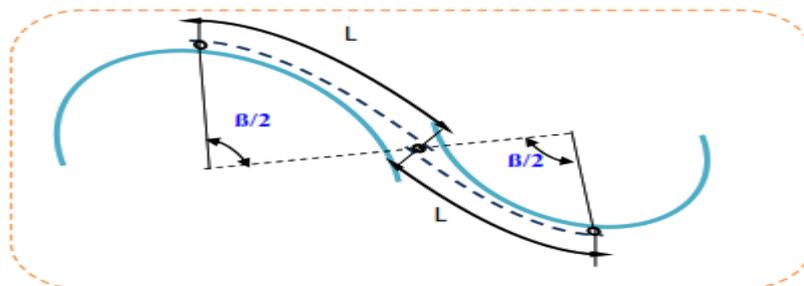


Figure IV.4 : Courbe en S

### IV.4.2 Courbe à sommet

Une courbe constituée de deux arcs clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements. [5]

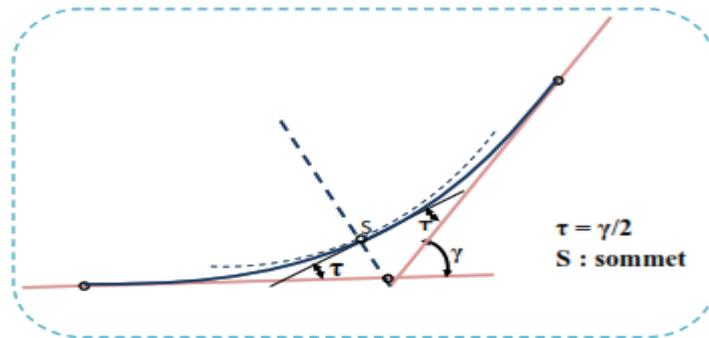


Figure IV.5 : Courbe à sommet.

#### IV.4.3 Courbe en C

Une courbe constituée deux arcs de clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre. [5]

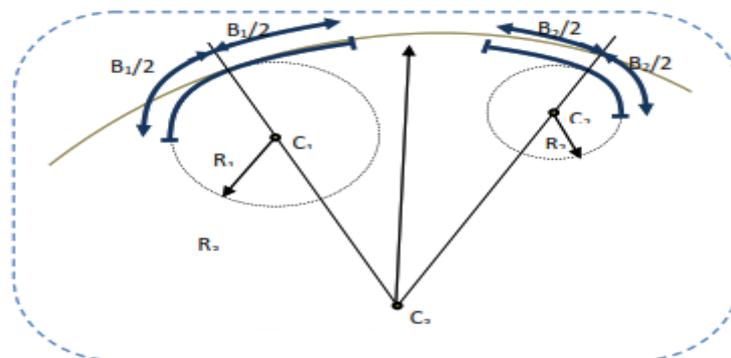


Figure IV.6 : Courbe en C.

#### IV.4.4 Courbe en Ove

Un arc de clothoïde raccordant deux arcs de cercles dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique. [5]

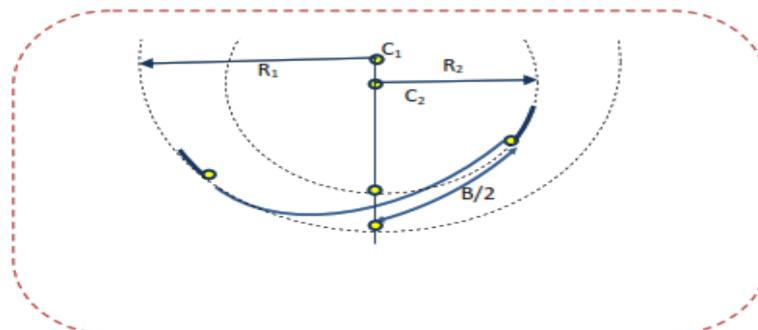


Figure IV.7 : Courbe en ove.

### IV.5 La Vitesse de référence (de base)

La vitesse de référence ( $V_r$ ) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route.

Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en

coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traversée d'une ville, modification du relief, etc... ..).

#### IV.5.1 Choix de la vitesse de référence

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Caractéristiques topographiques.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.
- Importance de la route dans le réseau.
- Volume et structuration du trafic.

#### IV.6 Vitesse de projet

La vitesse de projet  $V_p$  est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales. On entend par conditions normales :

- Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace.
- Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible.
- Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonne conditions normales.

#### IV.7 Paramètres fondamentaux

Notre projet s'agit d'une route de catégorie **L<sub>2</sub> (90)**, dans un environnement **E3**, avec une vitesse de base **VB =90 km/h**.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées de la norme **ICTAAL**.

**Tableau IV.4 : Paramètres fondamentaux.**

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	90
Longueur minimale (m)	$L_{min}$	125
Longueur maximale (m)	$L_{max}$	1500
Distance de freinage (m)	$d_0$	80
Distance d'arrêt (m)	$d_1$	125
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7 %)	240
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5 %)	/

#### IV.8 Calcul d'axe

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie. Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes :

- Calcul de gisements.
- Calcul de l'angle  $\gamma$  entre alignements.
- Calcul de la tangente **T**.

- Calcul de la corde **SL**.
- Calcul de l'angle polaire  $\sigma$ .
- Vérification de non chevauchement.
- Calcul de l'arc de cercle.
- Calcul des coordonnées des points singuliers.
- Calcul de kilométrage des points particuliers.

### IV.9 Exemple de calcul d'axe manuellement

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe.

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit :

**Tableau IV.5:** Caractéristique de la courbe de raccordement.

Sommet	X (m)	Y(m)	R(m)
S <sub>2</sub>	748295.618	4068821.070	1100
S <sub>3</sub>	747506.866	4068063.313	
S <sub>4</sub>	747251.648	4066553.627	

La vitesse de référence :  $V_r = 90 \text{ km/h}$

#### 1) Détermination de L

- Calcul du paramètre A :

On sait que :  $A^2 = L \times R$

#### a) Condition de confort optique

$$\frac{R}{3} \leq A_{\min} \leq R \quad \text{D'où} \quad 366.66 \leq A_{\min} \leq 1100$$

Comme :  $R = 1100 \text{ m} < 1500 \text{ m}$  et  $\Delta R = 1 \Rightarrow L \geq \sqrt{24 \times \Delta R \times R}$

$$L_1 \geq \sqrt{24 \times \Delta R \times R} = \sqrt{24 \times 1 \times 1100}$$

$$L_1 \geq 162.48 \text{ m}$$

$$L_1 = 165 \text{ m.}$$

#### b) Condition de confort dynamique et de gauchissement

$$L \geq \frac{l \times \Delta d \times V_r}{50}$$

$$l = 14.5 \text{ m}$$

$$V_r = 90 \text{ km/h}$$

$$\Delta d = d - (-2.5)$$

$$\text{on à : } R = 1100 \text{ m} \rightarrow \text{RHN} = 550 \text{ m} < R < \text{RHd} = 1250 \text{ m}$$

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

$$d = 0.025 + \left( \frac{1}{1100} - \frac{1}{1250} \right) \times \frac{0.025 - 0.05}{\left( \frac{1}{1250} - \frac{1}{550} \right)} = 0.0276$$

$$d = 2.76 \%$$

$$\Delta d = 2.76 - (-2.5) = 5.26 \%$$

$$\rightarrow L_2 \geq \frac{l \times \Delta d \times V_r}{50} = \frac{14.5 \times 5.26 \times 90}{50}$$

$$\rightarrow L_2 \geq 137.28 \text{ m}$$

$$\rightarrow L_2 = 140 \text{ m.}$$

$$L = \text{Max}(L_1, L_2) = 165 \text{ m.}$$

$$L = 165 \text{ m.}$$

$$A = \sqrt{L \times R} = \sqrt{165 \times 1100} = 426 \text{ m}$$

$$\text{On prend: } A = 400 \text{ m}$$

$$L = \frac{A^2}{R} = \frac{(400)^2}{1100} = 145.45 \text{ m}$$

$$L = 150 \text{ m}$$

## 2) Calcul de $\Delta R$

$$\Delta R = \frac{L^2}{24R} = \frac{(150)^2}{24 \times 1100} = 0.852 \text{ m}$$

## 3) Calcul des gisements

$$S_2 S_3 \begin{cases} |\Delta X| = |X_{S3} - X_{S2}| = 788.752 \text{ m} \\ |\Delta Y| = |Y_{S3} - Y_{S2}| = 757.757 \text{ m} \end{cases}$$

$$\rightarrow \text{tg}(g_1) = \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = \frac{788.752}{757.757}$$

$$\rightarrow g_1 = 51.27 \text{ grades}$$

$$\Delta X < 0$$

$$\Delta Y < 0$$

$$G_{S3}^{S2} = 200 + g_1 = 200 + 51.27 = 251.27 \text{ grades}$$

$$S_3 S_4 \begin{cases} |\Delta X| = |X_{S_4} - X_{S_3}| = 255.218 \text{ m} \\ |\Delta Y| = |Y_{S_4} - Y_{S_3}| = 1509.04 \text{ m} \end{cases}$$

$$\rightarrow \text{tg}(g_2) = \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = \frac{255.218}{1509.04}$$

$$\rightarrow g_2 = 10.65 \text{ grades}$$

$$\Delta X < 0$$

$$\Delta Y < 0$$

$$G_{S_4}^{S_3} = 200 + g_2 = 200 + 10.65 = 210.65 \text{ grades}$$

**4) Calcul de l'angle  $\gamma$  :**

$$\gamma = |G_{S_4}^{S_3} - G_{S_3}^{S_2}| = 40.62 \text{ grades}$$

**5) Calcul de l'angle  $\tau$  :**

$$\tau = \frac{L}{2R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{150}{2 \times 1100} \times \frac{200}{3.14} = 4.34 \text{ grades}$$

$$\tau = 4.34 \text{ grades}$$

**6) Vérification de non chevauchement :**

$$\tau = 4.34 \text{ grades}$$

$$\frac{\gamma}{2} = \frac{40.62}{2} = 20.31 \text{ grades}$$

D'où :  $\tau < \frac{\gamma}{2} \Rightarrow$  pas de chevauchement.

**7) Calcul de distances :**

$$\overline{S_3 S_2} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(788.752)^2 + (757.757)^2} = 1093.766 \text{ m.}$$

$$\overline{S_4 S_3} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(255.218)^2 + (1509.04)^2} = 1530.469 \text{ m.}$$

**8) Calcul de l'abscisse du centre du cercle**

$$X_m = \frac{A^2}{2R} = \frac{L}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ m.}$$

$$X_m = 75 \text{ m.}$$

**9) Abscisse de KE**

$$x = L \times \left( 1 - \frac{L^2}{40R^2} \right) = 150 \times \left( 1 - \frac{(150)^2}{40 \times (1100)^2} \right) = 149.93 \text{ m}$$

**10) Origine de KE**

$$y = \frac{L^2}{6R} = \frac{(150)^2}{6 \times 1100} = 3.40 \text{ m}$$

**11) Calcul de la tangente**

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg}\left(\frac{\gamma}{2}\right) = 75 + (1100 + 1) \operatorname{tg}\left(\frac{40.62}{2}\right) = 438.67 \text{ m}$$

**12) Calcul de coordonnée SL**

$$SL = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(149.93)^2 + (3.40)^2} = 149.96 \text{ m}$$

**13) Calcul de  $\sigma$**

$$\sigma = \operatorname{arctg}\left(\frac{y}{x}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{3.40}{149.93}\right) = 1.44 \text{ grades}$$

**14) Calcul de l'arc**

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 31.94 \text{ grades}$$

$$\widehat{KE1 KE2} = \frac{R \times \pi \times \alpha}{200} = \frac{1100 \times 3.14 \times 31.94}{200} = 551.88 \text{ m}$$

**15) Calcul des coordonnées des points singuliers**

$$K_{A3} \begin{cases} X_{KA3} = X_{S2} - (S_2 S_3 - T) \times \sin(G_{S2}^{S3} - 200) \\ Y_{KA3} = Y_{S2} - (S_2 S_3 - T) \times \cos(G_{S2}^{S3} - 200) \end{cases}$$

$$K_{A3} \begin{cases} X_{KA3} = 747823.211 \text{ m} \\ Y_{KA3} = 4068367.145 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{E3} \begin{cases} X_{KE3} = X_{KA3} + SL \times \sin(G_{S2}^{S3} - \sigma) \\ Y_{KE3} = Y_{KA3} + SL \times \cos(G_{S2}^{S3} - \sigma) \end{cases}$$

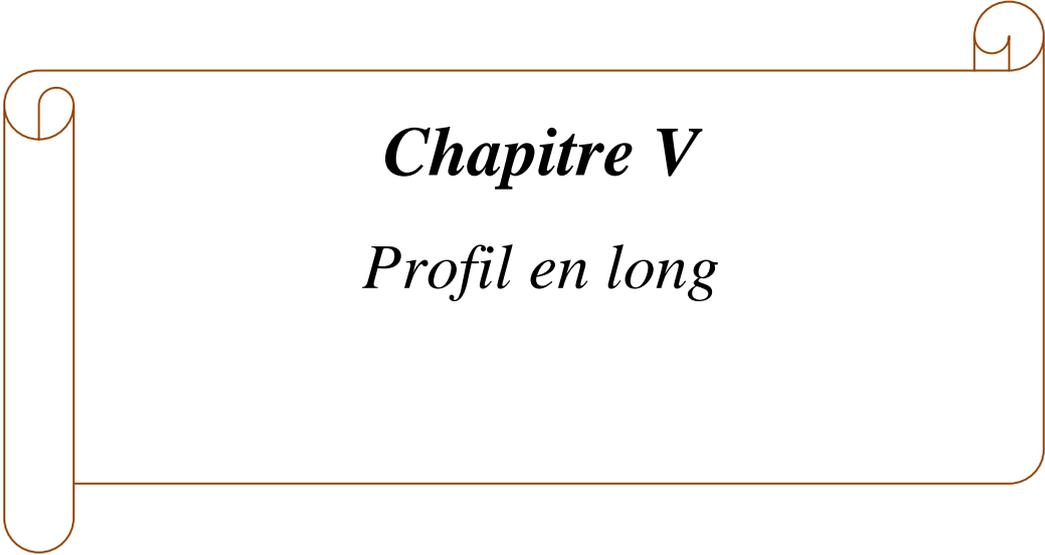
$$K_{E3} \begin{cases} X_{KE3} = 747717.456 \text{ m} \\ Y_{KE3} = 4068260.824 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{A4} \begin{cases} X_{KA4} = X_{S3} + T \times \sin(200 - G_{S3}^{S4}) \\ Y_{KA4} = Y_{S3} - T \times \cos(200 - G_{S3}^{S4}) \end{cases}$$

$$K_{A4} \begin{cases} X_{KA4} = 747433.831 \text{ m} \\ Y_{KA4} = 4067630.816 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{E4} \begin{cases} X_{KE4} = X_{KA4} - SL \times \sin(G_{S3}^{S4} + \sigma) \\ Y_{KE4} = Y_{KA4} - SL \times \cos(G_{S3}^{S4} + \sigma) \end{cases}$$

$$K_{E4} \begin{cases} X_{KE4} = 747462.139 \text{ m} \\ Y_{KE4} = 4067778.08 \text{ m} \end{cases}$$

A decorative border in a light brown color, shaped like a scroll. It has a vertical section on the left side that curves at the top and bottom, and a horizontal section on the right side that curves at the top and bottom, meeting the vertical section at the top and bottom corners.

***Chapitre V***  
*Profil en long*

## CHAPITRE V : PROFIL EN LONG

### V.1 Introduction

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

Le pourcentage de déclivité dans les rampes et les pentes est choisie de manière à : [5]

- Assurer une circulation, sans gêne due au trafic de poids lourds en limitant les valeurs des rampes si possible aux valeurs des normes, ou en créant des voies supplémentaires pour les poids lourds.
- Assurer l'évacuation des eaux de la plate-forme dans les sections longues en déblais ou dans les zones de devers nul par la création des pentes longitudinales.
- Le passage d'une déclivité à une déclivité suivante est adouci par l'aménagement de raccordement circulaire dont on distingue :
  - Rayon en angle saillant (ou convexe).
  - Rayon en angle rentrant (ou concave).

Pour le calcul des deux raccordements on tient compte du problème de visibilité pour le premier et le problème de confort pour le deuxième.

### V.2 Règles à respecté dans la trace du profil en long

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

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

### V.3 Les éléments de composition du profil en long

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

- L'altitude du terrain naturel.
- L'altitude du projet.
- La déclivité du projet. [5]

### V.4 Trace de la ligne rouge (ligne projet)

Le tracé de la ligne rouge qui représente la surface de roulement du nouvel aménagement retenue n'est pas arbitraire mais il doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la stabilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales et plus particulièrement aux exigences suivantes : [5]

- Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais.
- Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes.
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance.
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais.
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long.
- limiter la déclivité minimale à **0.5%** de préférence pour d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

### V.5 Les éléments constituant la ligne rouge

#### V.5.1 Les alignements

Sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités. [5]

#### V.5.2 Déclivités

La déclivité d'une route est l'angle tangente que fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montés. [5]

##### ➤ Déclivité minimale

Pour assurer un bon écoulement des eaux de pluies la pente transversale ne suffit pas seule, il faut éviter les paliers (tronçons de route absolument horizontaux) pour que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente minimale  $< 0.5\%$ . [5]

Déclivité minimum :  $I_{\min} = 0.2 \%$ .

##### ➤ 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.

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

**Tableau V.1:** Déclivité maximal  $I_{\max}$  (%) en fonction de Cat et E. [5]

Environnement Catégorie	E1	E2	E3
	Cat 1-2	4	5
Cat 3	6	5	6
Cat 4-5	6	7	8

Dans notre cas la déclivité maximum est : **6%**.

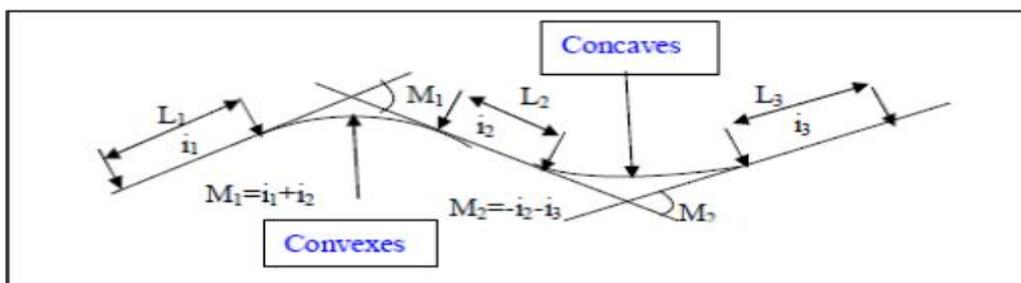
**Remarque :** l'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

- Effort de traction est considérable.
- Consommation excessive de carburant.
- Faibles vitesses.
- Gène des véhicules.

### V.6 Raccordement en profil en long

Le raccordement entre une pente et une rampe se fait par un arc de cercle dont la nature est fixée par la différence ( $m$ ) des deux déclivités :

- Raccordement pente-rampe ( $m < 0$ ) : arc concave.
- Raccordement pente-rampe ( $m > 0$ ) : arc convexe.



**Figure V.1 :** Elément géométriques du profil en long.

Il y a deux types de raccords : [5]

#### V.6.1 Raccordements 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 et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part.

La conception des raccords convexes doit satisfaire les conditions suivantes : [5]

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

### a - Condition de confort

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

Limitation de l'accélération verticale : [9]

$$(V_r^2 / R_v) \leq (g/40) \text{ donc } R_v \geq (40/g) \times V_r^2 \text{ pour (cat.1-2).}$$

$$(V_r^2 / R_v) \leq (g/30) \text{ donc } R_v \geq (30/g) \times V_r^2 \text{ pour (cat.3-4-5).}$$

Avec :

$g$  : accélération de la pesanteur ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

$R_v$  : Etant le rayon de raccordement (m).

$V_r$  : vitesse référence (Km/h).

$R_{V_{\min}}$  est le rayon minimal **absolu** correspondant à une vitesse de référence  $V=V_r$ .

Dans notre cas : ( $V=V_r=90 \text{ km/h}$ )

$$R_{V_{\min}} = 0.3 V_r^2 \Rightarrow \text{pour (cat.1-2)}$$

$$R_{V_{\min}} \geq 0.3 \times V_r^2 \rightarrow R_{V_{\min}} \geq 0.3 \times (90)^2$$

$$\rightarrow R_{V_{\min}} \geq 2430 \text{ m.}$$

$R_{V_{\min}}$  est le rayon minimal **normal** correspondant à une vitesse  $V = V_r + 20 \text{ km/h}$ .

Dans notre cas : ( $V=90 + 20 = 110 \text{ km/h}$ ).

$$R_{V_{\min}} = 0.3 (V_r + 20 \text{ km/h})^2 \Rightarrow \text{pour (cat.1-2)}$$

$$R_{V_{\min}} \geq 0.3 \times (90 + 20)^2 \rightarrow R_{V_{\min}} \geq 0.3 \times (110)^2$$

$$\rightarrow R_{V_{\min}} \geq 3630 \text{ m.}$$

### b - Condition de visibilité

La visibilité est assurée lorsque l'œil d'un conducteur aperçoit la partie supérieure de la voiture qui vient à sa rencontre ou s'arrêter. Le rayon devrait assurer la visibilité d'un obstacle éventuel à une distance de manœuvre de dépassement  $d_1$ .

$R_{V_{\min}}$  est Le rayon minimal **absolu** sur chaussée unidirectionnel est donné par la formule suivante avec la distance d'arrêt pour la vitesse  $V=V_r$ .

$$R_{V_{\min}} = \frac{d_1^2}{2 \times (h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})} \approx 0.26 \times d_1^2$$

Avec :

$d_1$  : distance d'arrêt (m) à  $V_r$ .

$h_0$  : hauteur de l'œil. ( $h_0 = 1 \text{ m}$ )

$h_1$  : hauteur de l'obstacle. ( $h_1 = 0.15 \text{ m}$ )

$R_{V_{\text{normal}}}$  est le rayon minimal **normal** sur chaussée unidirectionnelle, il est obtenu par la même formule ci-dessus avec la distance d'arrêt pour la vitesse  $V=V_r+20\text{km/h}$ .

$$R_{v_{\min}} = \frac{d_1^2}{2 \times (h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})} \approx 0.26 \times d_1^2$$

Avec :

$d_1$  : distance d'arrêt (m) à  $V_r + 20\text{Km/h}$ .

$h_0$  : hauteur de l'œil. ( $h_0 = 1\text{m}$ )

$h_1$  : hauteur de l'obstacle. ( $h_1 = 0.15\text{m}$ )

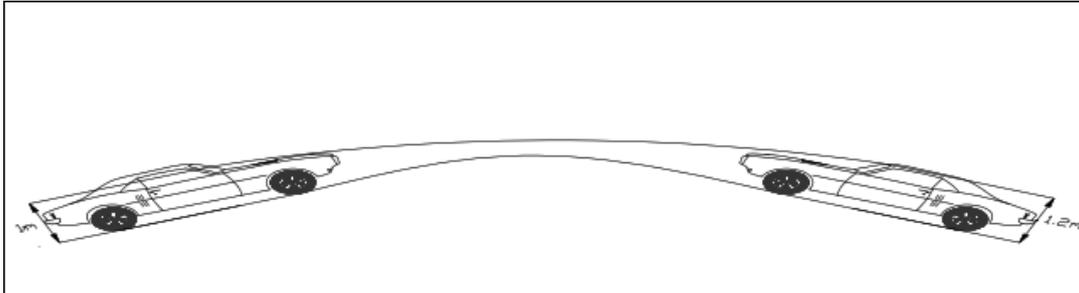


Figure V.2 : Visibilité sur chaussée bidirectionnelle.

### V.6.2 Raccordements Concaves (Angle Rentrant)

#### a- Le confort dynamique

En angle rentrant, le problème de visibilité ne se pose pas, mais il y a apparition d'une accélération importante (accélération centrifuge) qui influence sur le confort des véhicules.

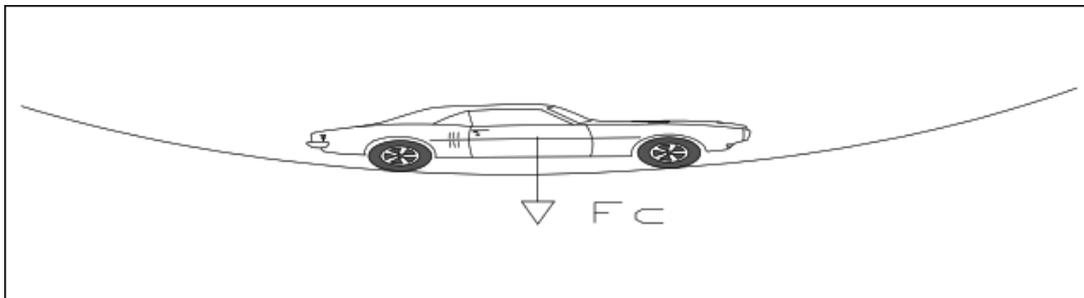


Figure V.3 : Rayon assurant le confort dynamique.

#### b-La visibilité nocturne

Dans un raccordement concave, les conditions de visibilité du jour ne sont pas déterminantes, lorsque la route n'est pas éclairée la visibilité de nuit doit par contre être prise en compte.

Elle est donnée par la formule suivante : [9]

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

Avec :

$d_1$  : distance d'arrêt (m).

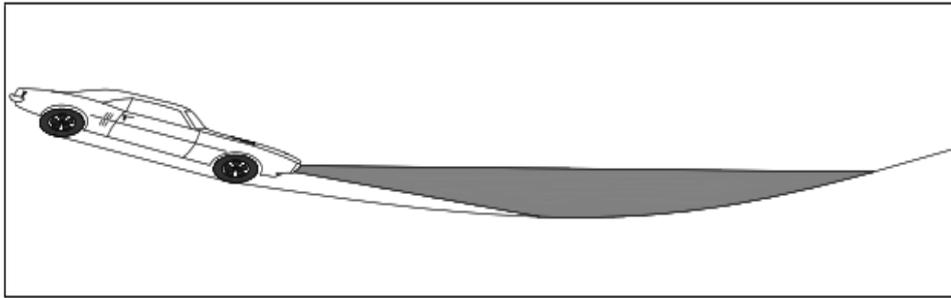


Figure V.4 : Rayon assurant visibilité.

**c- Condition esthétique**

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes.

Pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale (**L >50m**) pour des devers **d<10%** (spécial échangeur).

$$R_{vmin} = 100 \times \frac{50}{\Delta d(\%)}$$

Avec :

$R_{vmin}$  : rayon verticale minimale (m).

$\Delta d$  : changement des devers (%).

Pour une vitesse de référence  $V_r = 90 \text{ km/h}$  et catégorie **L2(L90)** et l'environnement **E3** et après l'ICTAAL, on a le tableau suivant :

Tableau V.2 : Valeurs limites des paramètres du profil en long. [4]

Catégorie	L2 (L90)
Environnement	E3
Vitesses de référence (Km/h)	90
Déclivité maximale $I_{max}$ (%)	6
Rayon minimal en angle saillant $R_{vmin}$ (m)	2700
Rayon minimal en angle rentrant $R'_{vmin}$ (m)	1900

**V.7 Coordination de la trace en plan et profil en long**

Le respect de bonnes conditions de visibilité et la garantie d'une bonne lisibilité de l'itinéraire par l'utilisateur imposent de veiller à une bonne coordination des éléments du tracé en plan et du profil en long. C'est la combinaison des deux éléments qui conditionnent l'image offerte réellement à l'utilisateur et de ce fait est le paramètre déterminant vis à vis de son comportement.

La conception combinée des différents éléments et visualisation du tracé doivent permettre en particulier :

- De distinguer la chaussée et les obstacles éventuels et de s'assurer que ces derniers se trouvent à une distance assez grande pour permettre de manœuvrer ou de s'arrêter.
- De vérifier que le conducteur peut prévoir d'assez loin l'évolution du tracé sans être abusé par des trompe-l'œil ou gêné par des brisures ou des discontinuités ; ceci doit permettre en particulier de supprimer ou de déduire les « perte de tracé ».
- D'éviter de placer les points singuliers dans des courbes à faible rayon, ou dans des zones où la distance de visibilité est réduite.
- D'assurer de façon globale à l'utilisateur une vision agréable de la route, par une combinaison harmonieuse des courbes, l'aspect des talus et l'environnement général de la route étant intégrés dans cette vision d'ensemble.
- D'apprécier l'impact de la route sur les paysages.

Les pertes de tracé, si elles ne sont pas gênantes pour l'utilisateur, peuvent parfois engendrer une perception erronée du tracé routier de jour comme de nuit. En conséquence, il est nécessaire d'assurer la visibilité d'une longueur de route compatible avec la distance d'accommodation moyenne pour la vitesse pratiquée (distance conducteur – point sur lequel il fixe son attention). En cas d'impossibilité, on évitera la réapparition de la route à une distance inférieure à cette longueur.

Cette longueur est fonction de la vitesse et est de l'ordre de **180 m** à **40Km/h** et **500 m** à **90Km/h**.

Pour cette approche, il est nécessaire d'utiliser des perspectives qui permettent une synthèse entre les deux éléments en deux dimensions. Les outils informatiques actuels incluent généralement cette fonctionnalité.

L'expérience acquise dans ce domaine permet d'édicter quelques règles simples à respecter :

- Essayer de faire coïncider les courbes de tracé en plan avec les courbes de profil en long en essayant de respecter une proportion entre le rayon en plan et le rayon en profil en long.
- Éviter qu'un début de courbe faible (< **300m**) se situe en point haut de profil en long car cela entraîne une dégradation de la perception du virage.
- Éviter de positionner des carrefours ou accès en point haut, courbes ou zone de visibilité réduite (éventuellement côté externe des courbes non déversées après vérification des conditions de visibilité).

## V.8 Exemple de calcul du profil en long

Tableau V.3 : Coordonnées des sommets.

Sommet	Points	X (m)	Y (m)	R (m)
S2	P (P2)	137.78	173.41	5200
	E (P3)	1358.92	104.86	
	Q (P4)	2298.93	126.91	
S3	P (P3)	1358.92	104.86	8700
	E (P4)	2298.93	126.91	
	Q (P5)	3137.31	130.67	

### V.8.1 Cas d'un rayon concave : sommet S2

$$\begin{cases} X \\ Y \end{cases} \rightarrow \begin{cases} P \begin{cases} 137.78 \\ 173.41 \end{cases} \\ E \begin{cases} 1358.92 \\ 104.86 \end{cases} \\ Q \begin{cases} 2298.93 \\ 126.91 \end{cases} \end{cases}$$

$$R = 5200 \text{ m}$$

#### 1. Calcul des pentes :

$$P_1 = \frac{Y_E - Y_P}{X_E - X_P} = \frac{104.86 - 173.41}{1358.92 - 137.78} = -0.0561 \rightarrow P_1 = -5.61 \%$$

$$P_2 = \frac{Y_Q - Y_E}{X_Q - X_E} = \frac{126.91 - 104.86}{2298.93 - 1358.92} = 0.0235 \rightarrow P_2 = 2.35 \%$$

#### 2. Calcul des tangentes :

$$U = \frac{R}{2} \times |P_2 - P_1| = \frac{5200}{2} \times |0.0235 - 0.0561| = 84.76 \text{ m} \rightarrow U = 84.76 \text{ m}$$

#### 3. Calcul des flèches :

$$F = \frac{U^2}{2 \times R} = \frac{(84.76)^2}{2 \times 5200} = 0.960 \text{ m} \rightarrow F = 0.960 \text{ m}$$

**4. Calcul des coordonnées des points de tangentes :**

$$T_1 \begin{cases} X_{T_1} = X_E - U \\ Y_{T_1} = Y_E + |P_1| \times U \end{cases}$$

$$T_1 \begin{cases} X_{T_1} = 1358.92 - 84.76 = 1274.16 \text{ m} \\ Y_{T_1} = 104.86 + |-0.0561| \times 84.76 = 109.615 \text{ m} \end{cases}$$

$$T_2 \begin{cases} X_{T_2} = X_E + U \\ Y_{T_2} = Y_E - |P_2| \times U \end{cases}$$

$$T_2 \begin{cases} X_{T_2} = 1358.92 + 84.76 \text{ m} = 1443.68 \text{ m} \\ Y_{T_2} = 104.86 - |0.0235| \times 84.76 = 102.868 \text{ m} \end{cases}$$

$$X_1 = |P_2| \times R = |0.0235| \times 5200 = 122.2 \text{ m} \rightarrow X_1 = 122.2 \text{ m}$$

$$Y_1 = \frac{X_1^2}{2 \times R} = \frac{(122.2)^2}{2 \times 5200} = 1.436 \text{ m} \rightarrow Y_1 = 1.436 \text{ m}$$

$$J \begin{cases} X_J = X_{T_1} + X_1 \\ Y_J = Y_{T_1} - Y_1 \end{cases}$$

$$J \begin{cases} X_J = 1274.16 + 122.2 = 1396.8 \text{ m} \\ Y_J = 109.615 - 1.436 = 108.179 \text{ m} \end{cases}$$

$$I \begin{cases} X_I = X_E \\ Y_I = Y_E - F \end{cases}$$

$$I \begin{cases} X_I = 1358.92 \text{ m} \\ Y_I = 104.86 - 0.690 = 104.17 \text{ m} \end{cases}$$

**V.8.2 Cas d'un rayon convexe: Sommet S3**

$$\begin{matrix} \begin{cases} X \\ Y \end{cases} \rightarrow P \begin{cases} 1358.92 \\ 104.86 \end{cases} & E \begin{cases} 2298.93 \\ 126.91 \end{cases} & Q \begin{cases} 3137.31 \\ 130.67 \end{cases} \end{matrix}$$

$$R = 8700 \text{ m}$$

**1. Calcul des pentes**

$$P_1 = \frac{Y_E - Y_P}{X_E - X_P} = \frac{126.91 - 104.86}{2298.93 - 1358.92} = 0.0234 \rightarrow P_1 = 2.34 \%$$

$$P_2 = \frac{Y_Q - Y_E}{X_Q - X_E} = \frac{130.67 - 126.91}{3137.31 - 2298.93} = 0.0045 \rightarrow P_2 = 0.45 \%$$

**2. Calcul des tangentes**

$$U = \frac{R}{2} \times |P_2 - P_1| = \frac{8700}{2} \times |0.0045 - 0.0234| = 82.215 \text{ m} \rightarrow U = 82.215 \text{ m}$$

**3. Calcul des flèches**

$$F = \frac{U^2}{2 \times R} = \frac{(82.215)^2}{2 \times 8700} = 0.388 \text{ m} \rightarrow F = 0.388 \text{ m}$$

**4. Calcul des coordonnées des points de tangentes**

$$T_1 \begin{cases} X_{T_1} = X_E - U \\ Y_{T_1} = Y_E + |P_1| \times U \end{cases}$$

$$T_1 \begin{cases} X_{T_1} = 2298.93 - 82.215 = 2216.715 \text{ m} \\ Y_{T_1} = 126.91 + |0.0234| \times 82.215 = 128.833 \text{ m} \end{cases}$$

$$T_2 \begin{cases} X_{T_2} = X_E + U \\ Y_{T_2} = Y_E - |P_2| \times U \end{cases}$$

$$T_2 \begin{cases} X_{T_2} = 2298.93 + 82.215 = 2381.145 \text{ m} \\ Y_{T_2} = 126.91 - |0.0045| \times 82.215 = 126.540 \text{ m} \end{cases}$$

$$X_1 = |P_2| \times R = |0.0045| \times 8700 = 39.15 \text{ m} \rightarrow X_1 = 39.15 \text{ m}$$

$$Y_1 = \frac{X_1^2}{2 \times R} = \frac{(39.15)^2}{2 \times 8700} = 0.088 \text{ m} \rightarrow Y_1 = 0.088 \text{ m}$$

$$J \begin{cases} X_J = X_{T_1} + X_1 \\ Y_J = Y_{T_1} - Y_1 \end{cases}$$

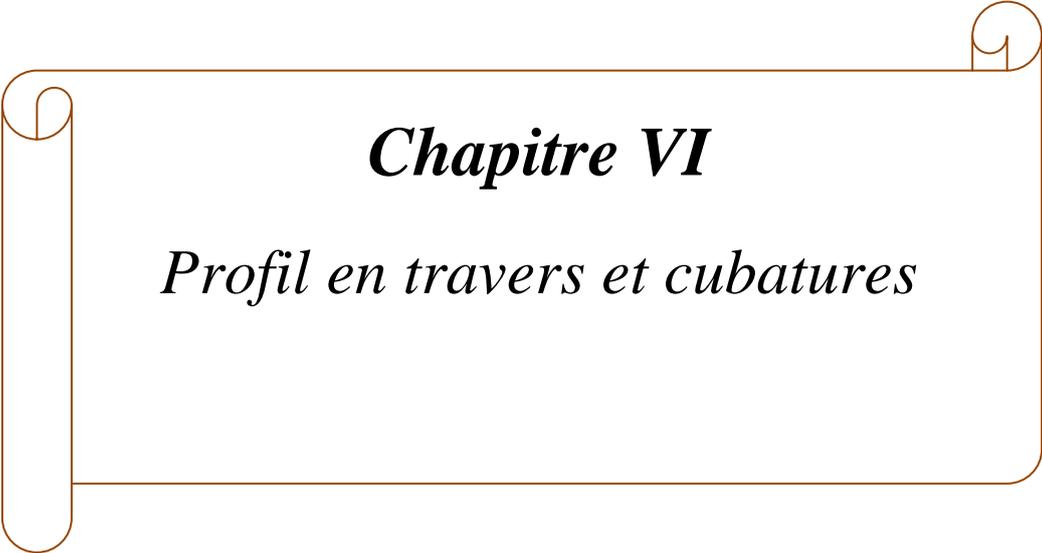
$$J \begin{cases} X_J = 2216.715 + 39.15 = \text{m} \\ Y_J = 128.833 - 0.088 = 128.745 \text{ m} \end{cases}$$

$$I \begin{cases} X_I = X_E \\ Y_I = Y_E - F \end{cases}$$

$$I \begin{cases} X_I = 2298.93 \text{ m} \\ Y_I = 126.91 - 0.388 = 126.522 \text{ m} \end{cases}$$

## V.9 Conclusion

Les résultats de calcul des alignements et des rayons du profil en long de l'axe dans notre étude sont présentés en **annexe**.

A decorative border in a light brown color, resembling a scroll. It has a vertical bar on the left side with a rounded top and bottom, and a horizontal bar on the top and bottom. The corners are rounded, and there are small scroll-like details at the top-left and top-right corners.

## ***Chapitre VI***

***Profil en travers et cubatures***

## CHAPTRE VI : PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES

### VI.1 Profil en travers

#### VI.1.1 Introduction

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

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé «profil en travers type» contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc...). [10]

Ils permettent de calculer les paramètres suivants :

- La position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements.
- L'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel.
- Les cubatures (volumes des déblais et ceux des remblais).

#### VI.1.2 Types de profil en travers

##### VI.1.2.1 Profil en travers type

C'est une représentation graphique, contenant et détaillant d'une manière précise tous les éléments constituant la route notamment les dimensions de la route, ses dépendances la structure de chaussée, sa composante ainsi que les épaisseurs ses couches.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, on distingue trois types de profils en travers :

- Profil en Travers en déblai.
- Profil en Travers en remblai.
- Profil en Travers mixte (remblai et déblai). [11]

##### VI.1.2.2 Profil en travers courant

Il s'applique au **PK** considéré, il reprend et mentionne toutes les données caractérisant la section transversale de la route à ce **PK**, notamment cote terrain naturel (**TN**), cote de projet et devers de la chaussée. Il est dessiné à des distances régulières (**10, 15, 20, 25 m**) qui servent à calculer les cubatures. [11]

#### VI.1.3 Dévers

Le dévers de la chaussée joue le double rôle de l'évacuation des eaux superficielle de la chaussée vers les dispositifs de drainage latéraux de la plate-forme et aussi, contribue à l'équilibre dynamique des véhicules dans les courbes de rayons faibles afin d'assurer la sécurité en circulation et le confort.

#### VI.1.4 Les éléments constitutifs de profil en travers

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

- **L'emprise**

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc...), limitée par le domaine public. [12]

- **L'assiette**

Surface de terrain réellement occupée par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai (par les terrassements). [13]

- **Chaussée**

Surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.

- **La plate-forme**

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement la terre pleine et les bandes d'arrêts. [14]

- **Le fossé**

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluviales. [15]

- **Les accotements**

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêts d'urgence.
- Une berme extérieure. [12]

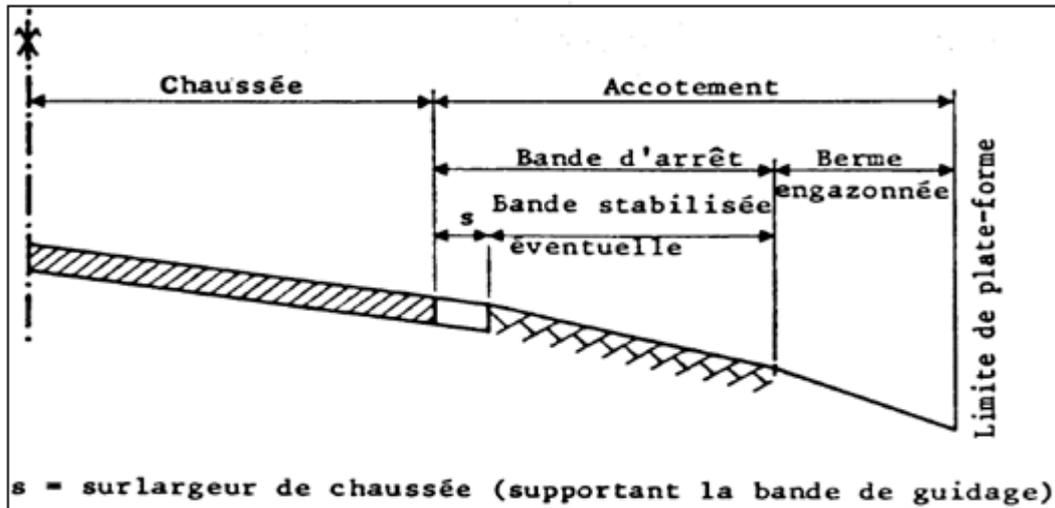


Figure VI.1 : Détail de l'accotement. [5]

- **Le terre-plein central : (T.P.C)**

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

- **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.

- **Bande d'arrêt d'urgence (BAU)**

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

- **Bande dérasée de gauche : (B.D.G.)**

Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité, elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation. Sa largeur est de **1m**.

- **Bande médiane**

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux), sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés.

- **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.

- **Sur-largeur : S**

Pour éviter l'inscription des véhicules dans les virages inférieurs à 200m, on donne à la voie parcourue par ces derniers une sur-largeur par rapport à sa largeur normale en alignement égale à **50/R**.

- **Le talus**

Le talus est l'inclinaison de terrain qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue. Cette inclinaison exprimé par une fraction (**A/B**) telle que :

**A** : la distance sur la base du talus.

**B** : la hauteur du talus.

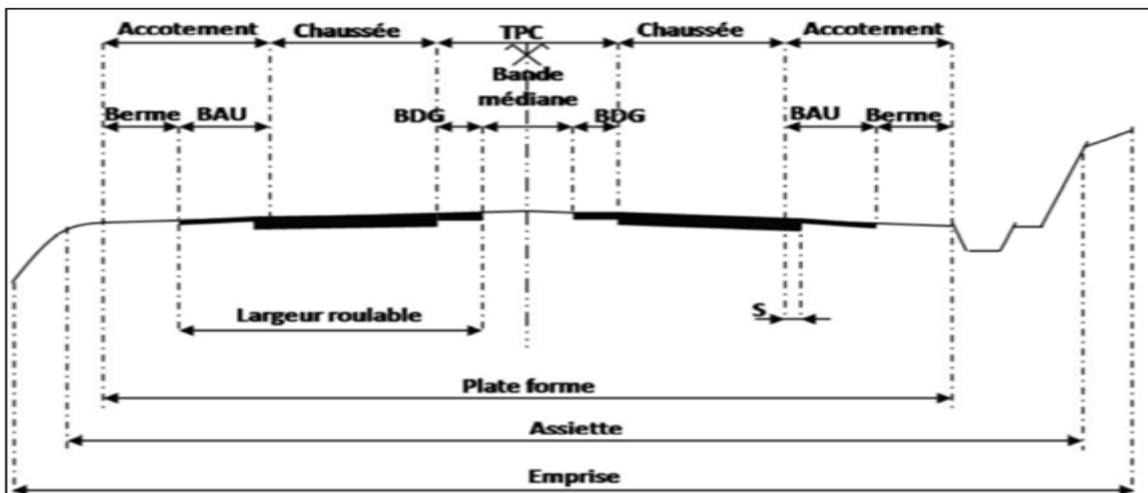


Figure VI.2 : Les éléments constitutifs du profil en travers.

## VI.1.5 Application au projet

### VI.1.5.1 Pente de talus

La pente des remblais est fixée à  $2/3$  quel que soit la nature de terrain, mais les déblais d'une pente variée selon le terrain entre  $1/1$  et  $2/3$  (voir le tableau VI.1).

Tableau VI.1: Pentes des talus.

	Natures de terrain		
	Meuble	Rocheux	Rippable
Déblais	$2/3$	$1/5$	$1/1$
Remblais	$2/3$		

### VI.1.5.2 Dimensionnement des éléments de profil en travers

Notre profil en travers est détaillé d'après l'ICTAAL dans le tableau suivant :

Tableau VI.2 : Dimensionnement des éléments constitutifs du profil en travers.

Eléments de la chaussée	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale (m)
Voie de circulation $2 \times 3$	3.5	6	21
<b>Terre-plein centrale (T.P.C)</b>			
Bande dérasée gauche	1	2	2
Bande médiane	1	1	1
Accotement			
Bande d'arrêt d'urgence	3	2	6
La berme intérieure	1	2	2
<b>Total = 32 m</b>			
Zone de sécurité à l'extérieure des voies de circulation	7	2	14

Les dévers appliqués pour le projet sont basés sur les recommandations de l'ICTAAL, et ils sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau VI.3 : Paramètre des dévers.

dévers en section droite	
Chaussée	$2,5\%$ vers l'extérieur
Bande dérasée de gauche (B.D.G)	identique à celle de la chaussée.
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	$4\%$ vers l'extérieur
Berme extérieure	$8\%$ vers l'extérieur.
dévers en courbe	
Chaussée	$2.5\%$ (maximum).
Bande dérasée de gauche (B.D.G)	identique à celle de la chaussée
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	identique à celle de la chaussée

VI.1.5.3 Exemple de profil type pour notre projet

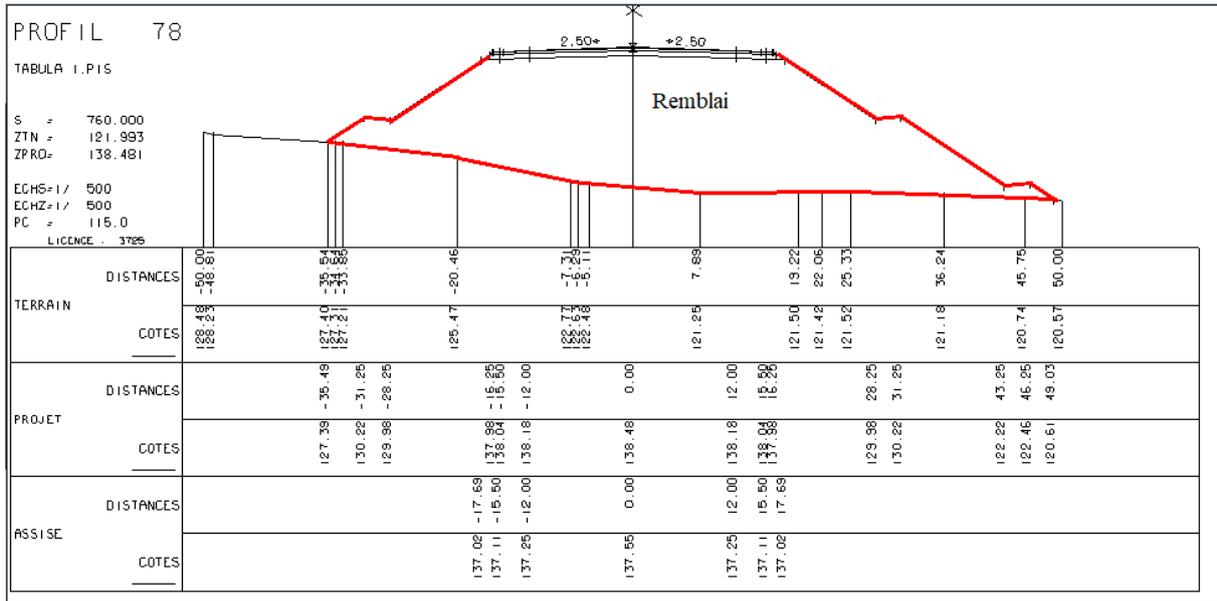


Figure VI.3 : Profil en travers en remblai.

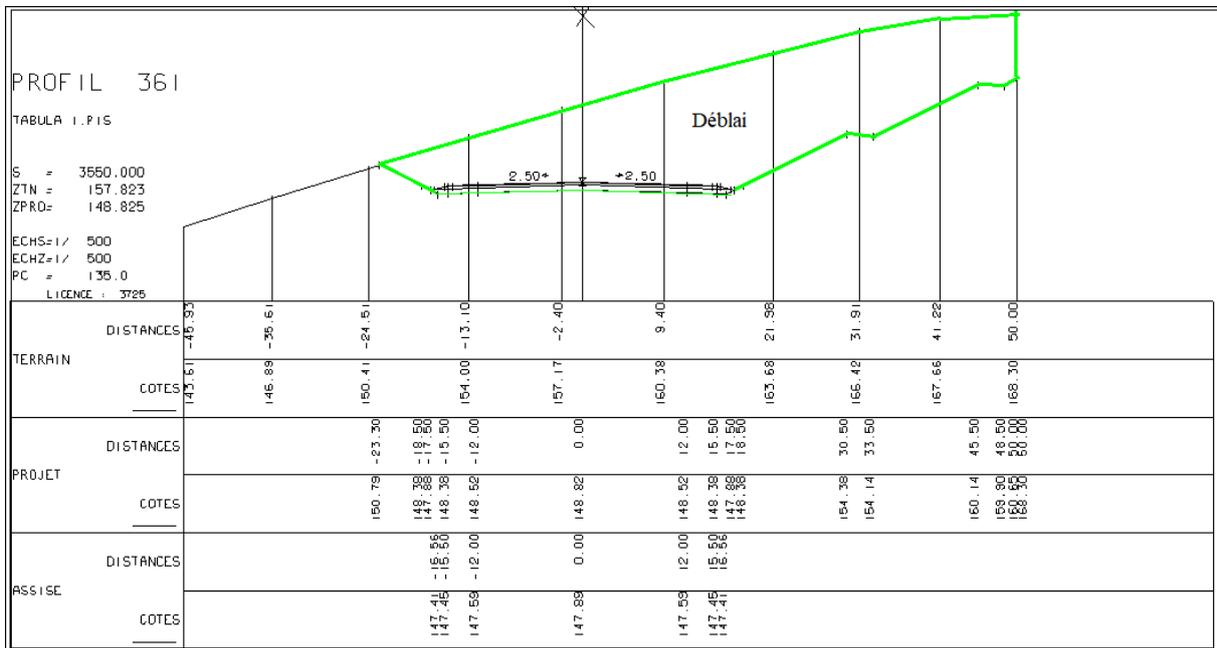


Figure VI.4 : Profil en travers en déblai.

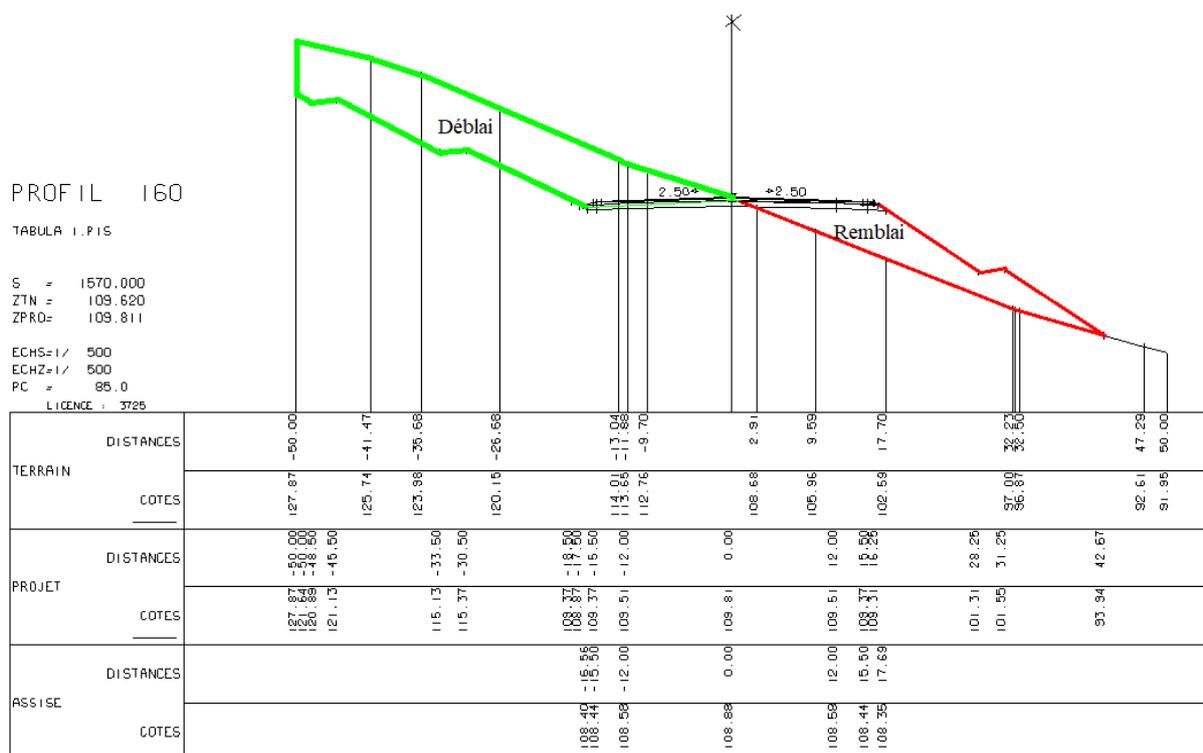


Figure VI.5 : Profil en travers en mixte.

## VI.2 Les cubatures de terrassement

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

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

### VI.2.1 Définitions

#### VI.2.1.1 Cubatures

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et de remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprochée et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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. [16]

La détermination des volumes des remblais et des déblais nécessaire à la réalisation du projet s'appelle : **les cubatures de terrassement.**

#### VI.2.1.2 Terrassements

On appelle terrassement, les différents mouvements de terre qui ont pour objet de creuser des fosses 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).

### VI.2.1.3 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.

### VI.2.1.4 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 20 cm environ.

## VI.2.2 Méthodes de calcul des cubatures

Les cubatures sont les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet.

Il existe plusieurs méthodes de calcul le volume de terrassement (remblai-déblai). Parmi ces méthodes on citera :

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

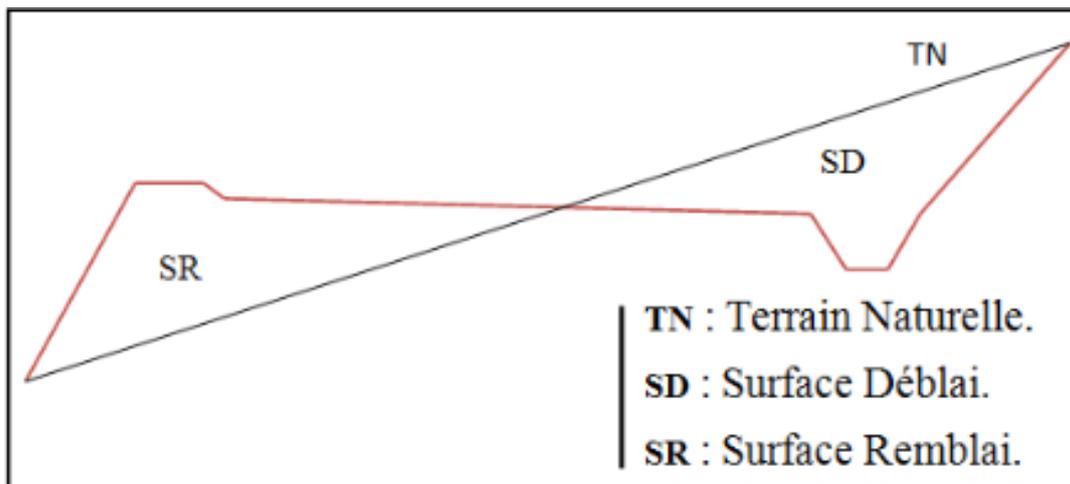


Figure VI.6 : Profils en travers mixte. [17]

Le travail consiste à calculé les surfaces de déblais (SD) et de remblais (SR) pour chaque profil en travers, ensuite on les soustrait pour trouver la section correspondant à notre projet.

### VI.2.2.1 Formule de SARRAUS

C'est la méthode de la formule des trois niveaux, elle consiste à calculer les volumes des déblais ou des remblais des tronçons comprennent entre deux profils en travers successifs. [17]

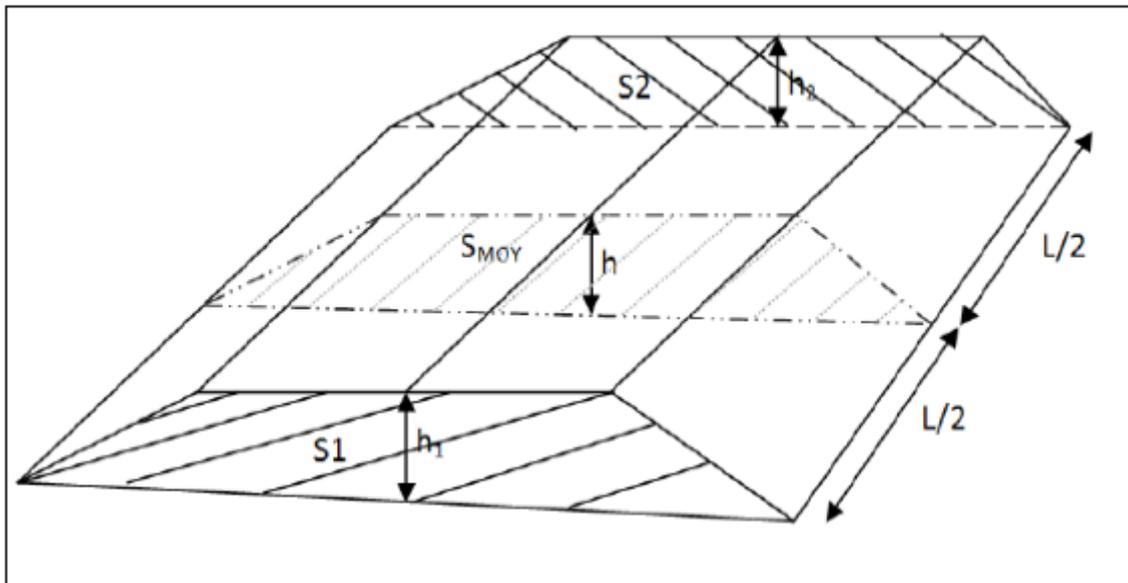


Figure VI.7 : Profils en travers successifs. [12]

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

Avec:

$L_1$  : Distance entre deux profils ( $P_1$  et  $P_2$ ).

$S_1, S_2$  : Surfaces des profils en travers  $P_1$  et  $P_2$ .

$S_{MOY}$  : Surface intermédiaire parallèle à  $S_1$  et  $S_2$ .

$V$  : Le volume sera soit totalement en déblai, soit en remblai.

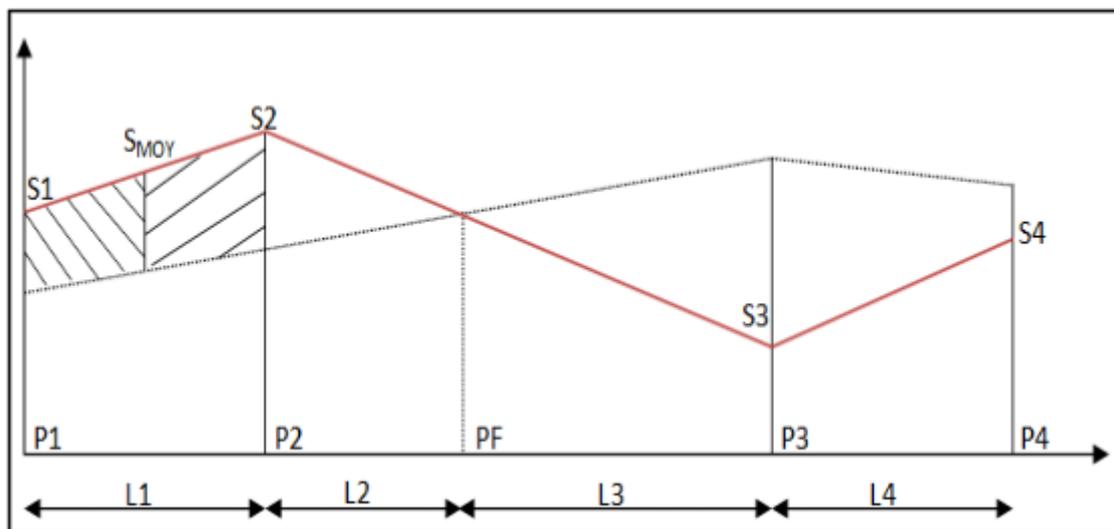


Figure VI.8 : Profil en long d'un tracé donné. [12]

$P_i$  : Profil en travers.

PF : Profil fictive dont la surface est nulle ( $S_{déblai} = S_{remblai} = 0$ ).

$S_i$  : Surface de profil en travers  $P_i$ .

$L_i$  : Distance entre deux profils

Pour simplifier la formule de  $V$  on considère que les deux expressions  $(S_{MOY})$  et  $(S_1+S_2)/2$  sont plus voisines. [17]

Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

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

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

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

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

En additionnant ces expressions membre à membre afin d'obtenir le volume total des terrassements : [17]

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

### **Remarque**

On appelle point de passage dans un profil en long le point géométrique ou la ligne de cote projet coupe la ligne du terrain naturel, dans ce point l'air est nulle.

#### **VI.2.2.2 La méthode linéaire**

C'est une méthode classique dont 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. [11]

#### **VI.2.2.3 La méthode de GULDEN**

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

Mais dans l'autre méthode **classique** les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure). [13]

### **VI.2.3 Exécution des remblais**

#### **VI.2.3.1 Préparation sous remblai**

Avant de commencer un remblai, il faut dans un certain nombre de cas, effectuer une "préparation sous remblai". Bien que l'on ait souvent exagéré l'importance de cette opération, il ne faut pas négliger :

- D'aplanir le terrain naturel lorsqu'il est en pente, pour éviter que le remblai ait tendance à glisser (lorsque la pente du terrain naturel est forte, on taille progressivement des redans dans la pente, au fur et à mesure de la montée du remblai).
- D'enlever les matériaux putrescibles comme les souches d'arbres.
- De drainer et canaliser hors de l'emprise toutes les venues d'eau.

Cette dernière opération est certainement la plus importante mais souvent la plus mal exécutée. [6]

### VI.2.3.2 Opération de mise en remblais

L'opération de mise en remblai peut se décomposer en trois parties, auxquelles s'ajoutent des problèmes annexes (talutage) :

- Le déchargement du véhicule transporteur.
- Le régalage.
- Le compactage. [6]

#### a) Déchargement

Lorsque les terres sont déplacées au boueur, cette opération est évitée puisque les terres ne sont pas chargées dans un véhicule. Lorsque les terres sont transportées à la décapeuse, le déchargement et le régalage se font en une seule opération.

Lorsque les terres sont transportées en camion ou en tombereau, le déchargement se fait par basculement de la benne, si bien que l'on vient constituer un tas qu'il faudra ensuite régaler avec un autre engin (boueur ou niveleuse). Il arrive toutefois que l'on décharge le camion ou le tombereau en le faisant avancer qui étale quelque peu le tas et constitue un début de régalage. [6]

#### b) Régalage

Le problème essentiel est celui de l'épaisseur de la couche de matériaux, elle est conditionnée par le compactage et doit être adaptée :

- À la puissance de l'engin de compactage.
- À la nature du sol à compacter.
- À la teneur en eau de ce sol.

On trouvera sur cette épaisseur des indications précieuses dans le **GTR**. [6]

#### c) Compactage

C'est l'opération essentielle de la mise en remblai, c'est aussi la plus délicate:

- Pour obtenir en effet un compactage efficace et économique, il faudrait se placer à une teneur en eau voisine de l'**Optimum Proctor Normal**.
- Pour les sols peu sensibles à l'eau et perméables, les excès d'eau ne sont pas gênants, car celle-ci s'évacue sous l'effet de la densification de squelette minéral.
- Mais au contraire, pour les sols sensibles à l'eau, les excès d'eau se traduisent, par des chutes de portance sensible: le sol se comporte alors comme une "boue" fluide incompatible. [6]

### VI.2.4 Engins de compactage

Le compactage a pour but de ramener la teneur en vides du sol à un niveau voisin de la teneur en vides qu'il avait avant extraction, sachant que cet objectif sera impossible à atteindre dans certains cas comme les matériaux rocheux extraits à l'explosif ou à la défonceuse. La qualité du compactage est primordiale pour éviter les tassements ultérieurs, et pour améliorer la portance du sol (**Essais Proctor et CBR**). [6]

Les engins de compactage les plus couramment utilisés sur les chantiers de terrassement sont:

- Les compacteurs à pneus ( $P_i$ ).
- Les compacteurs vibrants à cylindres lisses ( $V_i$ ).
- Les compacteurs vibrants à pieds dameurs ( $V_{P_i}$ ).
- Les compacteurs statiques à pieds dameurs ( $S_{P_i}$ ).
- Les plaques vibrantes ( $P_{Q_i}$ ). [6]

### VI.2.5 Application au projet

La méthode choisie pour le calcul est celle de **GULDEN**.

Le calcul des cubatures de terrassement sont faits à l'aide du **logiciel Piste 5.05**, les résultats sont les suivants :

- Le volume de remblai total est :  $V_R = 3052836 \text{ m}^3$ .
- Le volume de déblai total est :  $V_D = 2313947 \text{ m}^3$ .

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

A decorative border in a light brown color, resembling a scroll. It has a vertical bar on the left side with a rounded top and bottom, and a horizontal bar on the top and bottom with rounded ends. The corners are decorated with small scroll-like motifs.

***Chapitre VII***  
*Etude géotechnique*

## CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE

### VII.1 Introduction

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée. Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre des différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

Elle est essentielle pour mesurer dès l'avant-projet sommaire, l'influence des choix de profil en long et d'une manière générale du tracé en termes de coût.

L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés, Ce qui exige des reconnaissances géotechniques.

Une étude géotechnique vise à reconnaître au droit d'un aménagement existant ou à construire :

- Prolongation de l'évolution passée.
- La nature et la répartition des terrains.
- Les caractéristiques et comportements des matériaux.
- Les caractéristiques hydrauliques du site (présence d'eau, nature des écoulements, etc...).

### VII.2 Objectifs de l'étude géotechnique

La géotechnique permet la classification des matériaux provenant des déblais pour étudier la possibilité de leur réutilisation en couches de remblais et la détermination de la classe du sol support permettant la définition et le dimensionnement du corps de chaussée.

Par ailleurs, pour les déblais importants, les essais de laboratoire permettront de déterminer les caractéristiques géotechniques nécessaires à l'étude de leur talus.

Les objectifs de l'étude géotechnique se résument en :

- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.

### VII.3 Les moyens de la reconnaissance

Les moyens de la reconnaissance d'un tracé routier sont essentiellement :

- L'étude des archives et documents existants.
- Les visites de site et les essais « **in-situ** ».
- Les essais de laboratoire. [18]

#### VII.3.1 L'étude des archives et documents existants

Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont 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. [18]

### VII.3.2 Les visites sur site et les essais « in-situ »

#### VII.3.2.1 Les visites sur site

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

- Soit le prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais de laboratoire.
- Soit la mesure de certaines caractéristiques en place. [18]

Dans la plupart des cas, ces deux éléments sont combinés.

#### VII.3.2.2 La reconnaissance « in-situ »

La première reconnaissance visuelle permet d'arrêter un premier programme de reconnaissance « in-situ » en fonction des sols rencontrés et des problèmes géotechniques pressentis. [18]

Le programme peut comprendre une gamme assez variée d'investigation que l'on présentera dans ce qui suit :

##### a- Les forages

C'est le seul moyen précis pour reconnaître l'épaisseur et la nature des couches de sols en présence, on y prélève généralement des échantillons de sols remaniés ou intacts pour les besoins d'essais de laboratoire.

Les forages permettent aussi de reconnaître le niveau des nappes éventuelles et le suivi de celui-ci à l'aide de types piézométriques. Ils peuvent être réalisés : [18]

##### ➤ Manuellement

Ce sont des puits creusés à la main ou à la pelle mécanique, la profondeur ne dépassant pas 3 à 4 m qui permettent le prélèvement d'échantillons.

##### ➤ À la tarière

La tarière est un outil hélicoïdal que l'on enfonce dans le sol, il permet en premier lieu d'identifier la succession des couches de sols, leur profondeur et leur nature. De plus, les matériaux prélevés entre les spires constituent des échantillons utilisables pour des essais de caractérisation des sols.

##### ➤ À la sondeuse

Elle permet d'effectuer des forages de grandes profondeurs pour prélever des échantillons intacts ou remaniés.

##### b- Les méthodes géophysiques

##### ➤ La prospection sismique :

Le principe consiste à mesurer la vitesse de propagation des ondes primaires ou Ondes **P** (les plus rapides) et à en déduire la nature du sol traversé. [18]

**Tableau VII.1 :** Quelques valeurs de vitesses d'ondes «P» en fonction de la nature du sol.

Nature du sol	Vitesse $V_P$ (m/s)
Argiles et limons	400-1500
Sables et graviers	300 – 1200
Roches altérées	800 – 2500
Roches massives	200 – 6000

Ces méthodes permettent de déterminer de façon approximative l'épaisseur des différentes couches et leur nature, elles ne s'appliquent pas pendant pas dans le cas de fortes teneurs en eau.

➤ **la prospection électrique :**

Cette méthode est basée sur la mesure de la résistance électrique d'un volume de sol entre deux électrodes placées en surface, elle permet de connaître les différentes couches de sols, leurs épaisseurs, et en général de contrôler l'homogénéité des terrains. La méthode est bien adaptée aux sols à fortes teneurs en eau. [18]

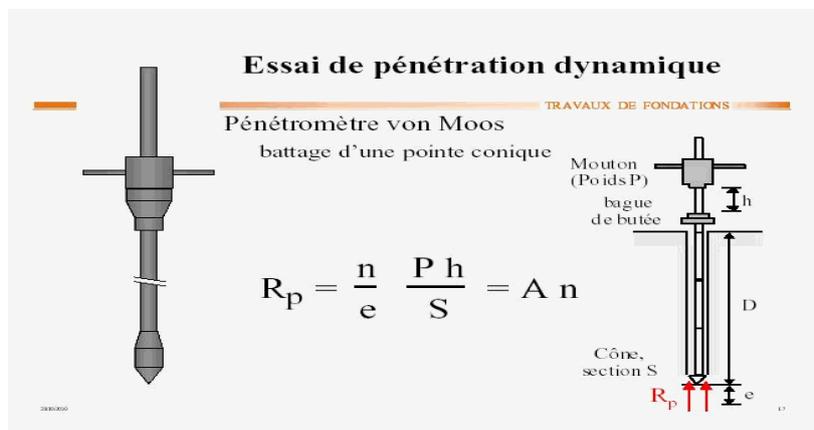
➤ **Les essais de pénétration :**

Le principe consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni d'une pointe ou d'une trousse coupante à son extrémité et de mesurer la résistance du sol à l'effort de pénétration.

Les types de pénétromètres utilisés sont : [18]

- **Pénétrömètre dynamique :**

L'essai consiste à faire pénétrer dans le sol par battage des tiges métalliques avec une pointe à l'extrémité à l'aide d'un mouton tombant une chute libre d'une altitude donnée. [18]



**Figure VII.1 :** Pénétrömètre dynamique. [18]

- **Pénétrömètre statique**

Cet essai réalisé par fonçage dans le sol, à une vitesse lente et constante 2 cm/s, à l'aide d'un vérin, des tiges terminent par un point conique. Les résultats de cet essai sont présentés sur un diagramme (pénétrogramme). [18]

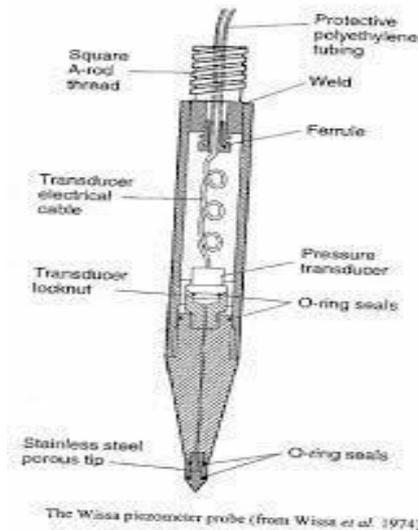


Figure VII.2 : Pénétrromètre statique. [18]

- **Le standard pénétrromètre test ou SPT**

C'est un pénétrromètre dynamique normalisé qui consiste à battre un carottier à l'aide d'un mouton, tombent d'une hauteur de chute de **76.2 cm**.

**c-Sondage**

On a plusieurs types des sondages :

- Sondage ou essai préssiométrique au droit des appuis des ouvrages d'arts, et les ouvrages courants avec lecture chaque **2 m**.
- Sondages carottés avec pose de piézomètre au niveau des déblais / remblais des hauteurs importantes. [18]

- **Sondage carotté**

Le principe des sondages carottés est de venir découper un cylindre de terrain le plus intact possible afin de réaliser des observations et des essais représentatifs des formations en place.

Le découpage des terrains peut être fait par fonçage ou battage (carottier poinçonneur) ou par rotation (carottier rotatif).

Carottage par fonçage ou poinçonnage, cette technique consiste à venir découper les terrains et faire pénétrer l'échantillon dans l'outil par poinçonnement sans rotation. [18]

En utilisées deux méthodes sont :

- **Fonçage par pression :**

Le système de forage applique une force sur le carottier afin de s'assurer une vitesse d'enfoncement supérieure ou égale à **2 cm/s** aussi constante que possible.

- **Fonçage par battage :**

L'outil est enfoncé sous l'effet de chocs générés par la tête de forage et transmis par le train de tiges. Selon la fréquence de frappe, on distingue le battage (<2 Hz), la percussion (>2Hz).

- **Carottage rotatif :**

Les carottiers rotatifs sont constitués d'un tube cylindrique à l'extrémité duquel se trouve un outil appelé couronne. L'ensemble est mis en rotation et en appui par la tête de forage via le train de tige. La couronne, munie d'éléments d'abrasion (carbure de tungstène, diamants synthétiques...), découpe le terrain qui entre à l'intérieur du tube du carottier. En fin on passe, à la remontée de l'ensemble, un extracteur rompt le contact entre la carotte et le terrain en place puis maintient la carotte à l'intérieur du tube du carottier. [18]



**Figure VII.3 :** Sondages carottés.

- **Essai pressiométrique**

L'essai pressiométrique est un essai de chargement in-situ effectué au sein du terrain, grâce à la réalisation préalable d'un forage. L'analyse des résultats permet d'obtenir pour une profondeur donnée, les caractéristiques mécaniques du sol, et d'effectuer le calcul des fondations, l'essai consiste à :

- Appliquer progressivement, selon une procédure déterminée, une pression uniforme sur la paroi du forage.
- Mesurer l'expansion de la sonde en fonction de la pression appliquée. Il permet d'obtenir les caractéristiques suivantes :
  - ✓ Le module pressiométrique **EM** qui définit le comportement pseudo-élastique du sol.
  - ✓ La pression limite **PL** qui caractérise la résistance à la rupture du sol.
  - ✓ La pression de fluage **PF** qui définit la limite entre le comportement pseudo-élastique et l'état plastique. [18]

#### **d- Les puits de reconnaissance**

Leurs objectifs sont généralement multiples :

- Recherche d'un substratum imperméable sous une couverture peu épaisse.
- Levé d'une coupe géologique détaillée.
- Prélèvement d'échantillons pour identification et essais mécaniques.

Les techniques employées dépendent des conditions d'accès, des disponibilités locales en matériels ou en personnels, et des prix qui sont très variables selon les pays. [18]

### ➤ **Avantage**

Les avantages de ce type de reconnaissance sont nombreux :

- Elles conviennent à tous les cas et peuvent être réalisées n'importe où.
- Si la mécanisation est possible, la rapidité d'exécution est grande et le prix de est faible.
- La souplesse d'emploi est considérable.
- Le creusement de ces ouvrages et leurs tenues dans le temps fournit des informations précieuses pour les travaux ultérieurs.

### ➤ **Inconvénients**

Sont liés surtout :

- À la cohésion insuffisante du terrain qui peut imposer un soutènement (augmentation du délai d'exécution et du cout).
- À la présence à faible profondeur d'une nappe phréatique.

Malgré ces défauts, le domaine d'application reste vaste particulièrement les cas où les couches superficielles se trouvent impliquées, telles que :

- Études de fondations.
- Recherche de matériaux meubles.
- Étude des sites de barrages, etc.

## **VII.4 Différents essais en laboratoire**

Les essais réalisés en laboratoire sont :

- Les essais d'identification.
- Les essais mécaniques. [19]

### **VII.4.1 Les essais d'identification**

- Teneur en eaux et masse volumique.
- Analyse granulométrique.
- Limites d'Atterberg.
- Equivalent de sable.
- Essai au bleu de méthylène (ou à la tache). [19]

#### **VII.4.1.1 Teneur en eau et masse volumique**

Utilisé pour classer les différents types de sols, le principe de la poussée d'Archimède est la base de cet essai. En effet, on mesure le volume d'eau déplacé lors de l'introduction d'un certain poids de sol sec, la connaissance du poids des grains solides et de leurs volumes permet de calculer le poids volumique de ces grains et ainsi déterminer expérimentalement certaines caractéristiques physiques des sols aux laboratoires. [19]

##### **a- Teneur en eau**

Exprime pour un volume donné, le rapport entre le poids de l'eau et le poids du sol sec, soit : [19]

$$\omega = \frac{W_w}{W_s}$$

Avec:

$W_w$  : Poids de l'eau.

$W_s$  : Poids du sol sec.

### b- Masse volumique

C'est la masse d'un matériau par unité de volume, soit : [19]

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

On calcule aussi la masse volumique sèche :

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$$

Avec:

$\gamma$  : la masse volumique

$\gamma_d$  : la masse volumique sèche

### VII.4.1.2 Analyse granulométrique

C'est un essai qui a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur. Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite emportant sur un graphique, cette analyse se fait en général par un tamisage. [19]

#### a - Séparation par tamisage

L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoirs reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes.

Les résultats sont donnés sous forme d'une courbe dite courbe granulométrique qui donne le pourcentage des passants cumulés en fonction du diamètre des particules (reportée sur une échelle semi-logarithmique). [19]

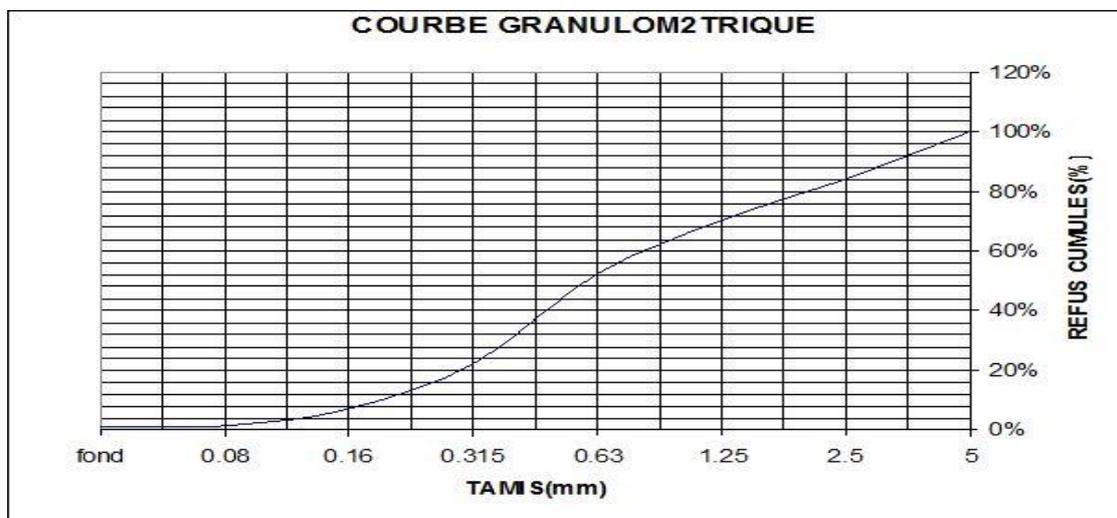


Figure VII.4 : Courbe granulométrique.

**b- Sédimentométrie**

C'est un procédé basé sur la loi de **STOKES** ou les particules sont séparées en fonction de leur vitesse de sédimentation dans une solution liquide. [19]

**Tableau VII.2 : Classification des sols selon leur granulométrie. [19]**

Dimension D des grains (mm)	Dénomination	Type de sols
$D > 20$	Cailloux	Sols grenus
$20 > D > 2$	Graves	Sols grenus
$2 > D > 0,2$	Gros sable	Sols grenus
$0,2 > D > 0,02$	Sables fins	Sols grenus
$0,02 > D > 2\mu$	Limons	Sols fins
$D < 2\mu$	Argiles	Sols fins

**VII.4.1.3 Limites d'Atterberg**

Limite de plasticité ( $W_p$ ) et limite de liquidité ( $W_L$ ), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol. L'essai s'appliquant aux sols fins, la détermination de  $W_L$  et

$W_p$  nous donne une idée approximative des propriétés du matériau étudié en le classant grâce à l'abaque de Casagrande. [19]

**a- Limite de liquidité ( $W_L$ )**

La limite de liquidité caractérise la transition entre un état plastique et un état liquide. C'est la teneur en eau pondérale, exprimée en pourcentage, au-dessus de laquelle le sol s'écoule comme un liquide visqueux sous l'influence de son propre poids. Formule de la teneur en eau pondérale : **La teneur en eau pondérale = Masse d'eau (g)/Masse de sol sec (g).** [19]



**Figure VII.5 : Limite de liquidité. [19]**

La relation qui permet de trouver la limite de liquidité est : [19]

$$W_L = \omega \times \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

Avec :

N : Nombre de coups.

$\omega$  : Teneur en eau au moment de l'essai donnant N coups.

### b- Limite de plasticité ( $W_P$ )

La limite de plasticité caractérise la transition entre un état solide et un état plastique. Cette limite indique la teneur en eau pondérale, en pourcentage optimale pour travailler un sol et favoriser le compactage. En dessous de cette limite, le sol est friable ou facilement travaillable d'un point de vue agronomique.

La limite de plasticité est déterminée par le modelage d'un petit fil avec la partie fine d'un sol sur une surface plane, non poreuse. La procédure est définie dans la **norme ASTM D 4318**. Si le sol est plastique, ce petit fil conserve sa forme jusqu'à un diamètre très étroit. L'échantillon peut alors être reformulé et l'essai est répété. Comme la teneur en humidité diminue à cause de l'évaporation, le fil commence à se briser à grands diamètres.

La limite de plasticité est définie comme étant la teneur en eau, où le fil se casse à un diamètre de **3 mm (environ 1/8)**. Un sol est considéré comme non plastique, si un fil ne peut pas rouler jusqu'à **3 mm**, quel que soit le taux d'humidité de la partie fine du sol. [19]



Figure VII.6 : Limite de plasticité. [19]

### c- L'indice de plasticité ( $I_P$ )

L'indice de plasticité mesure l'étendue de la plage de teneur en eau dans laquelle le sol se trouve à l'état plastique. Suivant la valeur de leur indice de plasticité, les sols peuvent se classer comme suit : [19]

$$I_P = W_L - W_P$$

#### ➤ But de l'essai :

- Cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement.

#### ➤ Domaine d'utilisation :

- L'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme).

La classification décrite ci-après distingue les seuils suivants :

**Tableau VII.3 : Classification des sols selon  $I_p$  . [19]**

Indice de plasticité	Degré de plasticité
$0 < I_p < 5$	Faiblement plastique
$5 < I_p < 15$	Moyennement plastique
$15 < I_p < 40$	Plastique
$I_p > 40$	Très plastique

Les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est-à-dire les sols qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité, sont donc très sensibles à une faible variation de la teneur en eau.

#### VII.4.1.4 Equivalent de sable

Lorsque les sols contiennent très peu de particules fines, **les limites d'ATTERBERG** ne sont pas mesurables, pour décaler la présence en quantité plus ou moins importante de limon et d'argile, on réalise un essai appelé « **Équivalent de sable** ». [19]

➤ **But de l'essai :**

Cet essai permet de mettre en victoire la proportion relative de poussière fine nuisible dans un matériau. Utilisé pour les matériaux routiers et les sables à béton. Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les limons et argiles.

➤ **Domaine d'application :**

- Classification des sols.
- Choix et contrôle des sables à béton.

➤ **Principe de l'essai :**

L'essai équivalent de sable s'effectue sur la fraction des sols passant au tamis de **5 mm**. On place dans une éprouvette graduée un volume donné de l'échantillon auquel on ajoute un mélange d'eau et de solution flocculant destinée à mettre en suspension et à faire gonfler les particules argileuses.

Après agitation normalisée, on laisse reposer, puis on mesure la hauteur  $h_2$  du sable et la hauteur  $h_1$  du sommet du flocculant. On calcule enfin la valeur de l'équivalent de sable :

$$ES = 100 \times \frac{h_2}{h_1}$$

Avec:  $h_2$  : Hauteur de sable propreseulement.

ES : équivalence de sable.

$h_1$  : Hauteur de sable propre+ éléments fin.

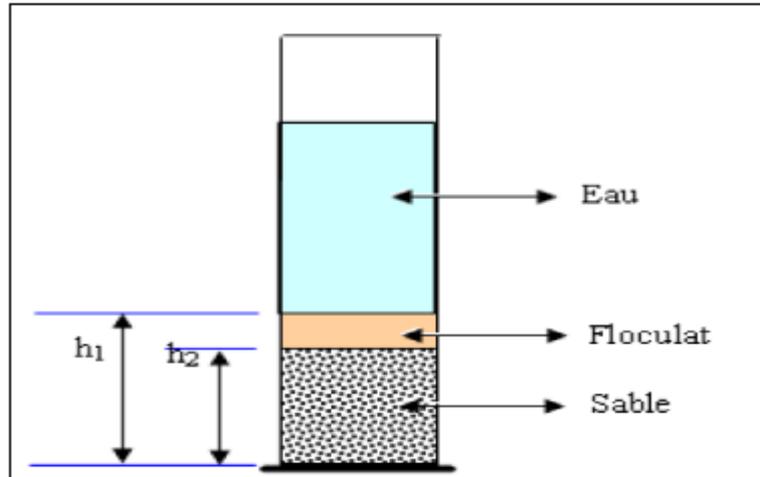


Figure VII.5 :Essai équivalent sable. [19]

#### VII.4.1.5 Essais au bleu de méthylène

L'essai au bleu de méthylène, également appelé « **essai à l'attache** », est un essai utilisé en géotechnique pour déterminer la propreté d'un sable, d'un granulat et plus généralement d'un sol et les différents types d'argiles qu'il contient. Le bleu de méthylène est en effet adsorbé préférentiellement par les argiles du type montmorillonites (**argiles gonflantes**) et les matières organiques. Les autres argiles (**Illites et Kaolinites**) sont peu sensibles au bleu.

L'essai consiste à mesurer la quantité de bleu de méthylène adsorbée par **100 g** de sol s'appelle « **Valeur Au Bleu** » du sol et est notée **VBS**, la VBS reflète globalement :

- La teneur en argile (associée à la surface externe des particules).
- L'activité de l'argile (associée à la surface interne). [19]

Les différents intervalles de référence sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau VII.4 : Classification des sols selon VBS. [19]

Valeur de bleu méthylène (VBS)	Catégorie du sol
<b>VBS &lt; 0.1</b>	sol insensible à l'eau
<b>0.2 &lt; VBS &lt; 1.5</b>	sol sablo limoneux, sensible à l'eau
<b>1.5 &lt; VBS &lt; 2.5</b>	sol sablo argileux, peu plastiques
<b>2.5 &lt; VBS &lt; 6</b>	sol limoneux de plasticité moyenne
<b>6 &lt; VBS &lt; 8</b>	sol argileux
<b>VBS &gt; 8</b>	sol très argileux

➤ **Principe de l'essai :**

L'essai au bleu de méthylène est pratiqué sur la fraction granulaire **0/2 mm** des sables courants ou sur les fillers (**0 / 0,125 mm**) contenus dans une sable filerie, un gravillon ou un tout-venant. Il a pour but de révéler la présence de fines de nature argileuse et d'en déterminer la concentration.

On appelle valeur de bleu **VB** d'un sable (**MB dans la norme européenne**), la quantité en grammes de bleu de méthylène adsorbée par **1 kg** de fraction **0/2mm** du sable. [19]



Figure VII.6 : Essai du bleu. [19]

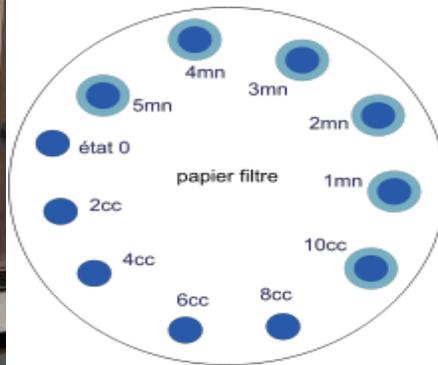


Figure VII.7 : Résultat de l'essai du bleu. [19]

#### VII.4.2 Les essais mécaniques

On vérifié la compétence mécanique du sol support de chaussée à l'aide de :

- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Essai Micro Deval.
- Cisaillement à la boîte et /ou Triaxial.
- Essais œdométriques ou gonflement libre. [19]

##### VII.4.2.1 Essai PROCTOR

L'essai Proctor est un essai routier conviennent à la plupart des sols. Selon la granulométrie du sol et suivant l'ouvrage en terre à réaliser (barrage en terre, digue, fondation de chaussées, piste d'aérodrome...), on utilise différentes variantes de l'essai Proctor.

Suivant la granulométrie du sol, l'essai Proctor peut être effectué dans un **moule normal** ou dans un **moule CBR**.

1. **Le moule normal** : est utilisé pour les sols qui comportent des éléments sont inférieurs à 5mm (dimensions : diamètre=102mm, hauteur=117mm).
2. **Le moule CBR** : est utilisé pour les sols qui comportent des éléments des diamètres supérieurs à 5mm. (dimensions : diamètre=152mm, hauteur=152mm).

Suivant l'énergie appliquée l'essai est qualifié de normal ou modifié. Avec chacun des deux moules, on peut effectuer les deux essais :

- **L'essai Proctor normal** : met en œuvre une énergie relativement faible qui correspond à un compactage modéré. L'essai Proctor normal est utilisé pour les études de remblai en terres. (barrages, digues).

- **L'essai Proctor modifié** : met en œuvre une énergie de compactage plus importante normalement nécessaire pour la réalisation des sols de fondations (routes, pistes aérodromes). [19]

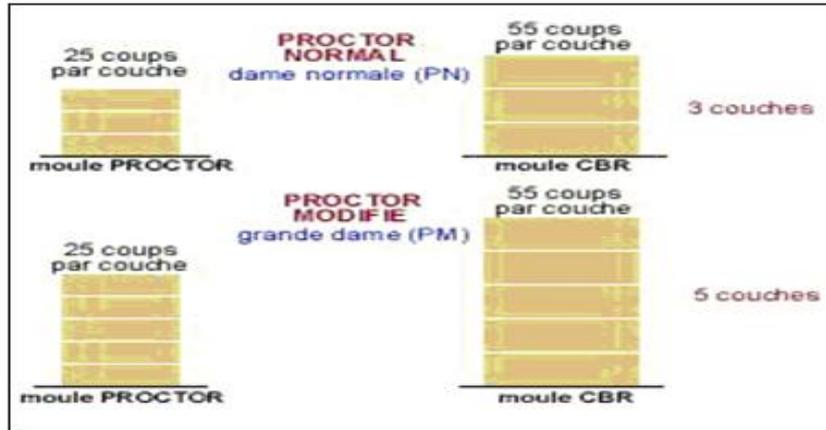


Figure VII.8 : Variantes de l'essai Proctor. [19]

L'appareillage utilisé dans l'essai Proctor est représenté dans la figure suivante :

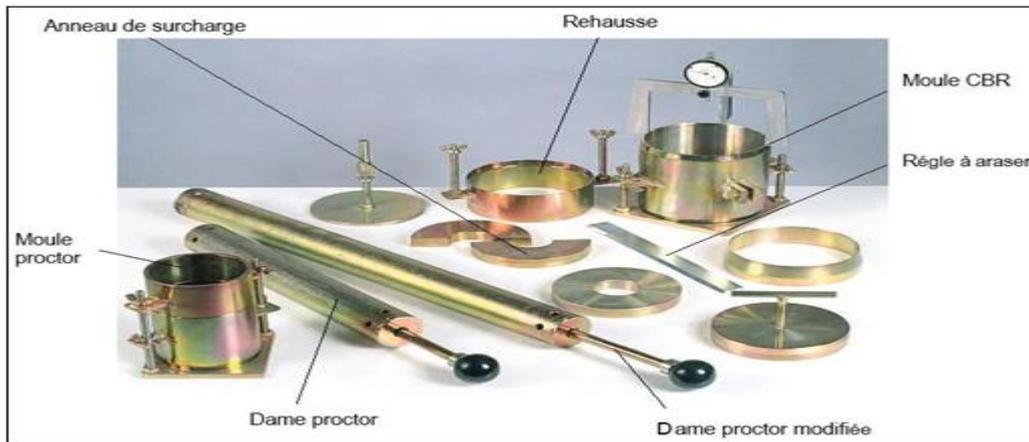


Figure VII.9 : Appareillage de l'essai Proctor. [19]

➤ **Principe de l'essai :**

L'essai consiste à mesurer le masse volumique sèche d'un sol disposé en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couche étant compacté avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage. Les grains passants par le tamis de **5 mm** sont compactés dans le moule Proctor. [19]

➤ **But de l'essai :**

L'essai Proctor consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage (la réduction de son volume par réduction des vides d'air) et une teneur en eau c'est-à-dire la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour un compactage bien défini. [19]

➤ **Domaine d'utilisation :**

Cet essai est utilisé pour les études de remblai en terre, en particulier pour les sols de fondations (route, piste d'aérodromes). [19]

➤ **Courbe de l'essai Proctor :**

Cette courbe appelée courbe Proctor présente une valeur maximale de la masse volumique sèche  $\gamma_d$  obtenue pour une valeur optimum  $W_{opt}$  de la teneur en eau. Ce sont ces **2 valeurs** qui sont appelées caractéristiques de compactage de l'essai Proctor normal ou Proctor modifié suivant l'essai réalisé. [19]

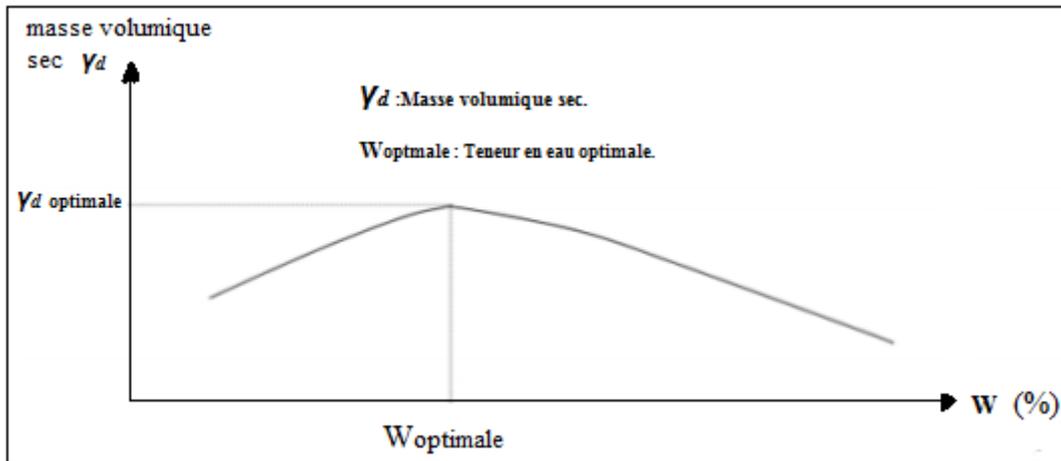


Figure VII.10 : Courbe Proctor. [19]

**VII.4.2.2 Essai CBR (California - Bearing – Ratio)**

L'indice portant californien ou **CBR** est le rapport exprimé en % de la pression obtenue sur le matériau étudié à la pression obtenue sur un matériau standard pour un même enfoncement. On réalise en général trois essais : « **CBR standard** », « **CBR immédiat** », « **CBR imbibé** ».

➤ **Principe de l'essai :**

On compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum (**Proctor modifié**) avec trois (3) énergies de compactage **25 c/c** ; **55 c/c** ; **10 c/c** et imbibé pendant quatre (4) jours. Les passants sur le tamis inférieur à **20 mm** dans le moule **CBR**.

On mesure **2 types** d'indices en fonction des buts fixés :

- **L'indice Portant immédiat (IPI) :** Il caractérise l'aptitude du sol à permettre la circulation des engins de chantier directement sur sa surface.
- **L'indice C.B.R. après immersion :** Il caractérise l'évolution de la portance d'un sol support (ou constituant de chaussée) compacté à différentes teneurs en eau et soumis à des variations de régime hydrique. [19]

➤ **But de l'essai :**

L'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.

➤ **Domaine d'utilisation :**

Cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements et de l'intensité du trafic routier prévisionnel.



Figure VII.11 : Essai CBR. [19]

#### VII.4.2.3 Essai Los Angeles

L'essai Los Angeles est un essai très fiable est de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau. [19]



Figure VII.12 : Machine Los Angeles.

#### ➤ Principe de l'essai :

L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1.6 mm** produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine **Los Angeles**.

Le coefficient Los Angeles (**LA**) est donné, en pourcentage par le rapport des éléments passant au tamis de **1.6 mm** séché après lavage (**M1**) et de la masse initiale des grains intacts (**M0**).

#### ➤ But de l'essai :

L'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.

➤ **Domaine d'application:**

L'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement).

Une valeur de **LA < 30** est recommandée pour la couche de forme ainsi que les différentes couches d'une structure de chaussée. Plus la valeur (**LA**) est élevée, moins le granulat est dur.

**Tableau VII.5 : Appréciation des résultats. [19]**

Valeurs repères	
Coefficient Los Angeles	Appréciation
<b>LA &lt; 15</b>	Très bon à bon
<b>15 &lt; LA &lt; 25</b>	Bon à moyen
<b>25 &lt; LA &lt; 40</b>	Moyen à faible
<b>LA &gt; 40</b>	Médiocre

**VII.4.2.4 Essai Micro Deval**

➤ **Principe de l'essai :**

L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1.6 mm (Tamis de 1.6 mm)** produits dans la **machine Deval** par les frottements réciproques. [19]

➤ **But de l'essai :**

L'essai Micro Deval humide permet de mesurer la résistance à l'usure des matériaux dans des conditions bien définies. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à se cou en présence d'eau.

➤ **Domaine d'application:**

Choix des matériaux utilisés dans les structures de chaussée.



**Figure VII.13 : Machine Micro Deval.**

VII.4.2.5 Cisaillement à la boîte et /ou Triaxial

➤ **But de l'essai :**

Il s'agit de déterminer les caractéristiques mécaniques d'un sol en procédant au cisaillement rectiligne d'un échantillon sous charge constante. L'essai de cisaillement permet de tracer la courbe intrinsèque du sol étudié, et de déterminer son angle de frottement interne  $\phi$  et sa cohésion  $C$ . Ces valeurs servent entre autre à déterminer la contrainte admissible par le sol dans le cas de fondations superficielles et la poussée du sol sur un mur de soutènement. [19]

➤ **Principe de l'essai**

L'échantillon de sol à étudier est placé entre deux demi-bottes qui peuvent se déplacer horizontalement l'une par rapport à l'autre. Un piston permet d'exercer sur le sol une contrainte normale ( $\sigma$ ) déterminée.

La demi-botte inférieure est entraînée horizontalement à vitesse constante. La force totale de cisaillement  $F$  est mesurée à l'aide d'un anneau dynamométrique fixé à la demi-botte supérieure. Un comparateur mesure la déformation verticale de l'échantillon. L'échantillon subit donc un cisaillement direct et rectiligne suivant un plan imposé sur lequel nous exerçons une contrainte normale déterminée.

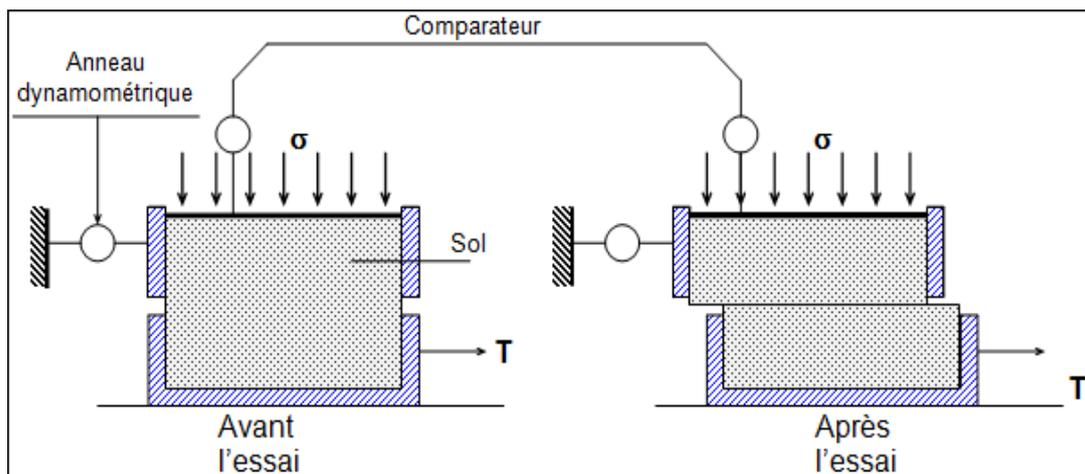


Figure VII.14 : La boîte de cisaillement. [19]

➤ **Différents types d'essais**

a- Essai non consolidé non drainé UU

- Sol fin saturé

L'essai s'effectue, sans consolidation préalable, drainages fermés, sous une vitesse de cisaillement rapide. L'essai correspond au comportement à court terme d'un sol fin saturé. Le résultat de l'essai est indépendant de la contrainte hydrostatique  $\sigma_3$ . En effet, l'augmentation de  $\sigma_3$  ne modifiant pas les contraintes effectives, les déformations restent les mêmes et la rupture se produit au même instant quelle que soit la pression  $\sigma_3$ . [19]

$$\phi_u = 0 \quad C_U \neq 0$$

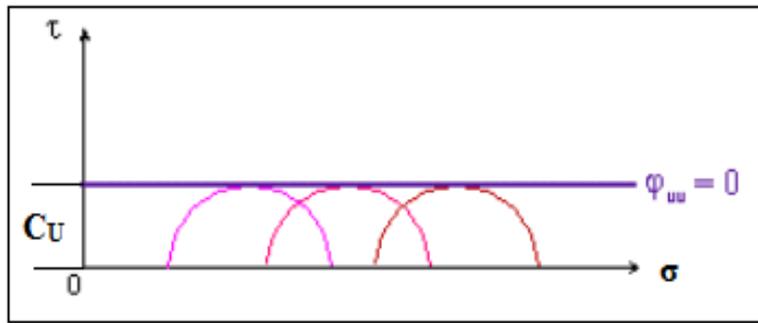


Figure VII.15 : Essai UU sur un sol fin saturé.

• Sol fin non saturé

L'essai s'effectue, sans consolidation préalable, drainages fermés, sous une vitesse de cisaillement rapide. L'essai correspond au comportement à court terme d'un sol fin non saturé. Tant que le sol ne devient pas saturé par diminution de volume, la résistance au cisaillement augmente avec  $\sigma_3$ , le sol se consolidant pendant l'essai.

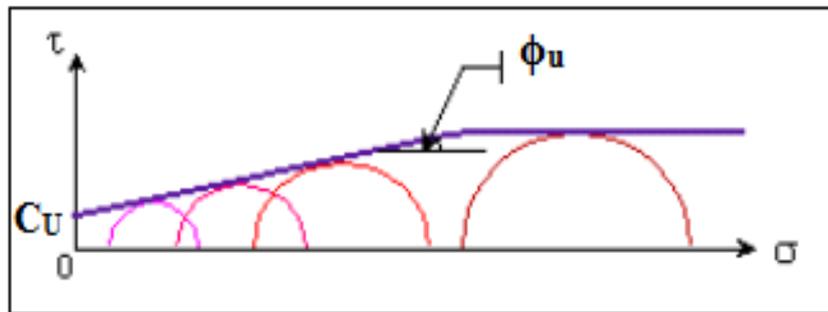


Figure VII.16 : Essai UU sur un sol fin non saturé à l'état initial.

Les caractéristiques  $C_{UU}$  et  $\phi_{UU}$  dépendent du degré de saturation  $S_r$ . Il y a donc autant de couples  $C_{UU}$  et  $\phi_{UU}$  que de degré de saturation.

C'est un cas fréquemment rencontré dans la pratique des fondations, des remblais et des digues compactés.

**b-Essai consolidé drainée CD**

L'essai consiste à consolider l'échantillon de sol sous une contrainte hydrostatique  $\sigma_3$ , en ouvrant les drainages et en attendant que la surpression interstitielle se soit dissipée, et à cisailier le sol à vitesse très lente à drainages ouverts tel que la surpression interstitielle soit constamment nulle.

L'essai **CD** correspond au comportement à long terme d'un sol fin et fournit l'angle de frottement effectif  $\phi'$  et la cohésion effective  $C'$ .

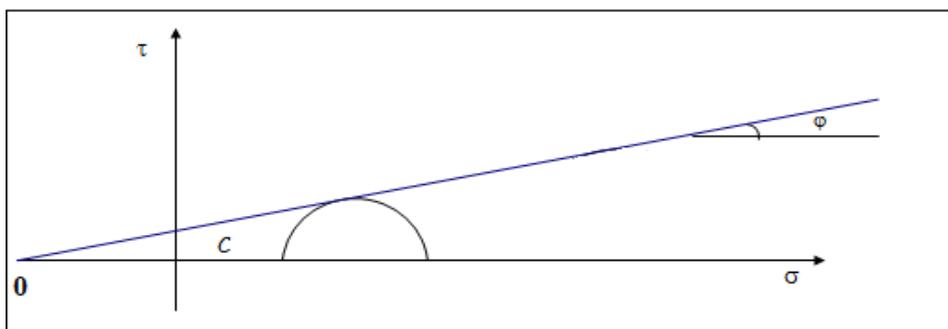


Figure VII.17 : Essai CD sur un sol fin.

**VII.4.2.6 Essais œdométriques ou gonflement libre :**

➤ **But de l'essai :**

Etudier la consolidation d'un sol saturé soumis à des charges verticales, drainé suivant cette direction et maintenu latéralement par une paroi rigide.

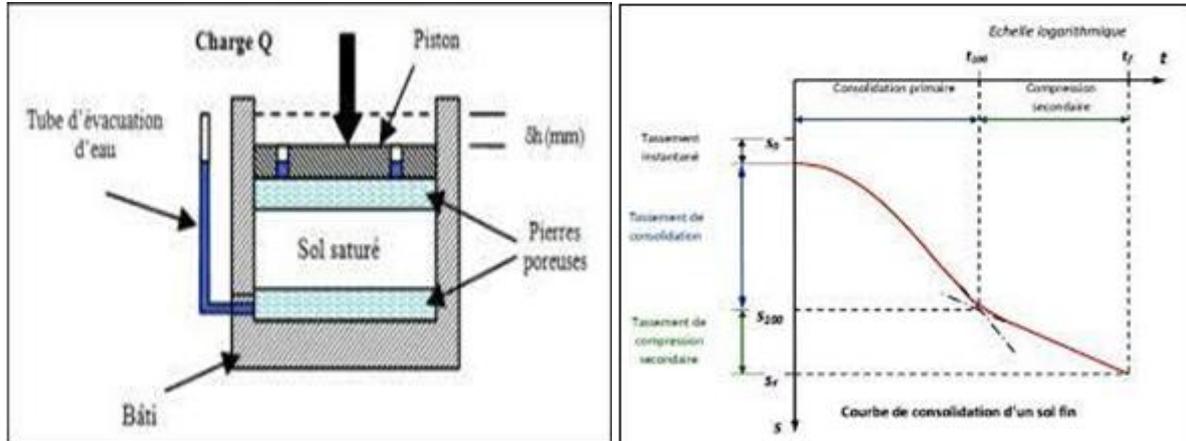
Cet essai permet de prévoir la durée et l'importance des tassements des sols sous une charge donnée en fournissant les caractéristiques du sol suivantes :

- L'indice de compression  $C_c$ .
- L'indice de gonflement  $C_s$ .
- Le coefficient de consolidation  $C_v$ .
- La contrainte de pré consolidation du sol  $\delta'_c$ .
- Le module œdométriques  $E_{\text{œd}}$ . [19]

➤ **Principe de l'essai :**

L'œdomètre se compose d'un cylindre métallique dans lequel on vient placer l'échantillon entre deux pierres poreuses. On exerce une contrainte sur le sol à l'aide d'un piston relié à un levier d'amplification de la charge (**effort axial vertical**).

L'essai consiste à soumettre un échantillon d'un sol fin et saturé à une série de surcharges verticales et de suivre l'évolution des déformations verticales en empêchant toute déformation latérale. L'échantillon de sol est placé entre deux pierres poreuses qui permettent de drainer le sol, dans une moule œdométrique qui empêche les déformations latérales on applique une série de pression verticale et on suit l'évolution des déformations verticales du matériau en fonction de temps, à l'aide des comparateurs.



**Figure VII.17 :** Essai œdométrique.

**VII.4.3 Les essais chimiques**

Pour connaître la composition chimique et l'agressivité de notre sol il faut passer par des différents essais, parmi lesquels les plus importants sont :

- Teneur en carbonate % de  $\text{CaCO}_3$ .
- Détermination du taux des sulfates.
- Détermination du taux de sels solubles.
- Détermination du **PH**.
- Détermination du taux de chlore. [19]

### VII.5 Condition d'utilisation des sols en remblais

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

Un remblai de bonne qualité doit être incompressible, pour ce faire il faut que sa densité soit maximum.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

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

Les remblais seront donc :

- Régler et soigneusement compactes sur la surface pour laquelle seront exécutés surtout si l'épaisseur est très importante.
- Les matériaux des remblais seront étalés par couche de **30 cm** d'épaisseur en moyenne avant leurs compactages.
- Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

### VII.6 Application au projet

#### VII.6.1 Essais chimiques

**Tableau VII.6 : Résultats des essais chimiques. [3]**

Code sondage	PK	Profondeur échantillon [m]		Analyse chimique				
		de	à	SO <sub>4</sub> [mg/Kg]	CaCO <sub>3</sub> [%]	Cl- [mg/Kg]	pH	MO [%]
<b>S-OA04-1</b>	15+598	3.00	3.20	0.2491	11.9	0.1892	7.1	3.94
		5.00	5.30	0.1892	5.21	0.2875	7.3	1.31
		7.00	7.20	traces	2.3	traces	7.2	1.04
		12.00	12.20	traces	traces	traces	7	1.30
		18.80	19.00	traces	1.02	traces	7.1	1.04
<b>S-OA04-4</b>	16+081	1.80	2.00	0.2148	9.58	0.1125	7.1	2.28
		5.00	5.20	0.1158	3.54	0.2258	7.2	1.02
		8.00	8.30	traces	2.89	traces	7.1	1.01

VII.6.2 Sandage

Tableau VII.7 : Sondages réalisés dans les secteurs en étude. [3]

Phase	Sondages Code	PK	Hors d'axe [m]	Coordonnées (système local)			Profondeur [m]	Type	Piézomètre [m]	Essais in-situ
				X	Y	Z				
EXE	S-OA04-1	15+598	-	52558.87	181419.05	105.33	20	Carotté et pressiométrique	20	20 essais pressiométriques 10 SPT 13 échantillons 1 Lefranc
EXE	S-OA04-2	15+777	1 SE	52445.55	181280.40	106.35	25	Carotté et pressiométrique	25	24 essais pressiométriques 7 SPT 9 échantillons 1 Lefranc
EXE	S-OA04-P5	15+980	-	52300.44	181137.63	109.35	24	Pressiométrique	-	12 essais pressiométriques
EXE	S-OA04-3	15+918	-	52345.14	181180.43	108.52	25	Carotté et pressiométrique	25	12 essais pressiométriques 7 SPT 8 échantillons 1 Lefranc
EXE	S-OA04-4	16+081	4 SE	52230.62	181064.77	114.73	20	Carotté et pressiométrique	20	10 essais pressiométriques 10 SPT 15 échantillons 1 Lefranc
EXE	S-RL05-1	16+571	-	51932.25	180680.61	266.61	25	Carotté et pressiométrique	-	10 essais pressiométriques 8 SPT 6 échantillons 3 Lugeon
EXE	S-RL05-2	17+256	2 O	51769.59	180017.66	174.11	30	Carotté	30	10 SPT 19 échantillons 1 Lefranc
EXE	S-RL05-3	18+618	5 SE	50926.15	178994.74	267.56	26	Carotté	26	9 SPT 11 échantillons
EXE	S-RL05-4	18+764	-	50795.93	178929.54	278.94	25	Carotté et pressiométrique	25	12 essais pressiométriques 5 SPT 9 échantillons 2 Lefranc
EXE	S-OA05-1	19+170	2 NO	50465.76	178698.05	248.68	20	Carotté et pressiométrique	20	10 essais pressiométriques 3 SPT 3 échantillons 3 Lefranc
EXE	S-OA05-P1	19+220	-	50436.47	178657.48	238.94	25	Pressiométrique	-	10 essais pressiométriques
EXE	S-OA05-2	19+277	2 E	50410.74	178605.42	240.26	25	Carotté et pressiométrique	25	12 essais pressiométriques 8 SPT 8 échantillons 5 Lefranc
EXE	S-OA05-3	19+366	2 E	50372.88	178524.44	225.61	25.5	Carotté et pressiométrique	25.5	12 essais pressiométriques 1 SPT 11 échantillons 2 Lefranc
EXE	S-OA05-P4	19+400	-	50362.83	178487.01	215.84	24	Pressiométrique	-	10 essais pressiométriques
EXE	S-OA05-4	19+475	8 O	50332.18	178423.05	228.00	25	Carotté et pressiométrique	-	12 essais pressiométriques 2 SPT 11 échantillons 2 Lefranc
EXE	S-OA05-P6	19+520	-	50315.59	178365.20	236.60	24	Pressiométrique	-	10 essais pressiométriques
EXE	S-OA05-P7	19+580	-	50326.62	178311.90	244.21	24	Pressiométrique	-	10 essais pressiométriques
EXE	S-OA05-5	19+615	-	50328.59	178282.18	250.07	25	Carotté et pressiométrique	25	10 essais pressiométriques 8 SPT 9 échantillons 3 Lefranc 2 Lugeon
EXE	S-OA05-6	19+665	6 O	50323.01	178231.71	258.28	20	Carotté et pressiométrique	20	10 essais pressiométriques 1 SPT 7 échantillons

Phase	Sondages Code	PK	Hors d'axe [m]	Coordonnées (système local)			Profondeur [m]	Type	Piézomètre [m]	Essais in-situ
				X	Y	Z				
EXE	S-RL06-1	20+224	2 O	50353.02	177676.51	310.03	40	Carotté	40	2 SPT 23 échantillons 2 Lefranc 2 Lugeon
EXE	S-RL06-2	20+813	15 NO	50064.68	177171.83	344.80	40	Carotté	40	7 échantillons 2 Lefranc 1 Lugeon
EXE	S-RL06-3	21+460	1 E	49945.89	176551.96	353.07	40	Carotté	40	10 échantillons 1 Lefranc
EXE	S-OA06-1	22+454	5 O	50067.60	175619.20	354.03	20	Carotté et pressiométrique	20	3 essais pressiométriques 3 SPT 7 échantillons 6 Lefranc
EXE	S-OA06-4	<i>pas encore réalisé</i>								
EXE	S-OA06-2	22+650	-				25	Carotté et pressiométrique	25	10 essais pressiométriques 5 SPT 3 échantillons 4 Lefranc
EXE	S-OA06-5	<i>pas encore réalisé</i>								
EXE	S-OA06-3	22+846	11 O	49948.67	175244.49	364.46	20	Carotté et pressiométrique	20	8 essais pressiométriques 1 SPT 4 échantillons 1 Lefranc
EXE	S-RL07-1	23+347	-	50066.02	174763.10	416.32	40	Carotté	23	1 SPT 3 échantillons 1 Lugeon
EXE	S-RL07-2	24+246	15 NE	50769.35	174224.98	468.26	40	Carotté	-	3 Lugeon

### VII.6.3 Puits de reconnaissance

**Tableau VII.8 : Unités géotechniques reconnues. [3]**

Unité géotechnique	Sub-unité géotechnique	Lithologie	Unité géologique	Age
Ug1	-	Alluvions grossiers, dépôts colluviaux de lithologies rocheuses	Alluvions actuelles Alluvions récentes	Quaternaire
Ug2	Ug2	Alluvions fins, dépôts colluviaux	Alluvions récentes Alluvions anciennes	Quaternaire
	Ug2a	Alluvions fins avec blocs et cailloux		
Uf	-	Dépôts hétérogènes	Glissements Eboulis	Quaternaire
Ug3	Ug3b	Argiles marneuses (profil d'altération)	Miocène marin	Miocène (Burdigalien- Langhien)
	Ug3a	Marnes argileuses (profil d'altération)		
	Ug3	Marnes		
Ug4	Ug4b	Argiles et marnes	Nappe Numidienne Flysch Kabyle	Oligocène
	Ug4a	Grès quartzeux		
	Ug4	Flysch (grès avec niveaux argileux)		
Ug5	Ug5b	Pelites et argilites feuilletées	Flysch Massilien	Crétacé inférieur
	Ug5a	Quartzites, grès fins et calcaires		
	Ug5	Flysch pelito-quartzitique		
Ug6	Ug6	Marnes et marnes calcaires, calcaires noirs, niveaux conglomératiques	Flysch du Crétacé inférieur – Jurassique supérieur	Néocomien
	Ug6a			

Au fin de définir l'extension et l'épaisseur de la purge dans le tronçon en étude, ont été réalisés 46 puits de reconnaissance avant le remblaiement, jusqu'à la profondeur maximale de 5 m et chaque 50 m le long de presque tous le tronçon.

Pour chaque puits a été relevé la teneur en eau tous les 50 cm. Cela nous a permis de faire les observations suivantes:

- L'unité Ug2 présent valeurs de teneur en eau autour de 20% dans la premier par du tronçon et meneur entre PK 21+800 et 23+100.
- dans l'unité Uf, les valeurs de teneur en eau sont très variables et augmentent de PK 16+800 ( $W_n < 20\%$ ) à PK 18+400 ( $W_n > 20\%$ ); entre PK 21+000 et PK 22+000 les teneurs en eau sont tous inferieur du 20%.
- l'unité Ug3b est caractérisé par valeurs variables d'environ 20% jusqu'à la PK 16+400 à meneurs du 20% entre les PK 16+500 et 17+600.
- l'unité Ug3a entre les PK 16+000 et 17+000 présent valeurs meneurs du 20%, tandis que, après de PK 17+500 la teneur en eau est moyennement autour du 20%.
- les unités Ug4b, Ug4a et Ug4 sont caractérisées par valeurs meneurs du 20% le long de tout le tronçon où affleurantes.
- l'unité Ug5 est caractérisée par valeurs de teneur en eau meneurs du 20%, à moins que peu valeurs autour au 20% entre les PK 21+800 et 22+200.
- les peu données de teneur en eau dans l'unité Ug5b, entre les PK 23+400 et 24+000, sont meneur du 20%.

Le long du tracé, jusqu'à environ PK 19+500, les valeurs de teneur en eau sont plus ou moins constantes dans le gap du 15-25% mais il est possible d'identifier deux secteurs où ces valeurs sont moyennement plus bas : entre PK 16+400 et PK 17+000 et dans l'autour du PK19+000. Après de la PK 19+500 les valeurs de teneur en eau son moyennement inferieurs au 20%. [3]

#### VII.6.4 Essai de CBR

**Tableau VII.9:** Résultats des essais **CBR** réalisés dans le secteur en étude. [3]

Phase d'étude	Code Puits	PK [Km]	Profondeur Puits [m]	Densité sec [kN/m <sup>3</sup> ]	55 coups		25 coups	
					Indice CBR	Gonflement [%]	Indice CBR	Gonflement [%]
EXE	197	15+500	3.1	19.0	1.65	6.90	1.65	6.41
EXE	199	16+250	5	15.8	1.64	1.56	1.10	0.43
EXE	206	17+200	3	18.5	2.21	8.98	1.65	8.98
EXE	211	17+450	4.5	17.7	5.01	2.63	4.46	2.98
EXE	215	17+650	5	18.8	2.20	8.89	1.10	8.93
EXE	218	18+100	2	18.4	1.65	6.87	1.10	8.35
EXE	222	18+400	1.5	17.6	2.20	6.69	1.65	7.22
EXE	223	19+000	5	18.8	2.20	2.28	1.65	3.03

Ces essais montrent une portance faible pour les essais effectués aux PK 16+250, 17+450 et 19+000 et moyenne dans les autres essais.

Les valeurs de l'indice CBR imbibé du sol support varient de 1.1 à 4.46, le sol est classé en S4 selon le catalogue du dimensionnement de chaussées neuves CTT. [3]

VII.6.5 Essais œdométriques

Tableau VII.10 : Résultats des essais œdométriques. [3]

Code	PK	Lithologie	Profondeur échantillon [m]	Ug	Teneur en eau $w_n$ [%]	Koppula (1981) $C_c$ [%]	œdomètre				
							$P_c$ [kPa]	$C_c$ [%]	$e_0$ [œd]	OCR	$C_g$ [%]
S-OA04-1	15+598	Limon argileux	3.10	Ug2	20.09	18.68%	140	18.34	-	4	1.86
		Sable limoneux avec gravier	5.15	Ug2			168	10.68	-	3	1.77
		Marne argileuse	17.85	Ug3a			192	9.35	-	1	1.34
S-OA04-2	15+777	argile graveleuse	9.81	Ug2	11.64	10.83%	116	14.96	0.560	1	3.63
S-OA04-3	15+918	Argile schisteuse grisâtre	14.11	Ug3a	15.23	14.16%	115	19.5	0.699	1	4.72
S-OA04-4	16+081	argile beige graveleuse	3.25	Ug2			145	17.21	-	4	1.75
		argile beige graveleuse	5.10	Ug2			158	10.11	-	3	1.28
		argile schisteuse grise	7.75	Ug3a			182	9.02	-	2	1.14
S-RL05-2	17+256	argile graveleuse beige	10.78	Uf(E1)	13.15	12.23%	245	9.61	0.546	2	3.63

Tableau VII.11: Caractérisation des paramètres de consolidation. [3]

Unité géotechnique Ug	$C_c$	$C_s$	$e_0$	OCR
	[%]	[%]	[-]	[-]
Ug2	10-18	1.3-2.4	0.5-0.7	1-4
Uf(E1)	9-10	1.2-1.3	0.5-0.7	2
Ug3a	9-19	1.2-2.5	0.5-0.7	1-2

VII.6.6 Essais de cisaillement rectiligne UU

Tableau VII.12 : Valeurs des essais de cisaillement rectiligne UU. [3]

Code	PK	Profondeur échantillon (m)		Ug	Vitesse mm/min	$\sigma$ [kPa]	$\tau$ [kPa]	$c_u$ [kPa]	$\phi_u$ [kPa]
		de	à						
S-OA04-1	15+598	3.25	3.50	Ug2	Certificats pas disponibles		56.00	29.99	
		5.80	6.00	Ug2	Certificats pas disponibles		5.00	35.64	
		10.80	11.00	Ug3a	Certificats pas disponibles		61.00	39.40	
S-OA04-2	15+777	6.03	6.35	Ug2	Certificats pas disponibles		30.00	25.53	
		14.75	15.00	Ug3a	1.00	100 200 300	182 219 260	136.00	22.90
S-OA04-3	15+918	10.23	10.36	Ug3a	1.00	100 200 300	153 200 235	102.00	20.71
		16.63	16.80	Ug3a	1.00	100 200 300	137 183 212	114.00	22.33
		8.81	8.95	Uf(E1)	1.00	100 200 300	100 172 233	31.00	34.71
S-RL05-2	17+256	14.60	14.74	Uf(E1)	1.00	100 200 300	202 246 272	116.00	26.08
		17.17	17.34	Uf(E1)	1.00	100 200 300	163 217 261	170.00	19.16
		25.87	25.98	Uf(E1)	1.00	100 200 300	207 235 261	180.00	15.19
		22.21	22.33	Ug4b	1.00	100 200 300	170 210 245	136.00	20.56

**VII.6.7 Essais de cisaillement rectiligne CD**

**Tableau VII.13 : Valeurs des essais de cisaillement rectiligne CD. [3]**

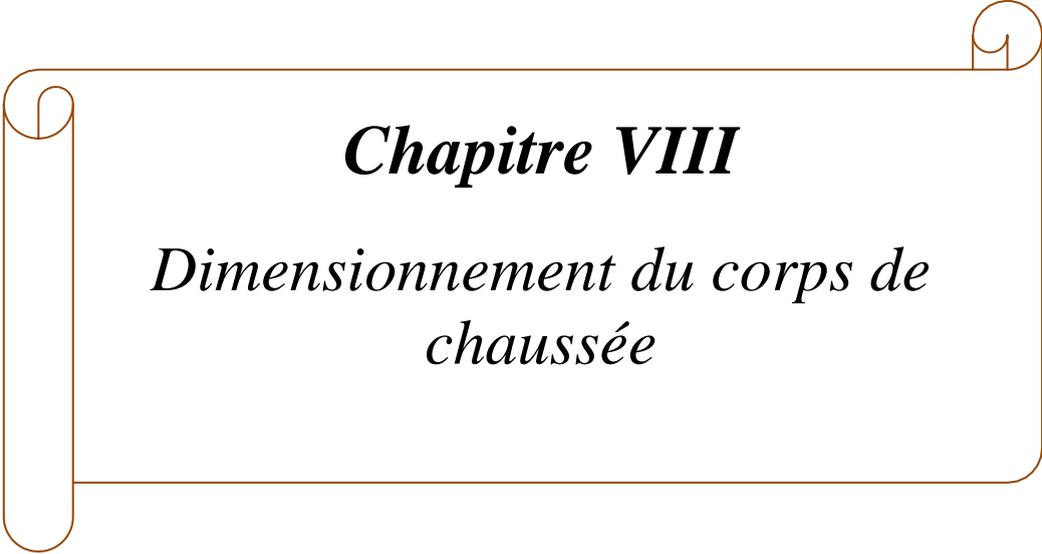
Code	PK	Profondeur échantillon [m]		Ug	Vitesse [mm/min]	$\sigma$	$\tau$	$c'$	$\phi'$
		de	à			[kPa]	[kPa]		
S-OA05-1	18+618	22.21	22.33	Ug4	0.007	100	76	23.00	28.28
						200	133		
						300	184		

**Tableau VII.14 : Valeurs des essais de cisaillement rectiligne avec  $V_{max}$  di type consolidé. [3]**

Code	PK	Profondeur échantillon [m]		Ug	Vitesse [mm/min]	$\sigma$	$\tau$	$c_u$	$\phi_u$
		de	à			[kPa]	[kPa]		
S-OA05-3	19+366	18.50	18.95	Ug4b	0.060	100	77	42.00	17.19
						200	112		
						400	165		
S-OA05-4	19+475	11.70	12.00	Ug4	0.060	100	77	37.00	20.07
						200	113		
						400	179		
S-OA05-6	19+665	17.80	18.00	Ug4b	0.060	100	74	33.00	21.08
						200	112		
						400	184		
S-RL06-1	20+224	1.40	1.70	Ug4	0.060	100	78	38.00	21.20
						200	118		
						400	193		
S-RL06-2	20+813	4.70	4.90	Ug4	0.060	100	74	33.00	20.66
						200	109		
						400	188		
S-OA06-1	22+454	14.60	15.00	Ug5b	0.060	100	77	36.00	21.71
						200	117		
						400	191		
S-OA06-2	22+650	8.70	8.90	Ug5b	0.060	100	77	40.00	19.94
						200	116		
						400	184		

**VII.7 Conclusion**

Les résultats montrent que le sol à de faibles caractéristiques mécaniques et une très faible portance avec un indice CBR inférieur à 5 donc le sol est de portance S4 (mauvais sol) il doit être renforcé par une couche de forme en tuf pour améliorer la portance du sol et passer à la portance S2 afin de pouvoir disposer les différentes couches du corps de chaussée.

A decorative border in a light brown color, resembling a scroll. It has a vertical bar on the left side with a scroll-like top and bottom. The top right corner has a scroll-like flourish. The text is centered within this border.

## ***Chapitre VIII***

### ***Dimensionnement du corps de chaussée***

## **CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE**

### **VIII.1 Introduction**

Le dimensionnement d'une structure de chaussées consiste à satisfaire à moindre coût et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité, des objectifs (durée de vie souhaitée de l'ouvrage) sous un certain nombre de paramètres (trafic, climat, matériaux locaux et politiques d'entretien).

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

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser. Il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

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

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

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

### **VIII.2 Définition la chaussée**

Une chaussée est une structure plane conçue et dimensionnée pour assurer son rôle sur une période de service minimale fixée au stade d'élaboration du projet.

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est structurée par un ensemble des couches (multicouche) des matériaux superposées.

### **VIII.3 Principe de la constitution des chaussées**

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

- De la charge des véhicules.
- Des chocs.
- Des intempéries.
- Des efforts cisaillements

### **VIII.4 Les différents types des chaussées**

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, et en combinant les matériaux routiers, trois grandes familles de structures de chaussées sont proposées : [12]

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

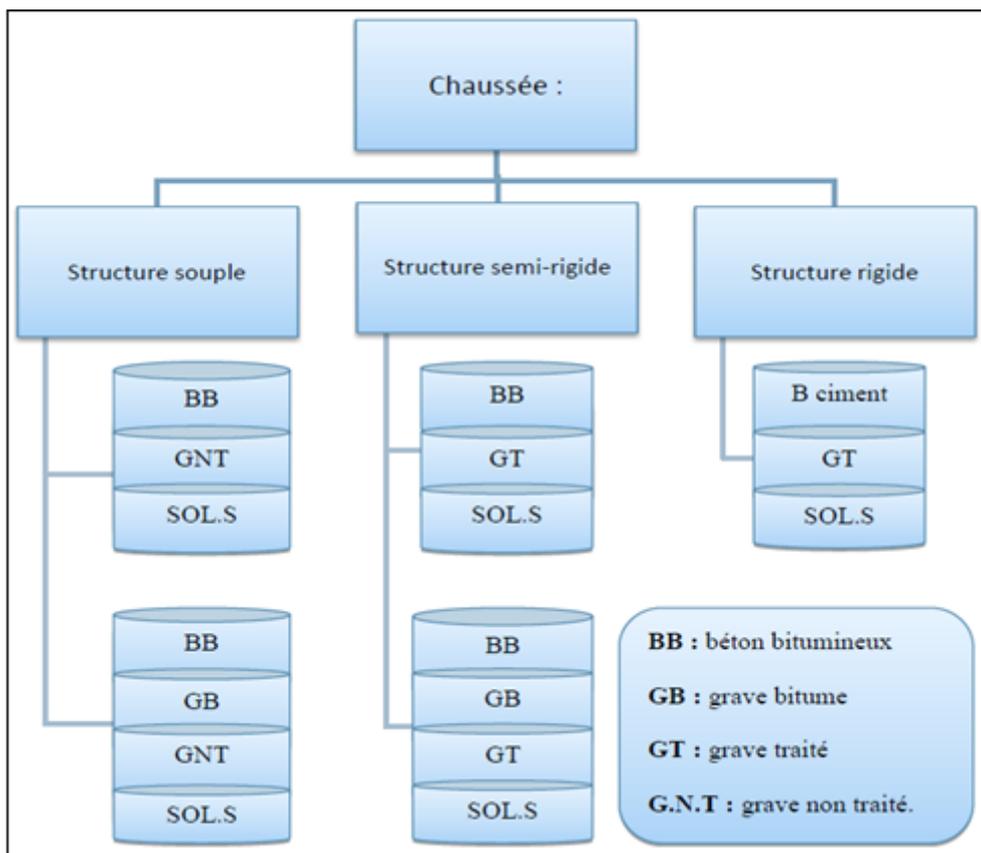


Figure VIII.1 : Les différentes catégories de chaussée.

#### VIII.4.1 Chaussées souples

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux de faible résistance à la traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures. (Croissantes de haut vers le bas)

La couche de fondation et la couche de base peuvent être constituées de grave non traité. [16]

La couche de surface est en béton bitumineux.

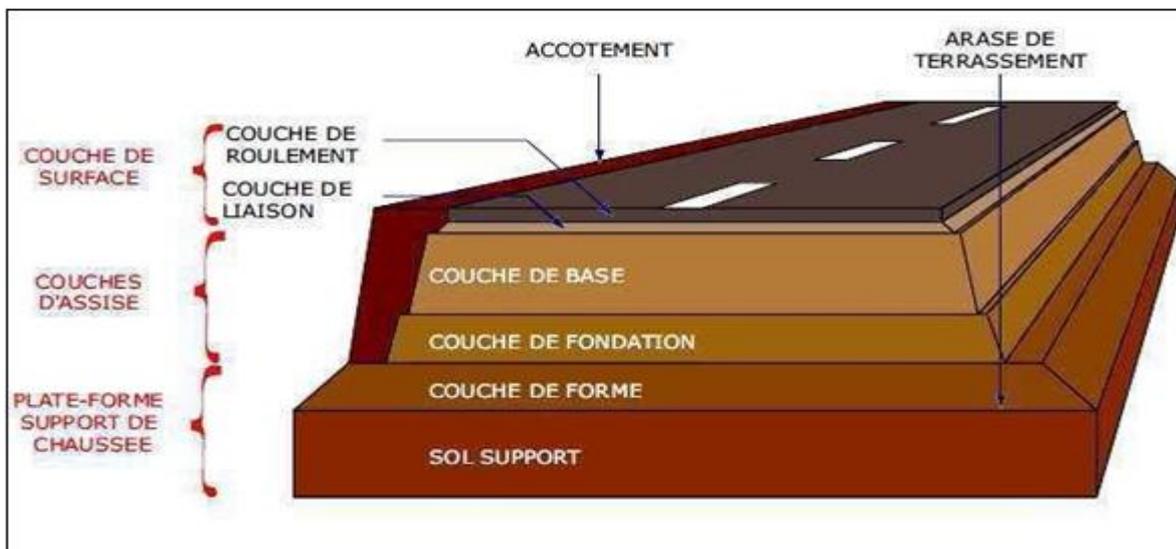
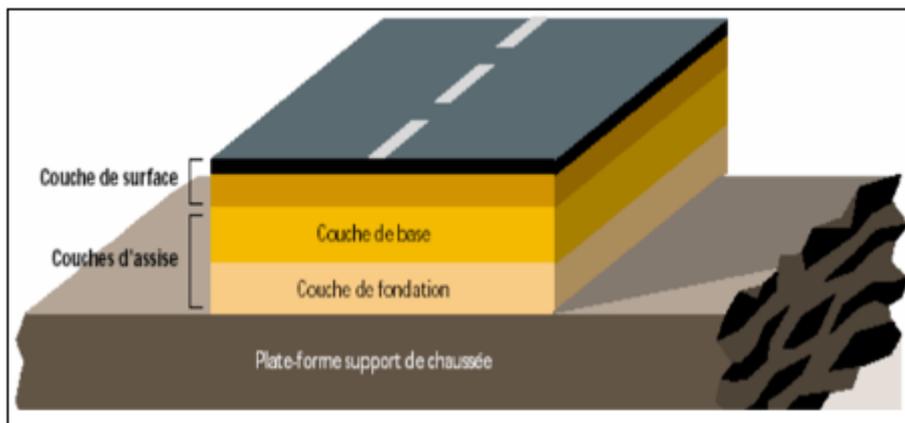


Figure VIII.2 : Coupe type d'une structure de chaussée souple.

Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic, la structure type est illustrée sur la Figure suivante :



**Figure VIII.3 : Chaussée souple à faible trafic. [20]**

### VIII.4.1.1 Justification du choix de la chaussée souple

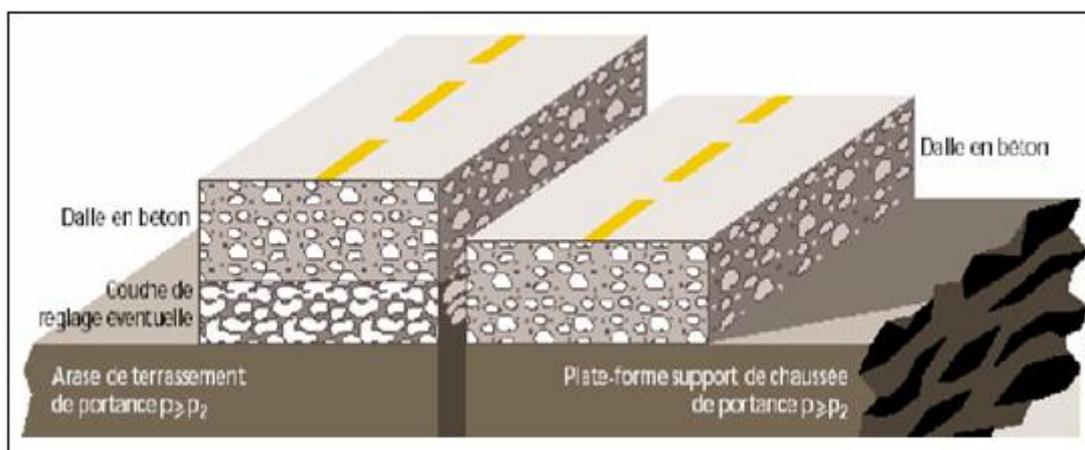
Le choix d'une chaussée bitumineuse assure :

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

### VIII.4.2 Chaussées rigides

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

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.



**Figure VIII.4 : Structure type d'une chaussée rigide. [20]**

Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic, la couche de fondation n'est pas nécessaire.

[16]

La dalle en béton de ciment peut ainsi être réalisée directement sur l'arase de terrassement ou sur la plate-forme support de chaussée.

### VIII.4.3 Chaussées semi-rigides

C'est un cas intermédiaire entre les chaussées souples et les chaussées rigides. On peut le retrouver dans les chaussées renforcées.

Elles sont plus flexibles que les bétons classiques mais moins résistantes on distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, laitier,..). La couche de roulement est en enrobé également en enrobé strictement minimale doit être de 15 mm. Ce type de chaussée
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

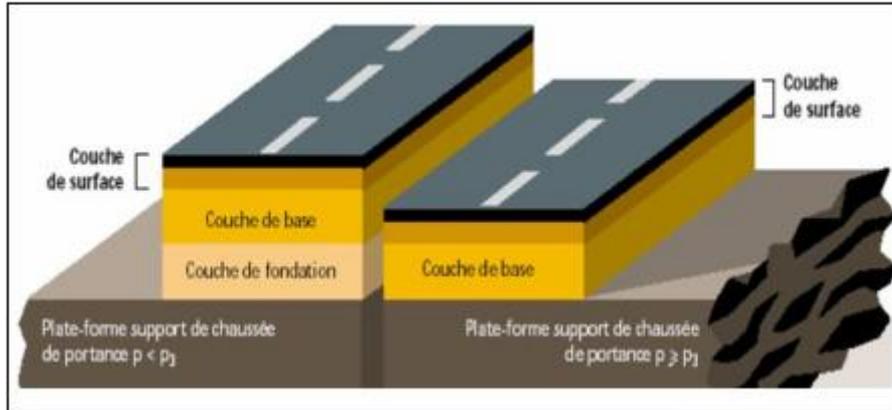


Figure VIII.5 : Structure type d'une chaussée semi-rigide. [20]

### VIII.5 Les différentes couches de chaussée

Comme la pression dans la couche granulaire décroît régulièrement en profondeur, on peut constituer une chaussée par la superposition de couches de caractéristiques mécaniques croissantes.

En principe une chaussée peut avoir les couches suivantes :

- couche de roulement.
- couche de liaison.
- couche de base.
- couche de fondation.
- couche de forme.
- couche de surface.

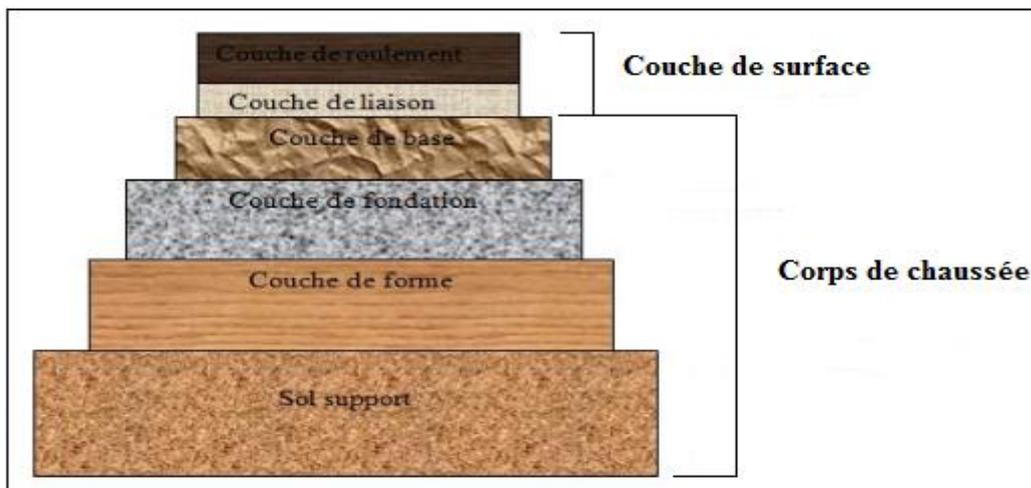


Figure VIII.6 : Constitution d'une structure de chaussée type.

### VIII.5.1 La couche de forme

Afin d'améliorer et d'uniformiser la portance de sol, on est amené à interposer, entre le sol support et les couches de chaussée, un élément de transition qui peut être constitué soit de matériaux grenus roulés ou concassés, soit de matériaux traités aux liants hydrauliques, il est appelé couche de forme.

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

Eventuellement, une couche drainante ou anti-contaminant peut être intercalée entre la couche de forme et la couche de fondation qui s'appelle sous-couche. [16]

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

### VIII.5.2 La couche de fondation

Elle est constituée complètement en matériaux non traités, elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer une bonne unie et une bonne portance de la chaussée. Aussi, Elle au même rôle que celui de la couche de base.

### VIII.5.3 La couche de base

C'est une couche intermédiaire, permet le passage progressif entre la couche de roulement et celle de fondation. Elle est constituée d'un matériau non traité (ou traité) de bonnes caractéristiques mécaniques.

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

La couche de base et couche de fondation forment le «**corps chaussée**». [9]

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

### VIII.5.4 La couche de surface

Elle est constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné qui doit résister aux efforts tangentiels des pneus.

Le rôle de la couche de surface est :

- d'imperméabiliser la surface de la chaussée.
- d'assurer la sécurité (adhérence).
- d'assurer le confort (bruit).
- d'assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

La couche de surface est constituée de deux couches

- **La couche de roulement** : est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- **La couche de liaison** : joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

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

## VIII.6 Facteurs influant sur le dimensionnement des chaussées

### VIII.6.1 Le trafic

Le trafic constitue un élément essentiel du dimensionnement des chaussées. Parce que le poids des véhicules est transmis à la chaussée, sous forme de pression, par l'intermédiaire des pneumatiques.

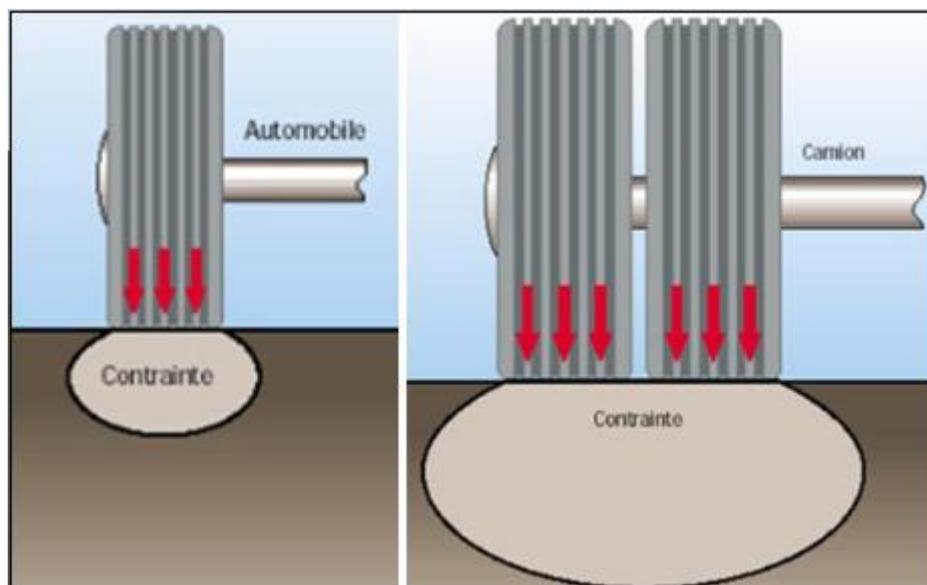


Figure VIII.7 : Diffusion des charges. [20]

Les matériaux situés sous les roues subissent des efforts très différents lorsqu'une voiture passe ou un camion. Seul ce dernier est pris en compte pour déterminer les classes de trafic, dont il s'est exprimé généralement par deux paramètres :

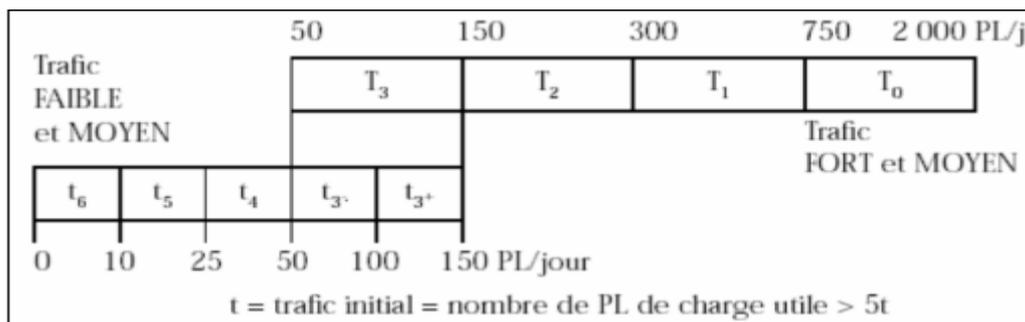
- De trafic poids lourds « **T** » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes.
- Le nombre de trafic cumulé d'essieux de référence passant sur la chaussée tout au long de sa durée de vie et qui sert à faire le calcul de dimensionnement proprement dit.

#### VIII.6.1.1 Le trafic à la mise en service

Les classes de trafic sont définies par le trafic moyen journalier des poids lourds (**charge utile supérieure à 5t**) qui circulent sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service de la route.

Ces classe de trafic définissent deux grandes catégories des routes sont :

- Les voiries à faible trafic regroupant toutes les classes de **t6** à **t3+**.
- Les voiries à moyen et fort trafics regroupant toutes les classes de **T3** à **T0**. [21]



**Figure VIII.8 : Classification du trafic selon le « SETRA ». [21]**

**VIII.6.1.2 Le trafic cumulé équivalent**

Le trafic utilisé pour le dimensionnement est le nombre équivalent d'essieux de référence correspondant au trafic (PL) cumulé sur la durée de service retenue, il est donné par la relation suivant : [22]

L'essieu de référence en vigueur en Algérie est l'essieu de (13 tonnes).

$$NE = N \times CAM$$

Avec :

CAM : Coefficient d'agressivité moyenne de PL par rapport à l'essieu de référence.

N : Le nombre cumulé de PL pour la période de calcul de P année.

$$N = 365 \times T \times C$$

T : Trafic de poids lourds moyen journalier annuel à l'année de mise en service sur la voie la plus chargée.

C : étant le facteur de cumul sur la période de calcul, telle que :

$$C = [(1 + \tau)^P - 1] / \tau$$

Avec :

$\tau$  : Taux de croissance du trafic.

P : Nombre d'années de service de la chaussée (durée de vie).

Donc :

$$NE = 365 \times T \times CAM \times [(1 + \tau)^P - 1] / \tau$$

**Tableau VIII.1 : Classe de trafic en fonction du CAM de poids lourd. [22]**

Classe de trafic	T5	T4	T3 <sup>-</sup>	T3 <sup>+</sup>	Au-delà
CAM	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8 si e < 20cm 1.0 si e > 20cm

**VIII.6.2 Le climat et l'environnement**

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations.

L'amplitude des variations de température et la température maximum interviennent dans le choix du liant hydrocarboné.

Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support et donc sa portance ainsi que les possibilités de réemploi des matériaux de déblai en remblai. [17]

### VIII.6.3 La nature du sol support

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, de fonction de l'indice CBR. Dont il est mesuré à la teneur en eau d'équilibre à long terme du sol support.

Si ce dernier facteur n'est pas connu, on prendra comme paramètres une teneur en eau égale à la limite de plasticité, et une densité sèche égale à **95 %** de la densité à l'**O.P.M.**

**Tableau VIII.2 : L'importance de sol en fonction de l'indice de CBR. [14]**

portance	1	2	3	4
CBR	<3	3 à 6	6 à 10	10 à 20

### VIII.6.4 Les matériaux

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences des normes, en fonction de la couche de chaussée concernée et du trafic **PL**. [12]

### VIII.7 Les principales méthodes de dimensionnement

On distingue deux familles de méthodes :

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

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisées sont : [22]

- La méthode de **C.B.R (California-Bearing-Ratio)**
- La méthode du **catalogue de dimensionnement des chaussées neuves**.
- La méthode du **catalogue de la structure du CTTP (Algérie)**.
- La méthode **L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts Chaussés)**.
- Method de **A.A.S.H.T.O (American Association of State Highway and Transportation Officials)**.

Ces méthodes utilisées par les bureaux d'études qui sont empiriques et basées sur :

- La détermination de l'indice porteur du sol.
- Appréciation du trafic composite.
- Utilisation d'abaque ou formule pour déterminer l'épaisseur de chaussée.

#### VIII.7.1 Méthode CBR «California-Bearing-Ration»

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (**90% à 100%**) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'au moins de **15 cm**. [22]

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

- Pour un trafic en voiture particulière : **TMJA×365×1.5t < 100000 t/ans**

$$E_{eq} = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{CBR} + 5} \quad (\text{en cm})$$

- Pour un trafic en voiture particulière : **TMJA×365×1.5t ≥ 100000 t/ans**

$$E_{eq} = \frac{100 + 150\sqrt{P} \times \left(75 + 50 \times \log \frac{N}{10}\right)}{I_{CBR} + 5} \quad (\text{en cm})$$

Avec :

$E_{eq}$  : Epaisseur équivalente.

I:Indice **CBR** (sol support).

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

Log : Logarithme décimal.

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

$$N = T_H \times \%PL$$

$T_H$  : Trafics prévus pour une durée de vie de **15 ans**.

%PL: pourcentage de poids lourd.

$$T_H = \frac{T_0}{2} \times (1 + \tau)^m$$

$T_0$  : Trafics actuel (**v/j**).

m: Année de prévision.

#### ➤ **Notion sur l'épaisseur équivalente**

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches et l'épaisseur équivalente d'une couche dont l'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des couches.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$E_{eq} = C_1 \times e_1 + C_2 \times e_2 + C_3 \times e_3$$

Avec :

$e_1$  : épaisseur réelle de la couche de roulement.

$e_2$  : épaisseur réelle de la couche de base.

$e_3$  : épaisseur réelle de la couche de fondation.

$C_1, C_2, C_3$  : coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches  $e_1, e_2, e_3$ .

#### ➤ **Coefficient d'équivalence**

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

**Tableau VIII.3 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau. [21]**

	<b>Matériaux utilisés</b>	<b>Coefficient d'équivalence</b>
<b>Revêtements en matériaux hydrocarbonés</b>	Enrobe dense en épaisseur < 5 cm	1.7
	Béton bitumineux en épaisseur = 5 cm	1.8
	Béton bitumineux en épaisseur de 5 à 7 cm	2.0
	Béton bitumineux en épaisseur > 7 cm	2.2
<b>Base en matériaux hydrocarbonés, Grave-Bitume</b>	Epaisseur ≤ 10 cm	1.2
	Epaisseur > 10 cm	1.4
	Epaisseur de 15 cm	1.6
	Epaisseur de 20 cm	1.7
<b>Fondation</b>	Grave concassée propre	1
	Tuf graveleux	0.75
	Tuf	0.6

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe «e1» et «e2» et on calcule «e3», généralement les épaisseurs adoptées sont :

**BB : 6 - 8 cm      GB : 10 - 15 cm      GC : 15 - 25 cm      TVO : 25cm et plus**

### VIII.7.2 Méthode du catalogue des structures «SETRA »

Catalogue des structures type neuf est établi par «Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements». Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC).

Le catalogue considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de **200** à **1500 PL/J/sens**.

En tenant compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation. [22]

Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

- Trafic cumule de poids lourds à la 15<sup>ème</sup> année (**Tj**).
- Les caractéristiques de sol (**Sj**).

#### VIII.7.2.1 Détermination de la classe de trafic

La classe de 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.

Le trafic cumulé est donné par la formule:

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

Avec :

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

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant :

**Tableau VIII.4 : La classe du trafic de poids lourd. [21]**

<b>Classe de trafic</b>	<b>Trafic PL cumule à la fin de la durée de vie</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	$T < 7.3 \times 10^5$
<b>T<sub>2</sub></b>	$7.3 \times 10^5 < T < 2.0 \times 10^6$
<b>T<sub>3</sub></b>	$2.0 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
<b>T<sub>4</sub></b>	$7.3 \times 10^6 < T < 4.0 \times 10^7$
<b>T<sub>5</sub></b>	$T > 4.0 \times 10^7$

### VIII.7.2.2 Détermination de la classe du sol

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice (**CBR**) mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante.

Le classement sera fait après immersion de quatre jours.

Les sols sont classés en fonction de l'indice (**CBR**) dans le tableau suivant :

**Tableau VIII.5 : Classement de sol en fonction de l'indice de CBR. [23]**

<b>Classe de sol (Si)</b>	<b>Indice C.B.R</b>
S0	>40
S1	25–40
S2	10–25
S3	05–10
S4	<05

### VIII.7.3 Méthode A.A.S.H.O (American Association of States Highway Officials)

Cette méthode est empirique, elle est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales.

Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs suivants : [24]

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

### VIII.7.4 Méthode de L.C.P.C (Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées)

Cette méthode est dérivée des essais «A.A.S.H.T.O», elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression : [25]

$$T_{eq} = \frac{TJMA \times a \times [(1 + \tau)^n - 1] \times 0.75 \times P \times 365}{[(1 + \tau) - 1]}$$

Avec :

$T_{eq}$  : Trafic équivalent par essieu de **13t**.

TJMA : Trafic a la mise en service de la route.

$a$  : Coefficient qui dépend du nombre de voies.

$\tau$  : Taux d'accroissement annuel.

$n$  : Durée de vie de la route.

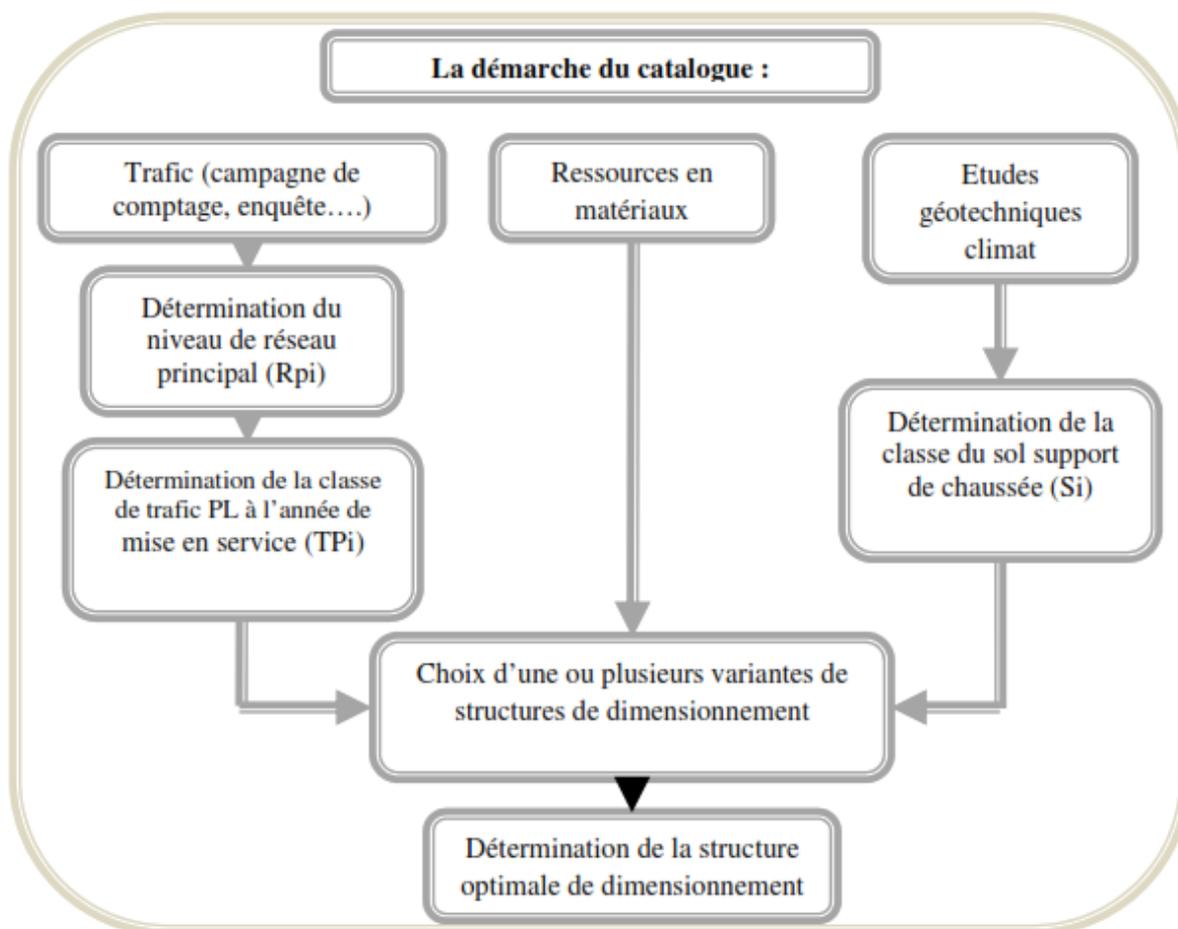
$P$  : Pourcentage de poids lourds.

Après la détermination de la valeur du trafic équivalent, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente «  $e$  », (en fonction de  $T_{eq}$ ,  $I_{CBR}$ ) à partir de l'abaque «**L.C.P.C**», qui est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

### VIII.7.5 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

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

La démarche du catalogue est résumée sur le schéma ci-dessous :



**Figure VIII.9** : Schéma de la démarche du catalogue.

Les paramètres utilisés dans la méthode du catalogue des chaussées sont : trafic, sol support, environnement et zone climatique. [22]

**VIII.7.5.1 Le trafic**

C'est le trafic poids lourds (véhicule de charge supérieure à **3.4 tonnes**).

**a- Le réseau principal (RP)**

Il se compose de route reliant :

- Les chefs-lieux de wilaya.
- Les ports, les aérodromes et les portes frontaliers.
- Les principales agglomérations et les zones industrielles importantes.

Ce réseau principal se décompose en deux niveaux :

RP1 (T >1500V/J)      ➡      RN, autoroute, CW.

RP2 (T <1500V/J)      ➡      RN, CW, .....[26]

**b- Le réseau secondaire(RS)**

Il se compose du reste des routes qui ne sont pas en RP, son linéaire total est de **7900 Km**.

➤ **Répartition transversal du trafic**

On adopte les valeurs suivantes :

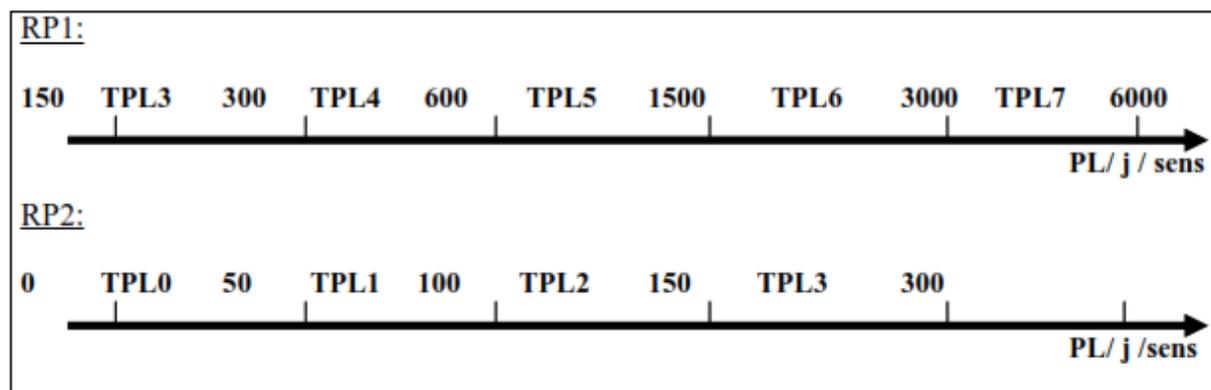
- Chaussée unidirectionnelles à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lent de droite.
- Chaussée unidirectionnelles à **3 voies** : **80%** du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée bidirectionnelles à 2 voies : 50% du trafic PL.
- Chaussée bidirectionnelles à 3 voies : 50% du trafic PL. [26]

➤ **Détermination de la classe de trafic «TPLi»**

Les classes sont données pour chaque niveau du réseau principal (**RP1** et **RP2**), en nombre de (**PL/J/sens**) à l'année de mise en service. [21]

**Tableau VIII.6 : Classes de trafic TPLi(CTTP).**

		TPL0	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
<b>RP1</b>	PL/J/Sens	-	-	-	150 à 300	300 à 600	600 à 1500	1500 à 3000	3000 à 6000
<b>RP2</b>	PL/J/Sens	0 à 50	50 à 100	100 à 150	150 à 300	-	-	-	-



**Figure VIII.10 : Classes de trafic TPLi(CTTP).**

**VIII.7.5.2 Sol support**

➤ **Détermination de la classe du sol (portance)**

Le tableau (**Tableau VIII.5**) regroupe les classes des sols par ordre croissant de **S4** à **S0**.

➤ **Détermination des classes de portance du sol support**

Pour dimensionnement des structures, on distingue **4 classes** de sols support à savoir :

**S3, S2, S1, S0.**

• **Pour les sols sensibles à l'eau**

La portance du sol support est déterminée par :

- L'essai CBR imbibé à 4 jours pour les zones climatiques **I** et **II**.
- L'essai CBR immédiat pour les zones climatiques **III** et **IV**.

• **Pour les sols insensibles à l'eau**

Les sols grossiers contenant plus de **25%** d'éléments  $\geq$  **20 mm**, la portance sera déterminée à partir des essais de chargement à la plaque ou des mesures de déflexions ( $W_{nat} > W_{opm}$ ).[9]

- L'essai de plaque  $\Rightarrow$  le module de sol **EV2** la déflexion  $\Rightarrow$  dc (déformation).
- Les deux sont reliés par la relation empirique :  $EV2 \times dc = 10340$

Avec :

EV2 en (MPa)

dc en (1/100 mm)

Les différentes expériences ont fait ressortir la relation empirique suivante :

**E (MPa) = 5.CBR**

Les valeurs des modules indiquent sur le tableau ci-dessous :

**Tableau VIII.7 : Classe de sols en fonction de la déflexion. [23]**

<b>Classe de sol support</b>	<b>S<sub>3</sub></b>	<b>S<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>0</sub></b>
<b>E(MPA)</b>	25-50	<u>50-125</u>	125-200	> 200

Il existe différents type de couches de forme suivant le cas de portance du sol terrassé (Si) et la classe du sol support visée (Sj).

**Tableau VIII.8 : Amélioration de la portance du sol support. [23]**

<b>Classe de portance de sol terrassé (Si)</b>	<b>Matériaux de couche de forme</b>	<b>Epaisseur de couche de forme</b>	<b>Classe de portance de sol support visée (Sj)</b>
< S <sub>4</sub>	Matériaux NT	50 cm (en 2couches)	S <sub>3</sub>
S <sub>4</sub>	Matériaux NT	35 cm	S <sub>3</sub>
<u>S<sub>4</sub></u>	<u>Matériaux NT</u>	<u>60 cm (en 2couches)</u>	<u>S<sub>2</sub></u>
S <sub>3</sub>	Matériaux NT	40 cm (en 2couches)	S <sub>2</sub>
S <sub>3</sub>	Matériaux NT	70 cm (en 2couches)	S <sub>2</sub>

**VIII.7.5.3 Matériaux**

Les performances mécaniques des matériaux sont différentes et sont en fonction de leurs natures, on distingue les matériaux traités au bitume (**MTB**) et les matériaux non traité (**MNT**).

**VIII.7.5.4 Les zones climatiques**

Les zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau VIII.9 : Les zones climatiques. [5]**

Zones climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Teq	Région
<b>I</b>	> 600	Très-humide	20	Nord
<b>II</b>	350 < 600	Humide	20	Nord, Hauts plateaux
<b>III</b>	350 > 100	Semi-aride	25	Hauts plateaux
<b>IV</b>	< 100	Aride	30	Sud

➤ **Aux cycles saisonniers de température**

Les cycles saisonniers de température qui influent sur les caractéristiques mécaniques des matériaux bitumineux (**GB, BB, SB**) sont pris en compte à travers la notion de température équivalente.

➤ **A la Température équivalente**

Le calcul de dimensionnement est fait pour une température constante dite température équivalente **θeq**. Cette dernière se détermine par application du cumul des dommages de la loi de Miner. Les valeurs de température équivalentes (**θeq**) retenues pour le calcul du dimensionnement sont données dans le tableau suivant :

**Tableau VIII.10 : Choix des températures équivalentes.**

Température équivalente θeq (°)	Zone climatique		
	I et II	III	IV
<b>20</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>

**VIII.8 Vérification en fatigue des structures et de déformation du sol support**

Pour les matériaux traités au bitume, il faudra vérifier que  $\epsilon_t$  et  $\epsilon_z$  calculées à l'aide d'**Alize**, sont inférieurs aux valeurs admissibles calculées auparavant :  $\epsilon_t < \epsilon_{t,adm}$  et  $\epsilon_z < \epsilon_{z,adm}$

Avec :

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

$\epsilon_z$  : étant la déformation verticale sur le sol support. [27]

**VIII.8.1 La déformation admissible du sol support ( $\epsilon_{z,adm}$ )**

Elle est donnée par la relation empirique déduite à partir d'une étude statique de comportement des chaussées algériennes. [27]

Cette formule est :  $\epsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCEi)^{0.235}$

**VIII.8.2 La déformation admissible de traction ( $\epsilon_{t,adm}$ ) a la base de GB**

La valeur admissible de tractions est donnée par la relation suivante : [27]

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(10^\circ\text{C},25\text{Hz}) \times K_{ne} \times K_\theta \times K_r \times K_c$$

Avec :

$\epsilon_6(10^\circ\text{C},25\text{Hz})$  : déformation limite détenue au bout de 106 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz.

$K_{ne}$  : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supportés par la chaussée.

$$K_{ne} = (TCEi/10^6)^b$$

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

$K_\theta$  : facteur lié à la température.

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

$E(10^\circ\text{C})$  : module complexe du matériau bitumineux à 10°C.

$E(\theta_{eq})$  : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée.

$K_r$  : facteur lié au risque et aux dispersions.

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

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

$\delta$  : La dispersion.

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

$S_n$  : dispersion sur la loi de fatigue.

$S_h$  : dispersion sur les épaisseurs.

C : coefficient t égal a 0.02

$K_c$  : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement absorbe sur la chaussée.

**Tableau VIII.11 : Caractéristiques mécaniques des matériaux (Fascicule 2, p15, tableau 17).**

	E (20°C,10HZ) en (MPa)	E (10°C,10HZ) En (MPa)	$\epsilon_6$ (10°C, 25HZ) 10 <sup>-6</sup>	-1/b *	SN	Sh (cm)	U	Kc
BB	4 000	-	-	-	-	-	0,35	-
GB	7 000	12 500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3
BBSG	3 600	7 200	100	5	0,25	-	0,35	1,1
BBME	6 000	12 000	-	-	-	-	0,35	
GB3	6 300	12 300	90	5	0,3	2,5	0,35	1,3
EME2	11 000	17 000	130	5	0,25	2,5	0,35	1,0

Température équivalente (20°C et 10 Hz) en fonction de la zone climatique.

### VIII.8.3 Trafic cumulé équivalent (TCEi)

Le trafic à prendre en compte lors du dimensionnement, il correspond au nombre cumulé des essieux équivalent de **13 tonnes**, le calcul TCEi est donné par la formule suivante : [27]

$$TCEi = TPLi \times C \times A \times 10^3 \Rightarrow TCEi = TCi \times A$$

Avec :

TPLi : Classe du trafic.

C : Facteur de cumulé.

A : Coefficient d'agressivité de **PL** par rapport à l'essieu de référence de **13 tonne**.

Les valeurs du coefficient d'agressivité sont données dans le tableau suivant :

**Tableau VI.12 : Valeur du coefficient d'agressivité A selon le (Fascicule 2, p17).**

Niveau de réseau principal (R <sub>Pi</sub> )	Types de matériaux et structures	Valeur de A
<b>RP1</b>	Chaussées à matériaux traités au bitume GB/GC, GB/Tuf, GB/GC	<b>0.6</b>
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL, BCg / GC	1

### VIII.8.4 Risque de calcul

Un risque **r %** c'est la durée de vie prise pour le dimensionnement de la chaussée, est la probabilité pour qu'apparaissent au cours de cette durée de vie des dégradations structurelles qui impliqueraient des travaux de renforcement de la chaussée.

Les risques de calculs **r %** adoptés dans le dimensionnement des structures, en fonction du trafic et du niveau de réseau principal, sont donnés dans les deux tableaux ci-dessous : [27]

**Tableau VI.13 : Risque adopté pour le réseau RP1.**

	Classe de trafic TPLI (PL/j /sens)	TPL 3	TPL 4	TPL 5	TPL 6	TPL 7
<b>r%</b>	<b>GB/GB ; GB/GNT</b>	20	15	10	<u>5</u>	2
	<b>GL/GL</b>	15	10	5	2	2
	<b>BCg/GC</b>	12	10	5	2	2

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

**Tableau VIII.14 : Fractale de la loi normale de t=f(r%).**

<b>r%</b>	2	3	<b>5</b>	7	10	12	15
<b>t</b>	-2.054	-1.881	<b>-1.645</b>	-1.520	-1.282	-1.175	-1.036
<b>r%</b>	20	23	25	30	35	40	50
<b>t</b>	-0.842	-0.739	-0.674	-0.524	-0.385	-0.253	0

D'après le catalogue (**fascicule 2**) et pour un risque **r % = 5 %** on a **t = - 1.645**.

### VIII.9 Application au projet

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on va utiliser deux méthodes applicables en Algérie qui sont :

- La méthode dite CBR.
- La méthode du catalogue des chaussées neuves (C.T.T.P).

#### Remarque :

- D'après le rapport géotechnique, nous avons un indice **CBR = 1.1 < 5** (capacité portante du sol est faible) → la couche de forme est indispensable.
- comme le sol est de classe **S4 (ICBR = 1.1 < 5)**, on doit faire un sur classement du sol support et prendre **ICBR = 10 (classe S2)**
- Pour notre cas, nous proposons une couche de forme de **60 cm** de tufs en deux couches de **30 cm** pour viser la classe de portance **S2**.

#### VIII.9.1 Méthode CBR

##### a- Données de l'étude

- La durée de vie (année d'horizon) : **n=20 ans**
- Taux d'accroissement annuel de trafic : **τ = 4%**
- Le pourcentage des poids lourds : **%PL= 35%**
- TMJA de l'année 2010 : **TMJA<sub>2010</sub> = 6560 v/j/ sens**
- TMJA de l'année de mise en service : **TMJA<sub>2022</sub> = 10503 v/j/ sens**
- L'indice CBR : **ICBR = 10**
- **P** : charge par roue **P = 6.5t (essieu 13t)**

##### b- Application numérique

$$TMJA_{2042} = [TMJA_{2022} (1+\tau)^n] = [10503 (1+0.04)^{20}] = 23013 \text{ v/j/ sens}$$

$$TMJA_{2042} = 23013 \text{ v/j/ sens}$$

$$N = TMJA_{2042} \times \%PL = 23013 \times 0.35 = 8055 \text{ PL/j/ sens}$$

$$N = 8055 \text{ PL/j/ sens}$$

##### c- Répartition d'épaisseur

$$TMJA \times 365 \times 1.5t \geq 100000 \text{ t/ans}$$

$$6560 \times 365 \times 1.5 = 3591600 \text{ (t/ans)} > 100000 \text{ (t/ans)}$$

Donc on utilise la formule suivant :

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

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \left( 75 + 50 \log \frac{8055}{10} \right)}{10 + 5} = 44.1 \text{ cm}$$

On prend :  $E_{eq} = 45 \text{ cm}$

On a :

$$E_{eq} = C_1 \times e_1 + C_2 \times e_2 + C_3 \times e_3$$

$e_1$  : épaisseur réelle de la couche de roulement.

$e_2$  : épaisseur réelle de la couche de base.

$e_3$  : épaisseur réelle de la couche de fondation.

$C_1, C_2, C_3$  : coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches  $e_1, e_2, e_3$ .

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe «  $e_1$  » et «  $e_2$  » et on calcule «  $e_3$  ».

**Tableau VII.15** : Représente la construction de la chaussée.

Nom de la couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence ( $c_i$ )	L'épaisseur de la couche ( $e_i$ )
Couche de roulement	BB	2	6
Couche de base	GB	1.4	12
Couche de fondation	GNT	1	?

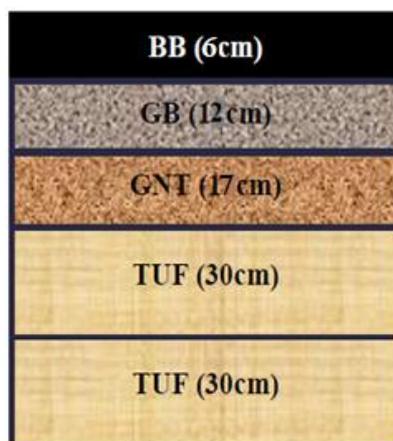
$$e_3 = \frac{E_{eq} - (c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2)}{c_3} = \frac{45 - (2 \times 6 + 1.4 \times 12)}{1} = 16.2 \text{ cm}$$

On prend :  $e_3 = 17 \text{ cm}$

**Tableau VIII.16** : Tableau représentatif des épaisseurs calculées.

Matériaux	Epaisseur réelle	Epaisseur équivalente
BB	6	12
GB	12	16.8
GNT	17	17
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>45.8</b>

La chaussée prend la structure suivant :



**Figure VIII.11** : La structure de la chaussée selon la méthode CBR.

La structure finale de la chaussée selon la méthode de C.B.R est :

**6BB + 12 GB + 17 GNT + Couche de forme de TUF de 60 cm.**

**VIII.9.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves(CTTP)**

**a- Application numérique**

TMJA<sub>2022</sub> = 10503 v/j

- TMJA<sub>2022</sub> > 1500(V/j) ➡ Donc notre projet s'inscrit dans le réseau principal **RP1**.
- Notre projet situé à Jijel, alors c'est le nord de l'Algérie ➡ Zone climatique : **Zone I**.
- Taux de croisement  $\tau = 4\%$ .

**b- Détermination de la classe de trafic TPLi :**

Nous avons une Chaussée unidirectionnelles à (3 voies) : La répartition du poids lourd est de 80% sur la voie de droite la plus chargée.

$TPL_{2022} = 10503 \times 0.35 = 3676 \text{ PL/j/sens}$

$TPL_{2022} = (TMJA_{2022} \times \% \text{ PL}) = 3676 \times 0.8 = 2941 \text{ PL/j/sens}$

**TPL = 2941 PL/j/sens**

1500 < **2941** < 3000 donc d'après le Tableau classes de trafic TPLi(CTTP) ➡ trafic du poids lourds est de classe **TPL6**.

**c- Détermination de la classe de portance du sol :**

On a le L'indice CBR : **ICBR=10**

On classe le sol d'après son module de Young qui est calculé par la relation suivante :

$E \text{ (MPa)} = 5 \times \text{ICBR} \quad \text{➡} \quad E \text{ (MPa)} = 50 \text{ MPa}$

$50 \leq 50 < 125 \quad \text{➡} \quad$  la classe de portance de sol support est de classe **S2**.

D'après le **fascicule 3/fiches technique de dimensionnement** par le réseau principal de niveau 1 (RP1) de C.T.T.P

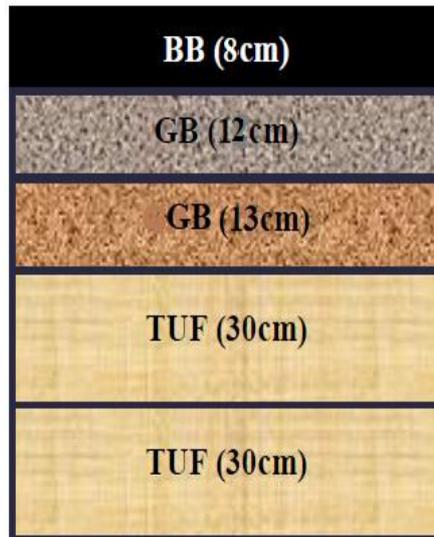
TPLi PL/j/ sens	S1	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000 <b>TPL7</b>		8 GB 14 GB 15 GB	8 GB 12 GB 13 GB	8 GB 11 GB 11 GB
5000 <b>TPL6</b>		8 GB 12 GB 13 GB	8 GB 11 GB 11 GB	8 GB 10 GB 10 GB
1500 <b>TPL5</b>		6 GB 11 GB 12 GB	6 GB 10 GB 10 GB	
600 <b>TPL4</b>		6 GB 10 GB 10 GB		
500 <b>TPL3</b>				
150				

**Figure VIII.12 : Fiche structure grave bitume/grave bitume.**

On aura notre dimensionnement du corps de chaussée qui sera comme suit :

**8BB+12GB+13GB+couche de forme de 60 cm de TUF**

La chaussée prend la structure suivant :



**Figure VIII.13** : La structure de la chaussée selon la méthode C.T.T.P.

### VIII.9.3 Vérification des contraintes

#### VIII.9.3.1 Données de l'étude

- Importance du projet routier : Réseau Principal de Niveau 1 (RP1).
- Durée de vie :  $n = 20$  ans.
- Année de mise en service : 2022.
- Trafic :  $TPL_6 = 2941$  PL/j/sens.
- Taux de croissance:  $\tau = 4\%$ .
- Coefficient d'agressivité PL:  $A = 0.6$
- La zone climatique: I.
- $\Theta_{eq} = 20^\circ\text{C}$ .

#### ➤ Le trafic cumulé de poids lourd (TCi)

C'est le trafic cumulé des PL sur la période considérée pour le dimensionnement (20 ans), il est donné par la formule suivante :

$$TCi_{2042} = TPLi \times 365 \times \frac{(\tau + 1)^n - 1}{\tau}$$

$\tau$ : taux d'accroissement géométriques, (pris égale à 0.04 dans le calcul de dimensionnement).

$n$ : durée de vie considérée.

$$TCi_{2042} = 2941 \times 365 \times \frac{(0.04+1)^{20}-1}{0.04} = 3.196 \times 10^7 \text{ PL/J/sens}$$

➤ **Le trafic cumulé équivalent (TCEi)**

C'est le trafic à prendre en compte dans le calcul du dimensionnement, il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de **13 tonnes** sur la durée de vie considérée (**20 ans**).

$$TCEi = TCi \times A \longrightarrow TCE_{2042} = 31.96 \times 10^6 \times 0,6 = 19.176 \times 10^6 \text{ PL/J/sens.}$$

**VIII.9.3.2 Calcul de la déformation admissible du sol support ( $\epsilon_{z,adm}$ )**

Elle est donnée par la relation empirique déduite à partir d'une étude statique de comportement des chaussées algériennes

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

$$\epsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (19.176 \times 10^6)^{-0.235} = 427.539 \times 10^{-6}$$

$$\epsilon_{z,adm} = 427.539 \times 10^{-6}$$

**VIII.9.3.3 Calcul de la déformation admissible  $\epsilon_{t,adm}$  à base de la GB**

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

$$\epsilon_6 (10^\circ\text{c}, 25 \text{ Hz}) = 100 \times 10^{-6}$$

$$K_{ne} = (10^6 / TCEi)^{-b} = (19.17 \times 10^6 / 10^6)^{-0.146} = 0.649$$

$$K_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^0\text{C})}{E(\theta_{eq})}} = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = 1.34$$

$$K_r = 10^{-tb\delta} = 10^{-(1.645) \cdot (-0.146) \cdot (0.61)} = 0.713$$

Avec :

$$t = -1.645$$

$$\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times sh\right)^2} = \sqrt{0.45^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2} = 0.61$$

$$K_c = 1.3$$

$$\epsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times 0.649 \times 1.34 \times 0.713 \times 1.3 = 80.608 \times 10^{-6}$$

$$\epsilon_{t,adm} = 80.608 \times 10^{-6}$$

**VIII.9.3.4 Vérification des contraintes à l'aide du logiciel alize LCPC**

Le logiciel **ALIZE-LCPC**, développe par le laboratoire central des ponts et chaussée paris (1975) LCPC, met en œuvre la méthode rationnelle de dimensionnement des structures des chaussées, élaborée par le LCPC et le SETRA.

Il intègre ainsi un outil de calcul des valeurs admissibles (contraintes ou déformation) en fonction du contexte de trafic et de matériaux.

Le Calcul du trafic cumulé (TCi) a été calculé dans la partie précédente ainsi que le trafic cumulé équivalent (TCEi). Il faudra vérifier que  $\epsilon_t$  et  $\epsilon_z$  calculées à l'aide d'Alize III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à  $\epsilon_{t,adm}$  et  $\epsilon_{z,adm}$

- $\epsilon_t$  : étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.

•  $\epsilon_z$  : (sol) étant la déformation verticale sur le sol support.

**a) Vérification de la méthode CBR :**

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

CBR							
épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT ( $\mu$ def)	SigmaT (MPa)	EpsZ ( $\mu$ def)	SigmaZ (MPa)
0,060	3600,0 collé	0,350	0,000	114,3	0,785	-84,4	0,658
			0,060	48,2	0,466	35,7	0,565
0,120	5000,0 collé	0,350	0,060	48,2	0,639	8,4	0,565
			0,180	-160,7	-1,092	162,3	0,104
0,170	600,0 collé	0,350	0,180	-160,7	-0,087	257,3	0,104
			0,350	-315,8	-0,265	321,8	0,018
infini	20,0	0,350	0,350	-315,8	0,001	873,1	0,018

**Figure VIII.14 :** Vérification de la méthode CBR avec alizé.

**b) Vérification de la méthode CTTP :**

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

CTTP							
épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT ( $\mu$ def)	SigmaT (MPa)	EpsZ ( $\mu$ def)	SigmaZ (MPa)
0,080	3600,0 collé	0,350	0,000	64,2	0,445	-8,6	0,658
			0,080	24,0	0,324	66,7	0,556
0,120	5000,0 collé	0,350	0,080	24,0	0,433	39,7	0,556
			0,200	-31,3	-0,140	52,7	0,183
0,130	5000,0 collé	0,350	0,200	-31,3	-0,140	52,7	0,183
			0,330	-118,3	-0,841	111,7	0,010
infini	20,0	0,350	0,330	-118,3	0,002	432,7	0,010

**Figure VIII.15 :** Vérification de la méthode CTTP avec alizé.

**c) Résultats de la vérification :**

**Tableau VI.17 :** Vérification des contraintes.

Déformation admissible Calculée	Déformation calculée par Alizé LCPC	
	CBR	CTTP
$\epsilon_{z,adm} = 427.539 \times 10^{-6}$	$\epsilon_z = 873.1 \times 10^{-6}$	$\epsilon_z = 432.7 \times 10^{-6}$
$\epsilon_{t,adm} = 80.608 \times 10^{-6}$	$\epsilon_t = 160.7 \times 10^{-6}$	$\epsilon_t = 31.3 \times 10^{-6}$

### VIII.10 Conclusion

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

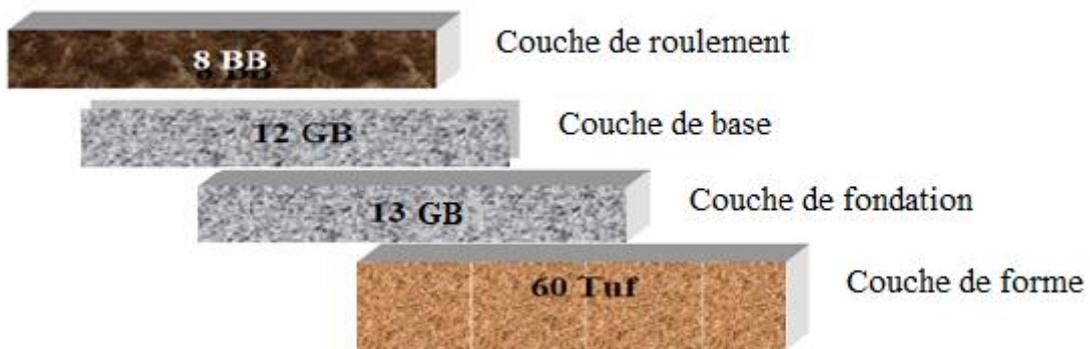
**Tableau VIII.18** : Résumé des résultats obtenu par les deux méthodes.

C.B.R	C.T.T.P
6 BB + 12 GB + 17 GNT +60TUF	8BB+12GB+13GB+60TUF

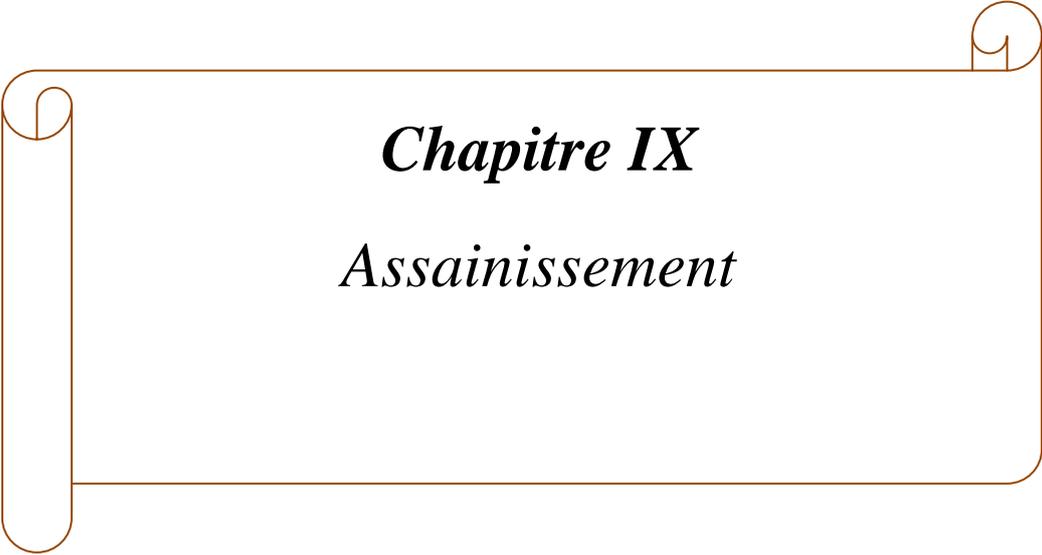
D'après le tableau résumant les résultats des deux méthodes utilisées pour le dimensionnement de la chaussée de notre projet, on remarque que le type de matériaux utilisés diffère d'une méthode à L'autre ainsi que les épaisseurs partielles des différentes couches.

La vérification des contraintes réalisée à l'aide du logiciel **ALIZE -LCPC** sur les épaisseurs calculées par la méthode C.B.R a montré que les déformations sont nettement supérieures par rapport aux déformations admissibles, ce qui nous conduit à adopter la structure obtenue par le catalogue algérien C.T.T.P, et qui va être retenue par notre projet.

Le corps de chausse est composé de **8cm** de BB ,**12cm** de GB, et **13cm** de GB posée sur une couche de forme en Tuf de **60cm**.



**Figure VIII.14** : La structure finale du corps de chaussée.

A decorative border in a light brown color, resembling a scroll. It has a vertical bar on the left side with a rounded top and bottom, and a horizontal bar on the top and bottom. The corners are rounded, and there are small scroll-like details at the top-left and top-right corners.

***Chapitre IX***  
*Assainissement*

## CHPITRE IX : ASSAINISSEMENT

### IX.1 Introduction

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

Elle couvre le rétablissement des écoulements naturels, l'assainissement des plates-formes de chaussée, le drainage et la lutte contre la pollution routière.

L'eau est la première ennemie de la route car il pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissance, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc...). Et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

Les différents ouvrages utilisés peuvent être regroupés en :

- Réseaux longitudinaux (pieds de talus de déblai, crêtes de remblai, etc...)
- Liaisons transversales (descentes d'eau traversées sous chaussée).
- Les regards et ouvrages de raccordement.

Les études hydrauliques inventorient l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

### IX.2 Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- L'estimation du débit de pointe d'une fréquence donnée.
- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonnes conditions de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Éviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de chaussée (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Évacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel). [28]

### IX.3 Types de dégradation

Les types de dégradation provoquée par les eaux sont engendrés comme suit :

- **Pour les chaussées, sous forme de :**
  - Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
  - Dés enrobage (faïençage et décrochement).
  - Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un trafic important).
  - Décollement des bords (affouillement des flancs).
- **Pour les talus, sous forme de :**
  - Glissement.
  - Erosion.

- Affouillements du pied de talus (instabilité).

## **IX.4 Ouvrages d'assainissement**

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

Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer à **03** types : [28]

### **IX.4.1 Les réseaux de canalisation longitudinaux**

#### **➤ Fossé de pied talus en déblai**

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

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale, ils sont bétonnés lorsque la pente en profile en long dépasse les **3%**. [28]

#### **➤ Fossé de crête de talus de déblai**

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblai des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate-forme. [28]

#### **➤ Fossé de pied de talus en remblai**

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de la vitesse d'écoulement). Ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate-forme, ils permettent de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai par l'intermédiaire des descentes d'eau. [28]

#### **➤ Fossé de crête de talus de remblai**

Ce type de fossé pour rôle d'éviter l'érosion du talus due au ruissellement des eaux de pluie lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate-forme. [28]

#### **➤ Réseau de terre plein central (TPC)**

Le rôle de ce type de réseau est de collecter et évacuer les eaux issues du **TPC** et de la demi-chaussée déversée. En alignement ce type de réseau est nécessaire sous les **TPC** non revêtus afin de protéger les chaussées et les plates-formes contre les infiltrations. Il est constitué d'un drain longitudinal, celui-ci est souvent décalé par rapport à l'axe du **TPC** pour tenir compte de la présence des glissières ou de zones plantées. [28]

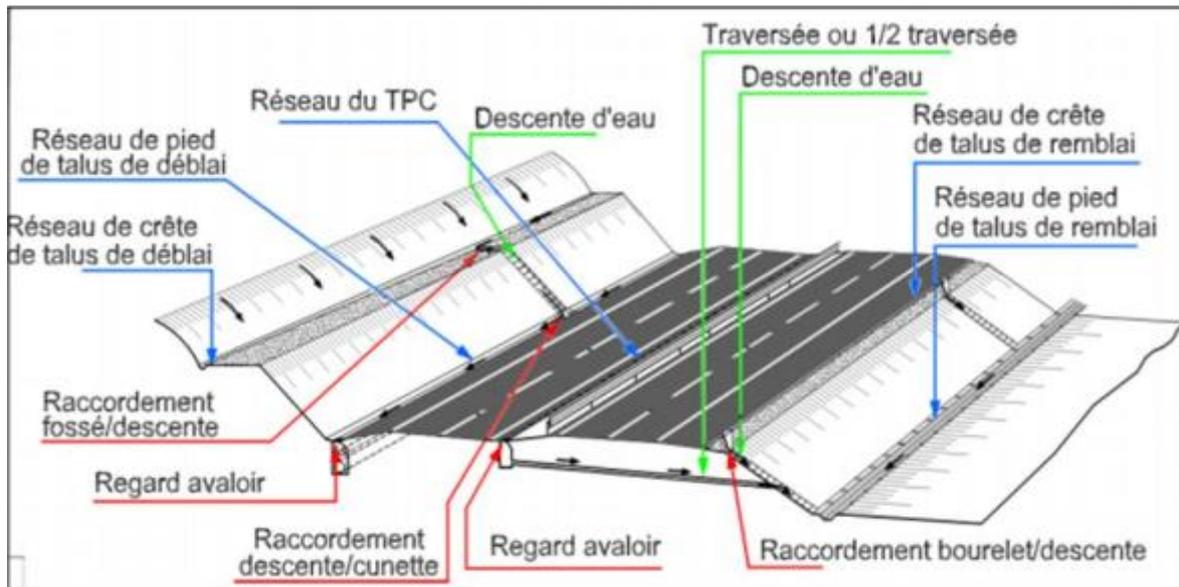


Figure IX.1 : Les réseaux de canalisation longitudinaux. [28]

#### IX.4.2 Les ouvrages transversaux

##### ➤ Les buses et dalots

Les buses et les dalots jouent un rôle prépondérant dans la préservation de la chaussée et la prévention des risques d'inondation. L'emplacement et la dimension des buses et dalots sont déterminés au terme d'une enquête détaillée portant sur les conditions topographiques du site et les cours d'eau environnants, ainsi qu'au calcul de débit. [28]

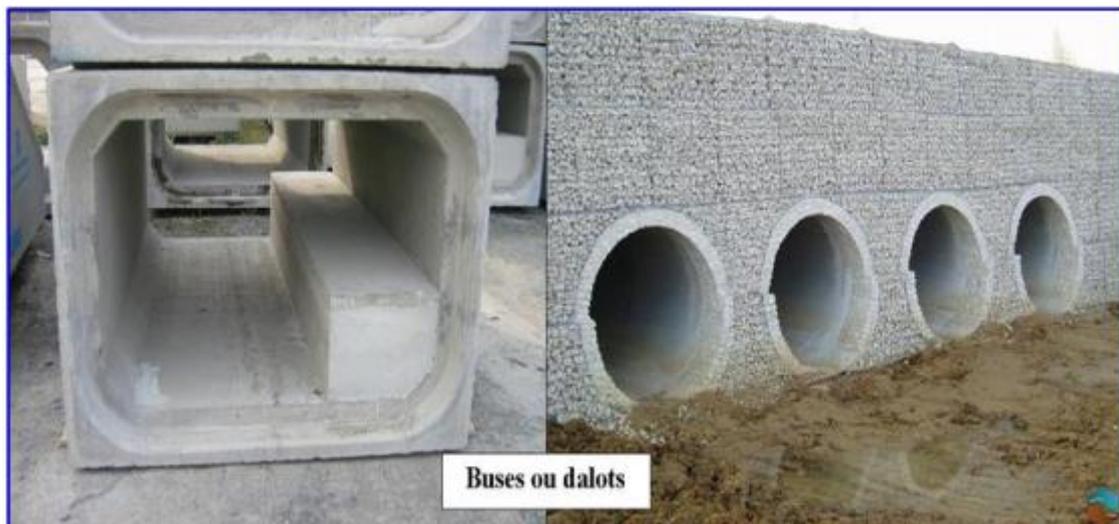


Figure IX.2 : Les ouvrages transversaux. [28]

#### IX.4.3 Les ouvrage de raccordement

Les ouvrages de raccordements sont situés à chaque point de ramification, de rejet, ou de changement de nature d'ouvrage. Son rôle est la continuité du réseau longitudinal et transversal. [28]

##### ➤ Les regards

Ils sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tronçon en fonte ou en béton armé dont le rôle est d'assurer le réseau des fonctions de raccordement des conduites de ventilation et d'entretien entre autres ainsi que résister aux charges roulantes et aux poussées des terres. [28]

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

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

➤ **Descentes d'eau**

Dans les sections route en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les **2,50 m**, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les **50 m** lorsque la pente en profil en long est supérieure à **1%**. Lorsque la pente est inférieure à **1%**, leur espacement est varié entre **30 m** et **40 m**. [28]

➤ **Collecteur principal (canalisation)**

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

➤ **Chambre de visite (cheminée)**

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre le contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation. Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser **80 à 100 m**. [28]

➤ **Sacs**

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

➤ **Bassin versant**

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

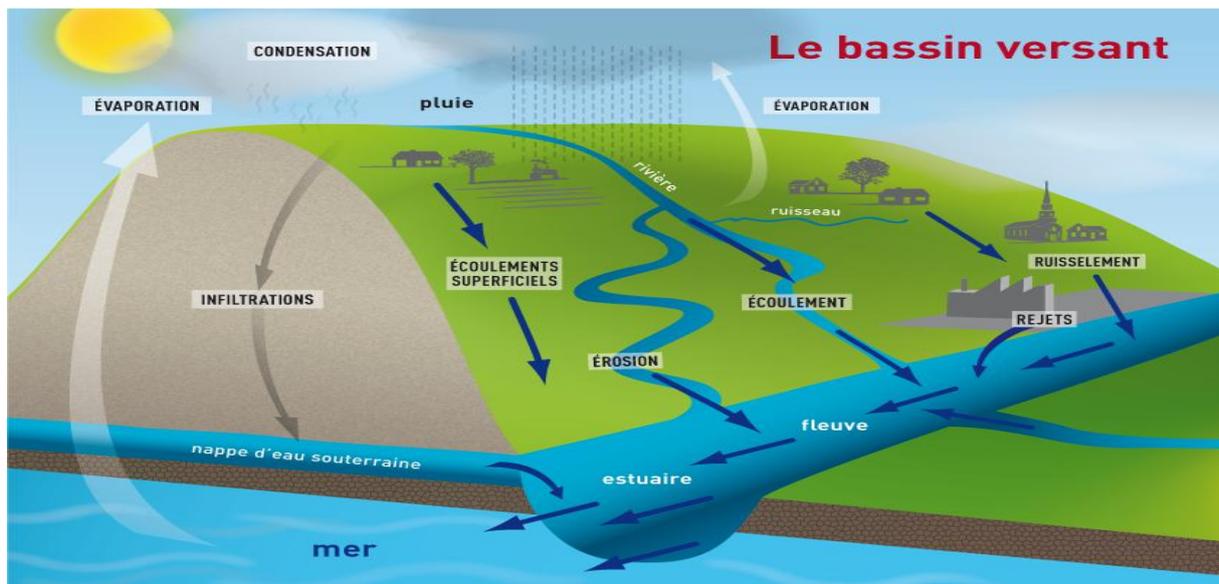


Figure IX.3 : Bassin versant.

## IX.5 Les ouvrages des écoulements des eaux

En général les ouvrages d'évacuations des eaux superficielles ou sous chaussée sont nombreux, parmi les quels ceux qui ont traversé notre route sont les suivantes :

- Les passages submersibles.
- Les fossés.
- Les dalots.
- Les buses. [28]

#### **IX.5.1 Passages submersibles**

Les passages submersibles sont des ouvrages qui servent à protéger la chaussée contre les dégradations causées par les eaux, et qui assurent superficiellement l'écoulement des eaux lorsque leur volume est plus important.

#### **IX.5.2 Fossés**

Ce sont des tranchées creusées en longueur dans le sol et servent à délimiter les terrains ou à l'écoulement de l'eau de ruissellement.

#### **IX.5.3 Les dalots**

Ce sont des ouvrages hydraulique enterré de section rectangulaire ou carrée préfabriqué ou coulé en place et à forte capacité. En générale adoptés pour des débits élevés (dépassent **10 m<sup>3</sup>/s**).

#### **IX.5.4 Les buses**

Ce sont des ouvrages hydrauliques enterrés de section circulaire. On à deux types de buses utilisés sont : les buses en béton et les buses en métal.

### **IX.6 Le drainage**

Le drainage est donc un élément important dans la stabilité des ouvrages et leur durée de vie utile. Le drainage est l'ensemble des opérations artificielles d'évacuation de l'eau présente dans le sol et dans les chaussées traditionnellement, les systèmes de drainage sont conçus avec des matériaux granulaires (grave et sable), avec L'avènement des géo synthétiques, les techniques traditionnelles sont remplacées par des géotextiles et par d'autre moyen de drainage comme les drains agricole. [28]

#### **IX.6.1 Le rôle de drainage**

Les principaux rôles de drainage sont :

- Le rabattement des nappes.
- Le contrôle des écoulements intermittents.
- La diminution et la maîtrise les pressions de l'eau.
- L'accélération des phénomènes de consolidation.

#### **IX.6.2 Drainage des eaux souterraines**

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempe la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol. [28]

#### **IX.6.3 Le drainage routier**

L'eau peut être un danger mortel sur l'autoroute et ruiner la chaussée si elle y pénètre ; elle doit donc être évacuée rapidement. [28]

## IX.7 Choix des ouvrages d'assainissement

Le choix et le dimensionnement de ces ouvrages sont faits en tenant compte des précipitations prévisibles, des caractéristiques géométriques et physiques de la route, et des contraintes de sécurité.

Les dispositions de principe à prévoir sont généralement les suivantes :

- **En remblai** : lorsque l'érosion des talus est à craindre, il est recommandé de prévoir en crête un dispositif longitudinal recueillant les eaux et les conduisant à des descentes spécialement aménagées, en des points convenablement choisis.
- **En déblai** : les eaux sont collectées et évacuées latéralement par des ouvrages superficiels (cunettes, fossés, caniveaux) associés, lorsque cela est nécessaire à des collecteurs enterrés. [13]

### IX.7.1 Critère de choix

Le choix d'un ouvrage d'assainissement doit principalement reposer sur **4 critères** :

- Sa capacité hydraulique.
- Son insertion dans le profil en long et le profil en travers du projet routier, donc sa géométrie prend en compte l'aspect sécurité de l'utilisateur.
- Son niveau de protection au regard de la vulnérabilité des eaux.
- Sa facilité d'entretien et d'exploitation des ouvrages.

## IX.8 Etude hydrologique

### IX.8.1 Calcul des débits d'apports

Pour calculer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés ou par les exutoires, on à plusieurs méthodes ont été élaborés : [28]

- Méthode Rationnelle.
- Méthode de Caquot.
- Méthode Linéaire.

Pour notre cas, on va utiliser la méthode rationnelle, elle est donnée par la formule : [15]

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A$$

Avec :

$Q_a$  : débit d'apport en provenance du bassin versant en ( $m^3/s$  ou L/S).

C : coefficient de ruissellement.

$I_t$  : l'intensité de l'averse de durée égale au temps de concentration en (mm/h).

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

A : superficie de la surface drainée (bassin versant) en (ha ou  $Km^2$ ).

### Remarque

D'après SETRA, la formule  $Q_a = K \times C \times I_t \times A$  est empirique, elle a été faite pour les unités suivantes :

- $Q_a$  en ( $m^3/s$ ) valable pour :  $I_t$  en (mm/h) ; A en ( $km^2$ ) ;  $K=0.2778$
- $Q_a$  en (L/s) valable pour :  $I_t$  en (mm/h) ; A en (ha) ;  $K=2.778$

**a - Coefficient de ruissellement (C)**

Le coefficient volumétrique de ruissellement est le rapport du volume d'eau qui ruisselle au volume d'eau tombée sur le bassin considéré.

Le coefficient de ruissellement est dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. [28]

Estimé à partir de :

- La pente du bassin versant.
- L'intensité de pluie.
- La couverture du bassin versant.
- La perméabilité du terrain.

Le coefficient de ruissellement est estimé par la méthode préconisée de **KENESSEY** qui est la somme de **trois (03) coefficients** partiels :

- **C<sub>1</sub>** : dépendant de la pente du bassin versant.
- **C<sub>2</sub>** : dépendant de la nature du sol (perméabilité).
- **C<sub>3</sub>** : dépendant de la couverture végétale du bassin versant.

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

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

**Tableau IX.1 : Coefficient de ruissellement «C». [28]**

Type de chaussée	Coefficient de ruissellement C	Valeurs prises
<b>Chaussée revêtue enrobée</b>	0.80-0.95	0.95
<b>Accotement ou sol légèrement perméable</b>	0.15-0.40	0.40
<b>Talus</b>	0.10-0.30	0.30
<b>Terrain naturel</b>	0.05-0.20	0.20

Pour notre projet, on nous a conseillés de travailler avec un coefficient de ruissellement de **C=1** d'après l'étude faite par l'**ADA**.

**b – L'intensité de la pluie (I<sub>t</sub>)**

La détermination de l'intensité de la pluie est effectuée à partir des courbes Intensité-Durée-Fréquence (**IDF**) qui donne l'intensité en fonction du temps de concentration pour chaque période de retour. [28]

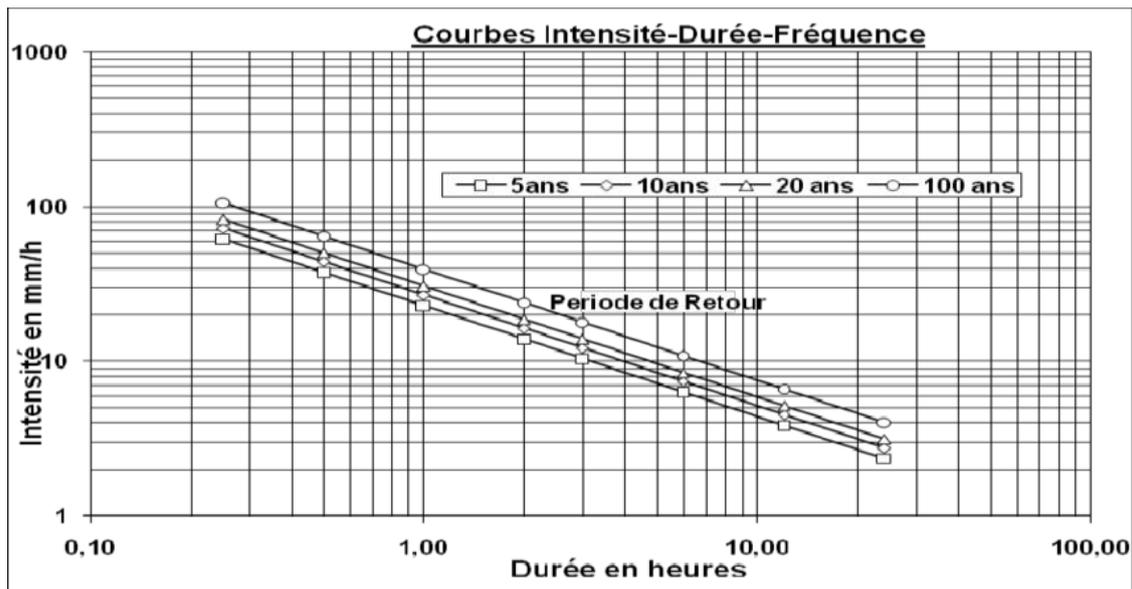


Figure IX.4 : Courbes intensité – durée – fréquence. [28]

On peut également utiliser la formule suivante : [28]

$$I = (T, t_c) = \frac{P_t}{P_{jmax}} = a \cdot T_c^{-b}$$

Avec :

**P (t)** : Pluie de durée t (temps de concentration).

**Pj max** : Pluie journalière maximale.

**Tc** : Temps de concentration.

**a et b** : Paramètres climatiques.

Les valeurs des paramètres “a” et “b” pour les différentes fréquences sont résumées dans les tableaux suivants :

Tableau IX.2 : Intensité-Durée-de Fréquence (I.D.F). [28]

Regions	T	2ans	5ans	10ans	20ans	50ans	100ans
Jijel	a (T)	30.3	40.5	47.3	53.8	62.1	68.4
	b	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
Taxenna	a (T)	19.4	25.4	29.5	33.3	38.3	42
	b	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53

**Remarque**

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

➤ **Temps de concentration**

La durée (**t**) de l'averse produisant le débit maximum **Q** étant prise égale au temps de concentration, dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après **VENTURA**, **PASSINI**, **GIADOTTI** comme suit : [28]

• **La formule de VENTURA :**

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

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

• **La formule de PASSINI :**

Lorsque  $5 \text{ km}^2 < A < 25 \text{ km}^2$  :

$$T_c = 0.108 \times \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{P}}$$

• **La formule de GIADOTTI :**

Lorsque  $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$  :

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

Avec :

$T_c$  : Temps de concentration (heure) .

A : Superficie du bassin versant ( $\text{km}^2$ ) .

L : Longueur du bassin versant (km) .

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

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

La pluie de fréquence pour le calcul du dimensionnement des ouvrages hydrauliques correspond d'une durée de pluie 15 minute : 0.25 heures ( **$T_c = 0.25 \text{ h}$** ) .

**IX.8.2 Débit de saturation ( $Q_s$ )**

L'ouvrage est saturé lorsqu'il coule à plein section. La relation de **MANNING STRICKLER** donne le débit capable à plein section  **$Q_s$**  de l'ouvrage : [15]

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

Avec :

$Q_s$  : Débit d'écoulement au point de saturation en ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) .

$K_{ST}$  : Coefficient de rugosité (MANNINGSTICKLER) .

J : Pente de l'ouvrage d'évacuation .

$S_m$  : Section mouillée en ( $\text{m}^2$ ) .

$R_H$  : Rayon hydraulique en (m) .

**IX.8.2.1 Coefficient de rugosité  $K_{ST}$**

Les valeurs usuelles de coefficient de rugosité des ouvrages d'assainissement routier, mentionnées dans le (**tableau IX.3**), tiennent compte du vieillissement de l'ouvrage et de l'architecteur du réseau. Il s'agit des valeurs communément admises pour les routes. [28]

**Tableau IX.3 : Valeurs de coefficient de rugosité «K<sub>ST</sub>». [28]**

Nature d'ouvrage	coefficient de rugosité «K <sub>ST</sub> »
Buses en terre	30
Buses métalliques	40
Buses en maçonneries	50
Buses en béton (dalots)	70
Buses en béton (préfabriquées)	80

### IX.8.2.2 Rayon hydraulique R<sub>H</sub>

C'est le rapport de la section mouillée au périmètre mouillé (longueur du contour de la partie mouillée de la section transversale de l'ouvrage), exprimé en (m). [28]

$$R_H = \frac{S_m}{P_m}$$

Avec :

S<sub>m</sub> : section mouillée exprimé en (m<sup>2</sup>).

P<sub>m</sub> : périmètre mouillée exprimé en (m).

## IX.9 Dimensionnement des ouvrages d'évacuation

Le réseau d'assainissement doit collecter les eaux de ruissellement provenant des bassins versants routiers et des talus pour les évacuer vers la mer. Son architecture se développe principalement tout le long de l'infrastructure suivant une logique hydraulique gravitaire (entre un point haut et un point bas) par assemblage d'ouvrages élémentaires (linéaires ou ponctuels, enterrés ou superficiels).

La méthode de dimensionnement consiste à choisir un ouvrage et sa pente, puis à vérifier sa capacité à évacuer le débit d'apport. Pour cela on doit vérifier la condition suivante : [15]

$$Q_a = Q_s \rightarrow \text{La méthode rationnelle}$$

Q<sub>a</sub> : Débit d'apport en provenance du bassin versant en (m<sup>3</sup>/s).

Q<sub>s</sub> : Débit d'écoulement au point de saturation en (m<sup>3</sup>/s).

### IX.9.1 Dimensionnement des buses

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

Une fois le rayon R est déterminé on prend le diamètre de la buse  $\phi = 2R$ .

On dimensionne les buses par rapport au débit :

$$Q_a = Q_{\text{chaussée}} + Q_{\text{talus}} + Q_{\text{accotement}} + Q_{\text{T.naturel}}$$

En considérant une période de retour de **10 ans**.

Pour le dimensionnement des buses, la section et le périmètre mouillée sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :

- 75% de la hauteur total si  $\phi \leq 1\text{m}$ .

- 80% de la hauteur total si  $\phi > 1\text{m}$ .

### IX.9.1.1 Calcul de la surface mouillée et le périmètre mouillé

$$\begin{cases} S_m = \frac{4}{5} \pi \cdot R^2 \\ P_m = \frac{4}{3} \pi \times R \end{cases}$$

Une fois le rayon R est déterminé on prend le diamètre de la buse  $\phi=2R$ .

Avec :

$S_m$  : surface mouillée.

$P_m$  : périmètre mouillée.

R : Rayon de la buse.

### IX.9.1.2 Calcul du rayon hydraulique

$$R_H = \frac{S_m}{P_m}$$

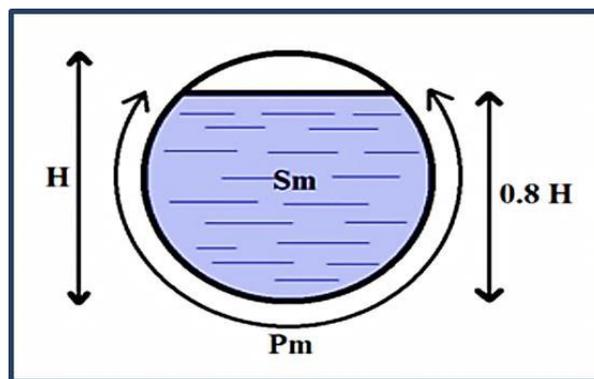


Figure IX.5 : Buses.

### IX.9.2 Dimensionnement des fossés

Les fossés sont des ouvrages longitudinaux destinés à collecter les eaux superficielles qui ruissellent sur la chaussée, sur les accotements, les talus et sur les terrains avoisinants.

Les fossés doivent être en béton légèrement armé en treillis soudé afin d'éviter d'éventuels érosions. Le profil en travers de fossé est donné par la figure ci-dessous :

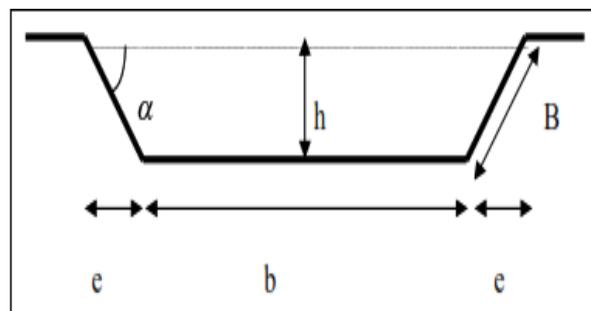


Figure IX.6 : Profil en travers hypothétique d'un fossé.

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

**IX.9.2.1 Calcul de la surface mouillée**

$$S_m = (b \times h) + \left[ 2 \times \frac{e \times h}{2} \right]$$

$$P = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \quad \text{d'où : } e = n \times h$$

$$\rightarrow S_m = h \times [b + (n \times h)]$$

**IX.9.2.2 Calcul du périmètre mouillé**

$$P_m = b + 2 \times B$$

$$B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + (n^2 \times h^2)} = h \times \sqrt{1 + n^2}$$

$$\rightarrow P_m = b + \left[ 2 \times h \times \sqrt{1 + n^2} \right]$$

**IX.9.2.3 Calcul du rayon hydraulique**

$$R_H = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h \times [b + (n \times h)]}{b + \left[ 2 \times h \times \sqrt{1 + n^2} \right]}$$

**IX.9.3 Dimensionnement des dalots**

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

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

La hauteur de remplissage égale à :

$$\begin{cases} H_r = 0.80 \times H & \text{Si } H \leq 2.5\text{m.} \\ H_r = H - 0.5 & \text{Si } H \geq 2.5\text{m.} \end{cases}$$

**IX.9.3.1 Calcul de la surface mouillée et le périmètre mouillé**

$$\begin{cases} S_m = 0.8H \times B \\ P_m = 1.6H + B \end{cases}$$

**IX.9.3.2 Calcul du rayon hydraulique**

$$R_H = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0.8H \times B}{1.6H + B}$$

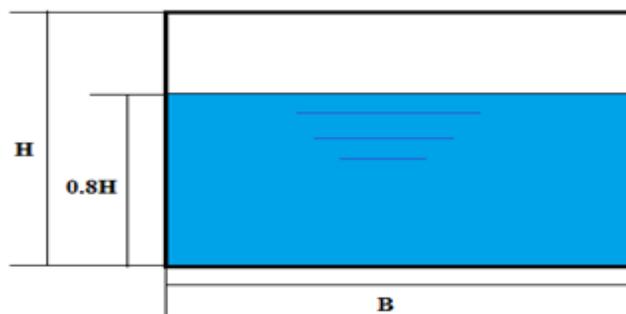


Figure IX.7 : Dalots

## IX.10 Application au projet

### IX.10.1 Données hydrauliques

Les caractéristiques des bassins versants sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau IX.4** : Caractéristiques des bassins.

Bassin versant	PK	Surface ( km <sup>2</sup> )	Pente moyen (%)
<b>BV1</b>	13+480	0,1160	13,6
<b>BV2</b>	13+817	0,1269	14,1
<b>BV3</b>	14+20	0,2082	15,3
<b>BV4</b>	14+255	0,3854	25,9
<b>BV5</b>	14+449	0,0109	40,5
<b>BV6</b>	14+598	0,1296	51,2
<b>BV7</b>	15+063	1,2437	60,2
<b>BV8</b>	16+319	0,1983	20,5
<b>BV9</b>	16+904	0,3917	24,4
<b>BV10</b>	17+276	0,4009	23,2
<b>BV11</b>	17+653	0,8406	25,6
<b>BV12</b>	18+114	0,0519	29,4
<b>BV13</b>	18+357	0,1960	24,7
<b>BV14</b>	19+022	0,1425	27,8
<b>BV15</b>	20+292	0,0213	20,3
<b>BV16</b>	20+416	1,3427	23,7
<b>BV17</b>	21+115	0,1315	24,5
<b>BV18</b>	21+240	0,0904	26,1
<b>BV19</b>	21+751	0,2627	30,3
<b>BV20</b>	21+933	0,1209	31,5
<b>BV21</b>	22+16	1,7478	36,6
<b>BV22</b>	22+435	0,2568	40,8
<b>BV23</b>	23+065	0,1379	45,8
<b>BV24</b>	23+457	0,0850	44,1
<b>BV25</b>	23+585	0,0707	48,2
<b>BV26</b>	23+777	0,3028	50,6

**IX.10.2. Calcul des débits des cours d'eau**

Compte tenu du grand nombre d'écoulements rencontrés par notre tracé, les calculs ont été réalisés à l'aide d'une tabulation Excel. Nous ne donnerons donc que quelques exemples de calculs.

**Exemples de calculs : BV7**

➤ Temps de concentration :

$A=1.2437 \text{ km}^2 < 5 \text{ km}^2$  ➔  $A < 5 \text{ km}^2$  : formule de «VENTURA»:

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

$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{1.2437}{0.602}} = 0.183 \text{ h}$$

$$T_c = 0.183 \text{ h}$$

➤ **L'intensité de la pluie (I) :**

On déduit l'intensité à partir de la courbe **IDF** ou bien de la formule :

$$I(t, T) = a^{(t)}/T^b$$

✓ On prenant la période de retour de 10 ans (**voir le Tableau IX.2**). :

– Pour la région de Jijel :  $a(T) = 47.3$  et  $b = 0.69$

– Pour la région de Texenna :  $a(T) = 29.5$  et  $b = 0.53$

$$I(t, T) = a^{(t)}/T^b \quad \text{➔} \quad I(t, T) = 47.3 / 0.183^{0.69} = 152,940 \text{ mm/h}$$

➤ **Calcul du débit des cours d'eau :**

On a:

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

$$K = 0.2778$$

$$C = 1$$

$$A = 1.2437 \text{ km}^2$$

$$I = 152.940 \text{ mm/h}$$

$$\rightarrow Q_a = 0.2778 \times 1 \times 1.2437 \times 152.940$$

$$\rightarrow Q_a = 52.841 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tableau IX.5 : Résultats de calcul.

BVi	PK	A (m <sup>2</sup> )	P %	T <sub>c</sub> (h)	a (T)	B	I (mm/h)	Qa (m <sup>3</sup> /S)
BV1	13+480	0,116	13,6	0,117	47,3	0,69	207,525	6,687
BV2	13+817	0,1269	14,1	0,120	47,3	0,69	203,715	7,182
BV3	14+020	0,2082	15,3	0,148	47,3	0,69	176,636	10,216
BV4	14+255	0,3854	25,9	0,155	47,3	0,69	171,272	18,337
BV5	14+449	0,0109	40,5	0,021	47,3	0,69	683,749	2,070
BV6	14+598	0,1296	51,2	0,064	47,3	0,69	315,563	11,361
BV7	15+063	1,2437	60,2	0,183	47,3	0,69	152,940	52,841
BV8	16+319	0,1983	20,5	0,125	47,3	0,69	198,708	10,946
BV9	16+904	0,3917	24,4	0,161	47,3	0,69	166,846	18,155
BV10	17+276	0,4009	23,2	0,167	47,3	0,69	162,661	18,116
BV11	17+653	0,8406	25,6	0,230	47,3	0,69	130,345	30,438
BV12	18+114	0,0519	29,4	0,053	47,3	0,69	357,342	5,152
BV13	18+357	0,196	24,7	0,113	47,3	0,69	212,759	11,584
BV14	19+022	0,1425	27,8	0,091	47,3	0,69	247,381	9,793
BV15	20+292	0,0213	20,3	0,041	47,3	0,69	427,594	2,530
BV16	20+416	1,3427	23,7	0,302	29,5	0,53	55,616	20,745
BV17	21+115	0,1315	24,5	0,093	29,5	0,53	103,853	3,794
BV18	21+240	0,0904	26,1	0,075	29,5	0,53	116,636	2,929
BV19	21+751	0,2627	30,3	0,118	29,5	0,53	91,460	6,675
BV20	21+933	0,1209	31,5	0,079	29,5	0,53	113,505	3,812
BV21	22+160	1,7478	36,6	0,278	29,5	0,53	58,193	28,255
BV22	22+435	0,2568	40,8	0,101	29,5	0,53	99,561	7,103
BV23	23+065	0,1379	45,8	0,070	29,5	0,53	121,046	4,637
BV24	23+457	0,085	44,1	0,056	29,5	0,53	136,234	3,217
BV25	23+585	0,0707	48,2	0,049	29,5	0,53	146,459	2,877
BV26	23+777	0,3028	50,6	0,098	29,5	0,53	100,902	8,488

### IX.10.3 Dimensionnement des ouvrages d'assainissement

Pour le coefficient de **Strickler (Kst)** nous avons adopté les valeurs suivant :

- 30 pour les ponts
- 70 pour les dalots
- 80 pour les buses

➤ **Dalot de 2×2 (m×m) :**

On suppose un dalot de **H=2m**, **B=2m** en béton (**Kst = 70**), inclinée d'une pente de **1%** et remplie **80%** (Pour les dalots, la section et le périmètre mouillé sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à : Hr = 0,80 H).

$$S_m = B \times H_r = 2 \times 0.8 \times 2 = 3.2 \text{ m}^2$$

$$P_m = (2 \times H_r) + B = 5.2 \text{ m}$$

$$R_H = S_m / P_m = 0.615$$

$$Q_s = K_{st} \times R_H^{2/3} \times J^{1/2} \times S_m = 70 \times 0.615^{2/3} \times 0.01^{1/2} \times 3.2 = \mathbf{16.2 \text{ m}^3/s}$$

Avec:

$S_m$  : section mouillée en (m<sup>2</sup>).

$R_h$  : rayon Hydraulique en (m).

$P_m$  : périmètre mouillé en (m).

$I$  : pente moyenne de l'oued.

➤ **Dimensionnement des buses de Φ1500 mm**

Les données d'une buse Φ1500 (mm) en béton armé préfabriqué (Kst=80), inclinée d'une pente de 1%.

$$S_m = 4/5 \cdot \pi \cdot R^2$$

$$S_m = 1,413 \text{ m}^2$$

$$P_m = 4/3 \cdot \pi \cdot R = 3.14 \text{ m}$$

$$R_H = S_m / P_m = 0.45 \text{ m}$$

$$Q_s = K_{st} \times R_H^{2/3} \times J^{1/2} \times S_m$$

$$Q_s = 80 \times 0,45^{2/3} \times 0.01^{1/2} \times 1,413$$

$$Q_s = 6,638 \text{ m}^3/s$$

**Tableau IX.6:** Débit de saturation de chaque ouvrage d'assainissement.

Type d'ouvrage	Qs (m <sup>3</sup> /S)
Buse de Φ1500 (mm)	6,638
Dalot 2×2 (m×m)	16.20
Dalot 3×2 (m×m)	27,967
Dalot 4×3 (m×m)	75,930

➤ **Choix d'ouvrage d'assainissement**

Pour choisir l'ouvrage d'assainissement on vérifie la condition  $Q_s \geq Q_a$

Par exemple BV7  $\rightarrow Q_a = 52,841 \text{ m}^3/\text{s}$

Dalot  $3 \times 2 \text{ (m} \times \text{m)}$  :  $26.64 \text{ (m}^3/\text{s)} \leq 52.48 \text{ (m}^3/\text{s)}$   $\rightarrow$  condition non vérifiée.

Dalot  $4 \times 3 \text{ (m} \times \text{m)}$  :  $68.15 \text{ (m}^3/\text{s)} \geq 52.48 \text{ (m}^3/\text{s)}$   $\rightarrow$  condition vérifiée.

Donc, pour BV7 on choisit un dalot de  $4 \times 3 \text{ (m} \times \text{m)}$ .

➤ **Dimensionnement de Fossé**

Pour le dimensionnement des fossés on prend un temps de concentration égale à 15min. Alors  $t_c = 0.25 \text{ h}$ . Et une période de retour de 10ans.

D'après les données précédentes et les courbes « **Intensité-Durée-Fréquence** », ( $a(T) = 47.3$  et  $b = 0.69$ ). On a obtenu une intensité  $I = 123.1 \text{ mm/h}$ .

**Tableau IX.7** : Débit d'apport de fossé.

Surface d'apport	A (km <sup>2</sup> )	C	I (mm/h)	Q <sub>a</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>a</sub> total (m <sup>3</sup> /s)
<b>Chaussée</b>	0.0051	0.95	123.1	0.165	0.376
<b>Accotement</b>	0.0019	0.4	123.1	0.026	
<b>Talus</b>	0.018	0.3	123.1	0.185	

On suppose un fossé en béton ( $K_{ST} = 70$ ) avec les dimensions suivantes :  $b = 0.5 \text{ m}$ ,  $h = 0.5 \text{ m}$  et  $\alpha = 45^\circ$ .

- Pour un angle de  $45^\circ$   $n = 1$
- Pour une pente longitudinale de 2.5%.

On calcule le débit de saturation  $Q_{sD}$  de ce fossé, et on compare  $Q_s$  avec le débit d'apport  $Q_a$ .

$$P_m = b + 2h(n^2 + 1)^{1/2}$$

$$P_m = 0.5 + 2 \times 0.5(1^2 + 1)^{1/2} = 1.914 \text{ m}$$

$$S_m = (b + n \times h) \times h$$

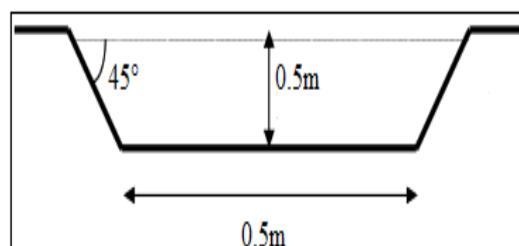
$$S_m = (0.5 + 1 \times 0.5) \times 0.5 = 0.5 \text{ m}^2$$

$$R_H = S_m / P_m = 0.261$$

$$Q_s = 70 \times 0.025^{1/2} \times 0.261^{2/3} \times 0.5 = 2.26 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = 2.26 \text{ m}^3/\text{s} > Q_a = 0.376 \text{ m}^3/\text{s}$$

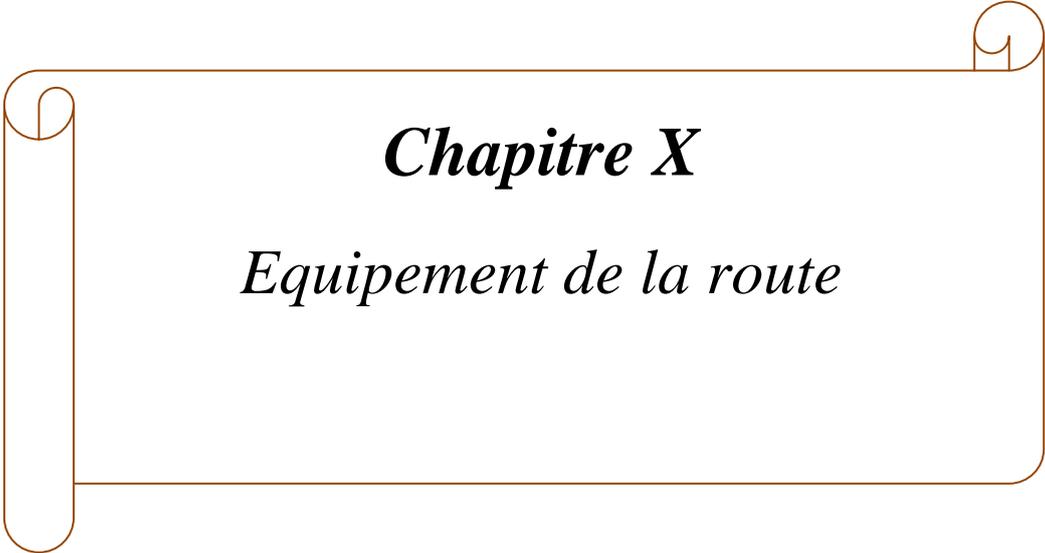
D'après les calculs, les fossés de dimension  $b = 0.5 \text{ m}$ ,  $h = 0.5 \text{ m}$  et  $\alpha = 45$  sont adaptables.



**Figure IX.8** : Dimensions de fossé.

**Tableau IX.8:** Récapitulatif des résultats.

<b>PK</b>	<b>Qa (m/S)</b>	<b>Ouvrage</b>
13+480	6,687	Dalot 2×2 (m×m)
13+817	7,182	Dalot 2×2 (m×m)
14+020	10,216	Dalot 2×2 (m×m)
14+255	18,337	Dalot 3×2 (m×m)
14+449	2,070	Buse Φ1500 (mm)
14+598	11,361	Dalot 2×2 (m×m)
15+063	52,841	Dalot 4×3 (m×m)
<b>16+000 viaduc (4) permet le franchissement d'oued Mencha.</b>		
16+319	10,946	Dalot 2×2 (m×m)
16+904	18,155	Dalot 3×2 (m×m)
17+276	18,116	Dalot 3×2 (m×m)
17+653	30,438	Dalot 4×3 (m×m)
18+114	5,152	Buse Φ1500 (mm)
18+357	11,584	Dalot 2×2 (m×m)
19+022	9,793	Dalot 2×2 (m×m)
<b>PK19+400 viaduc (5) permet le franchissement d'oued Mencha.</b>		
20+292	2,530	Buse Φ1500 (mm)
20+416	20,745	Dalot 3×2 (m×m)
21+115	3,794	Buse Φ1500 (mm)
21+240	2,929	Buse Φ1500 (mm)
21+751	6,675	Dalot 2×2 (m×m)
21+933	3,812	Buse Φ1500 (mm)
22+160	28,255	Dalot 4×3 (m×m)
22+435	7,103	Dalot 2×2 (m×m)
<b>22+700 viaduc (6) permet le franchissement d'oued Ogla</b>		
23+065	4,637	Buse Φ1500 (mm)
23+457	3,217	Buse Φ1500 (mm)
23+585	2,877	Buse Φ1500 (mm)
23+777	8,488	Dalot 2×2 (m×m)

A decorative border in a light brown color, resembling a scroll. It has a vertical bar on the left side with a rounded top and bottom, and a horizontal bar on the top and bottom. The corners are rounded with a scroll-like flourish.

## ***Chapitre X***

### ***Equipement de la route***

## CHAPITRE X : EQUIPEMENT DE LA ROUTE

### X.1 Signalisation

#### X.1.1 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, elle permet d'assurer le guidage des usagers en leur donnant des informations d'aide à la conduite et au déplacement sur un itinéraire donné, dans le but de réduire les causes d'accident et faciliter la circulation et de la rendre plus sûre.

La signalisation doit être homogène, rapidement visible et compréhensible, suffisante et non surabondante.

La circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés.

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

#### X.1.2 Objectifs de signalisation

La signalisation routière a pour objet de :

- Rendre plus sûre et faciliter la circulation routière.
- Rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- Indiquer diverses prescriptions particulières de police.
- Donner des informations relatives à l'usage de la route. [11]

#### X.1.3 Règle à respecter pour la signalisation

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

- L'homogénéité : cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation.
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Le respect des règles d'implantation et de pose.
- La cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- La simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

#### X.1.4 Principes de la signalisation routière

Dans la conception et l'implantation de la signalisation routière, on ne doit jamais perdre de vue les conditions de sa perception par l'utilisateur qui se déplace souvent à grande vitesse et dont l'attention est sollicitée par les exigences de la conduite.

Pour être utile, la signalisation doit être efficace, ce qui implique le respect des trois principes suivants : [29]

#### **X.1.4.1 Principe de valorisation**

La multiplication et l'inflation des signaux nuisent à leur efficacité. Il ne faut pas donc les placer que s'ils sont indispensables et jugés utiles. [29]

#### **X.1.4.2 Principe de concentration**

Lorsqu'il est indispensable que plusieurs signaux soient vus en même temps, il faut absolument les implanter de façon que l'usage puisse les apercevoir d'un seul coup d'œil de nuit comme de jour.

Il y a intérêt à grouper deux signaux sur un même support lorsque les deux indications se rapportant au même point se complètent l'une l'autre (par exemple passage à niveau et cassis, ou encore feux de circulation et passage de piétons). [29]

#### **X.1.4.3 Principe de visibilité**

Il ne faut pas demander à l'automobiliste un effort de lecture ou de mémoire excessif, On devra donc réduire et simplifier les indications au maximum, et le cas échéant répartir les signaux sur plusieurs supports échelonnés.

Des expériences ont montré que l'observateur moyen ne peut d'un seul coup d'œil percevoir et comprendre plus de deux symboles. Pour les inscriptions, des indications sont données plus loin. [29]

### **X.1.5 Catégories de signalisation**

**a** - Lorsqu'on considère les types de dispositifs utilisés par la signalisation, on distingue :

- La signalisation par panneau.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage de chaussée (traçage de la route).
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.
- La signalisation par dispositifs de fermeture (barrières).

**b** - Lorsqu'on considère les fonctions assurées par la signalisation, on distingue :

- La signalisation permanente.
- La signalisation temporaire.
- La signalisation dynamique.

### **X.1.6 Types de signalisation**

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.1.6.1 Signalisation verticale**

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

➤ **Signalisation avancée**

Le signal **A24** est placé à une distance de **150 m** de l'intersection pour avertir les usagers de l'existence d'un danger sur la route et de leur indiquer la nature. Le signal **B3** qui notifie les usagers des obligations et des limites qui leurs sont accordées tel que les signaux de priorité. Les signaux **B** sont accompagnés dans tous les cas d'un panneau additionnel (**modèle G5**) qui précise sur quelle branche d'un carrefour les usagers sont prioritaires.

➤ **Signalisation de position**

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

➤ **Signalisation de direction**

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

Les équipements de la signalisation verticale doivent satisfaire aux caractéristiques générales requises et aux conditions d'implantation.

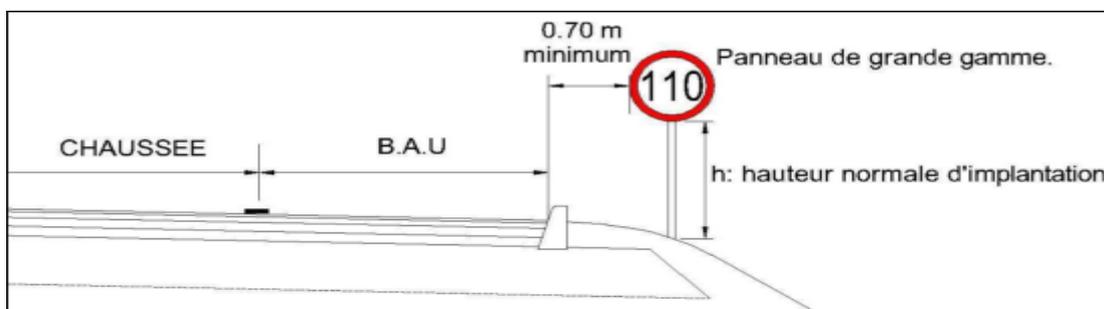


Figure X.1 : Exemple de l'implantation de panneau.

Elles peuvent être classées dans quatre classes :

- Signaux de danger
- Signaux comportant une prescription absolue.
- Signaux à simple indication.
- Signaux de position des dangers.

**a - Signaux de danger**

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

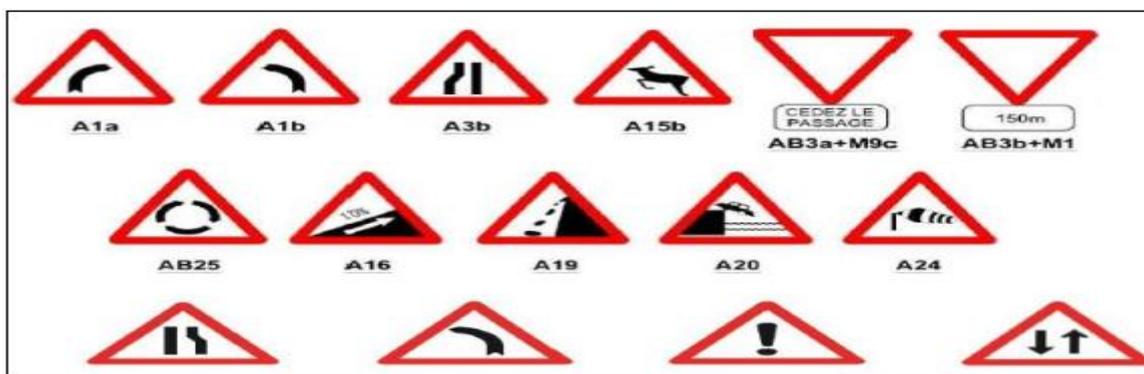


Figure X.2 : Exemple de signalisation de danger.

**b - Signaux comportant une prescription absolue**

Panneaux de forme circulaire, placé sur la route ou les usagers doivent marquer l'arrêtobligatoire (**signalisation de position**), on trouve :

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



**Figure X.3 : Les panneaux B.**

**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.



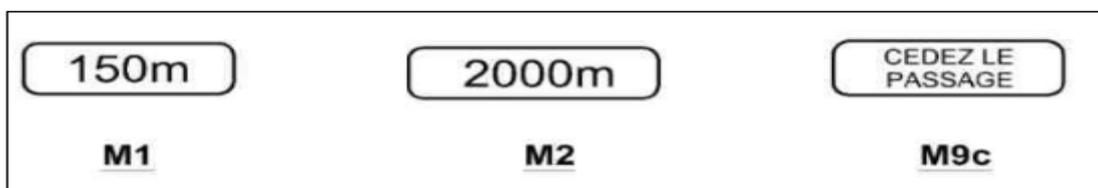
**Figure X.4 : Les panneaux C.**

**d - Signaux de position des dangers**

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

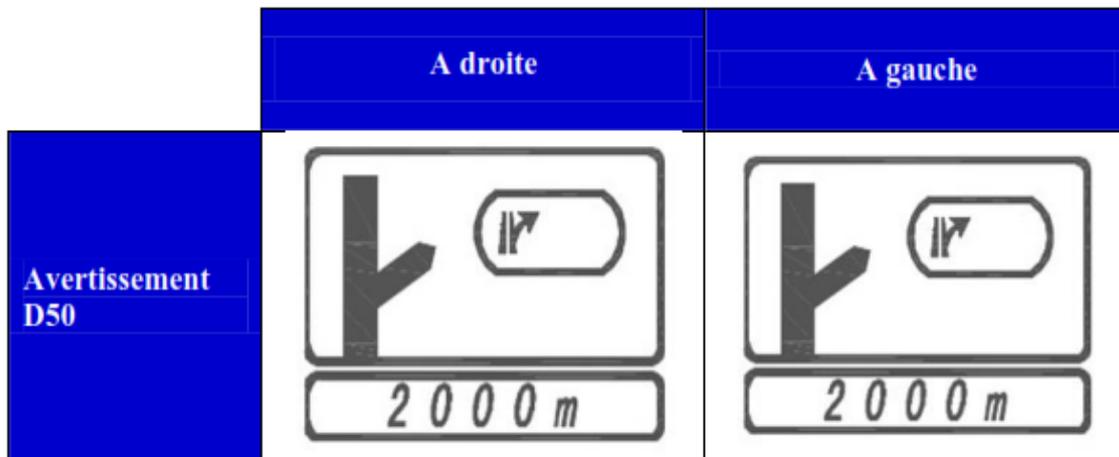
**e - Panonceaux**

Ce sont les panneaux additionnels de **type M**, de forme rectangulaire. Ils sont généralement associés aux panneaux de danger, de prescription et d'indication.



**Figure X.5 : Panonceaux de type M.**

**f - Signalisation des bretelles de sorties (diffuseurs)**



**Figure X.6 :** Signalisation des bretelles de sorties.

**g - Balise de signalisation**

Une balise est un dispositif implanté pour guider les usagers, leur signaler un point particulier ou attirer leur attention, sur un itinéraire à l'aide des matériels rétro réfléchissants.

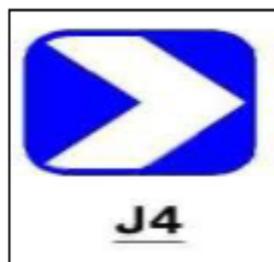
Les balises de signalisations sont installées aux rives de route et au côté du TPC afin de prévenir ou atténuer un danger en fonction des conditions de trafic, itinéraire et géométrie du tracé.

**h - Balise de virage**

Les balises de virage ont pour but d'offrir l'effet d'alerte de virage afin de signaler aux automobilistes la variation de la courbure dans les virages difficiles ou singuliers.

- **Utilisation de la balise**

Les balises de virages sont systématiquement utilisées dans la section avec la perte de tracé pour signaler aux usagers un changement du tracé, un rétrécissement ou une modification de la voie de chaussée.



**Figure X.7 :** Balise de virage.

**i - Plots**

Les plots sont encastrés dans la surface de roulement en complément des marquages de chaussée pour améliorer la sécurité routière et la circulation fluide en guidant les usagers lors de la conduite de nuit ou sous la pluie.

- **Utilisation**

Les plots sont mis en œuvre sur les lignes axiales, les lignes de voie, les obstacles sur route et les zones de sécurité pour s'ajouter aux marquages de chaussée. Ils doivent être clairement visibles.

### X.1.6.2 Signalisation horizontale

Les signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers.

La signalisation horizontale se divise en trois types : [29]

#### a - Marquage longitudinal

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

##### ➤ Les lignes continues

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

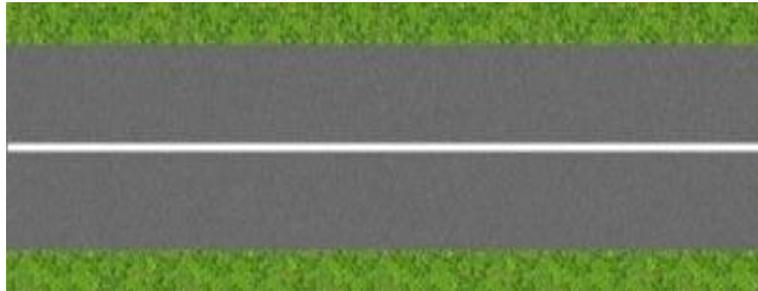


Figure X.8 : ligne continue.

##### ➤ Les Lignes discontinues

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles.

On distingue :

- Les lignes axiales ou lignes de délimitation des voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.

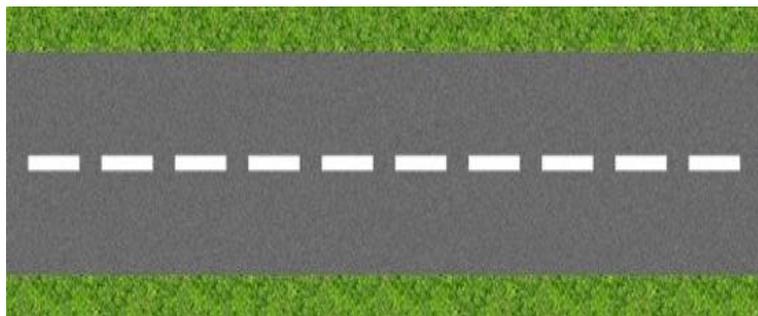


Figure X.9 : Les lignes axiales.

- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles. [11]

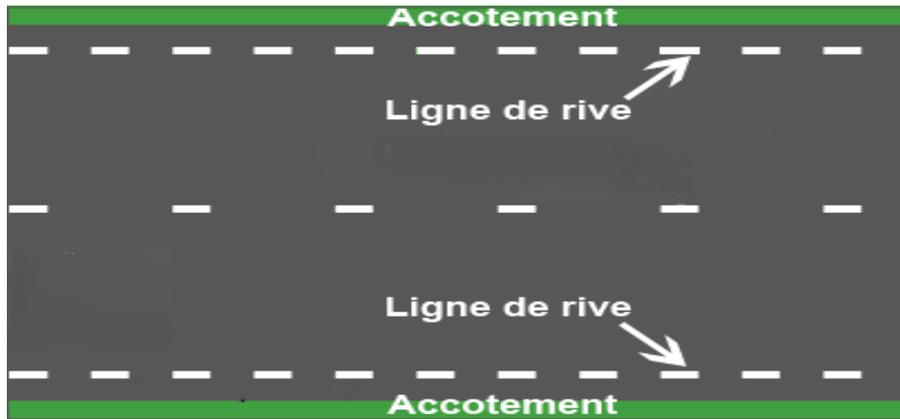


Figure X.10 : Les lignes de rive.

- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement le triple de celle de leurs intervalles.

#### b - Marquages transversales

##### ➤ Lignes transversales continue

Éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

##### ➤ Lignes transversales discontinue

Éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devaient céder le passage aux intersections

#### c - Autre signalisation

##### ➤ Les flèches de rabattement

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent. [29]

##### ➤ Les flèches de sélection

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée. [30]

- **Passage pour les piétons**

Forme rectangulaire de longueur  $L = 2.50 \text{ m}$  pour  $V \leq 60 \text{ km/h}$  et  $L = 4 \text{ m}$  pour  $V \geq 60 \text{ km/h}$  avec largeur de  $0.5 \text{ m}$ , leur distance est de  $0.5$  à  $0.8 \text{ m}$ . [29]

- **Passage pour cycliste**

Il est signalé par deux lignes discontinues, formé de carrée blanche de  $0.5 \text{ m}$  de côté séparé par des intervalles de  $0.5$  à  $0.8 \text{ m}$ . [30]

### X.1.7 Caractéristiques générales des marques

#### X.1.7.1 Couleur des marques

➤ **Le blanc** est la couleur utilisée pour les marques sur chaussée.

Pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions suivantes :

##### ➤ **Le jaune pour :**

- Les marques interdisant l'arrêt ou le stationnement.

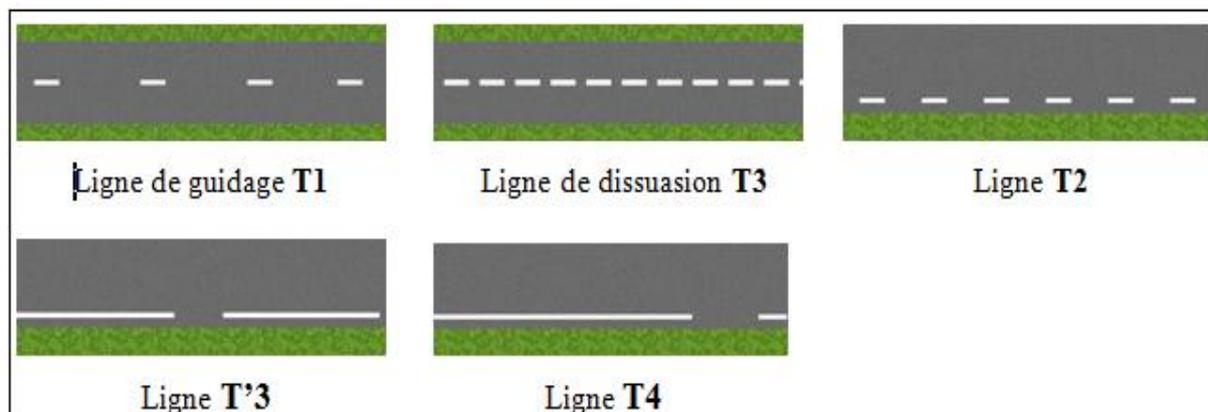
- Les lignes zigzag indiquant les arrêts d'autobus.
- Le marquage temporaire.
- **Le bleu** éventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue.
- **Le rouge** pour les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse. [29]

### X.1.7.2 Modulation des lignes discontinues

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

**Tableau X.1** : Modulation des lignes discontinues.

Type de marquage	Type de Modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs (m)	Rapport Pleins/vides
Axial longitudinal	T1	3	10	1/3
	T'1	1.5	5	1/3
	T3	3	1.33	3
Rive	T2	3	3.5	1
	T'3	20	6	3
	T4	39	13	3
Transversal	T'2	0.5	0.5	3



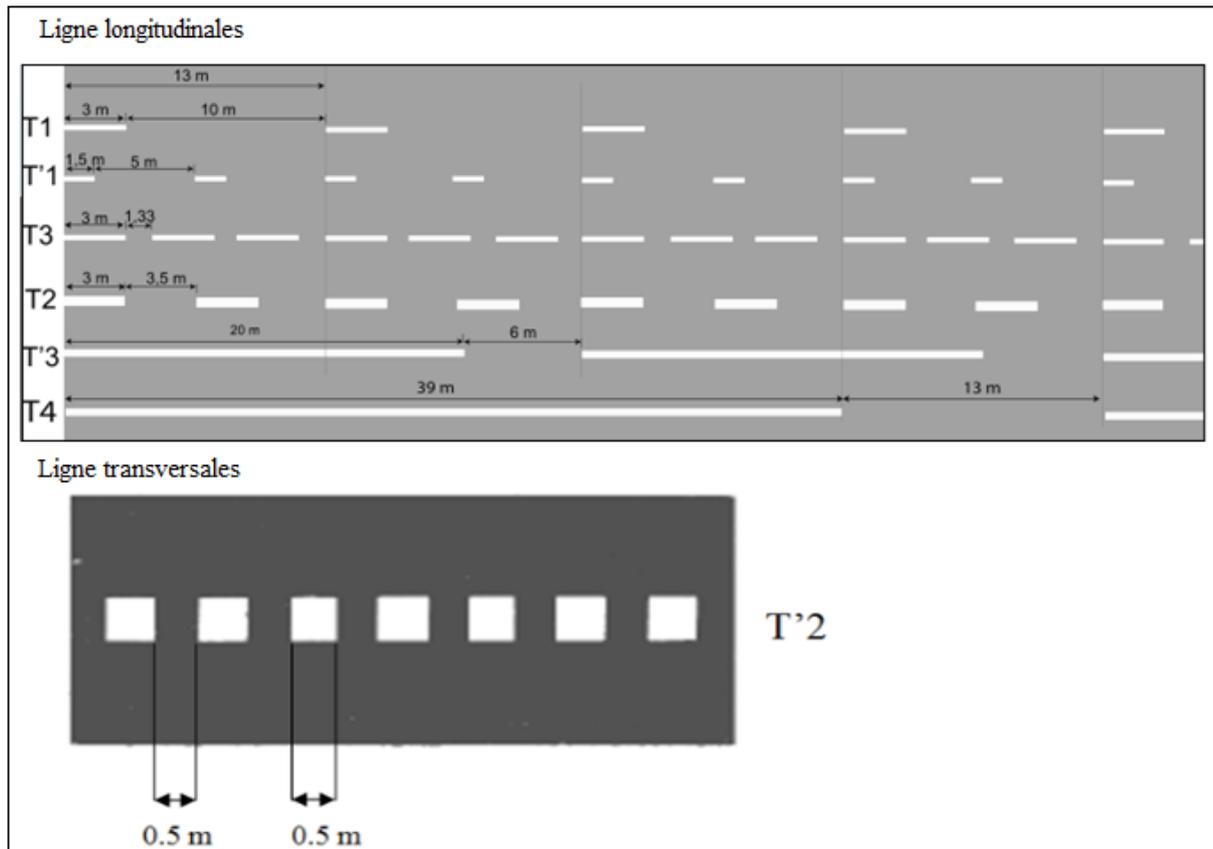
**Figure X.11** : Les lignes du discontinues.

### X.1.7.3 Largeur des lignes

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité “U ” diffère selon le type de route. La valeur de “ U” doit être homogène sur tout l’itinéraire. Pour cela on adopte les valeurs suivantes :

- \* **U = 7,5 cm** sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées et les routes à **4 voies** de rase campagne.
- \* **U = 6 cm** sur les routes importantes, notamment sur les routes à grand circulation.
- \* **U = 5 cm** sur toutes les autres routes.

\*  $U = 3 \text{ cm}$  pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.



**Figure X.12** : Largeur des lignes longitudinales et transversales. [11]

#### X.1.7.4 Les flèche

Les flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée. [30]

On a deux types de flèches :

- flèche de rabattement.
- flèche de sélection (directionnelle).

#### ➤ Les flèches de rabattement

Les flèches de rabattement annoncent le marquage qui fait obligation aux usagers circulant dans le sens de ces flèches, d'emprunter la voie ou les voies situées du côté indiqué par celles-ci.

- A l'approche d'une ligne continue dans le cas d'une route à deux voies.
- A l'approche d'une ligne oblique de réduction du nombre de voies ou rétrécissement de chaussée dans le cas d'une route à trois ou quatre voies.

L'emploi des flèches de rabattement est interdit sur les voies d'insertion en carrefour ainsi qu'en rabattement d'une voie pour véhicules lents sur une voie rapide.

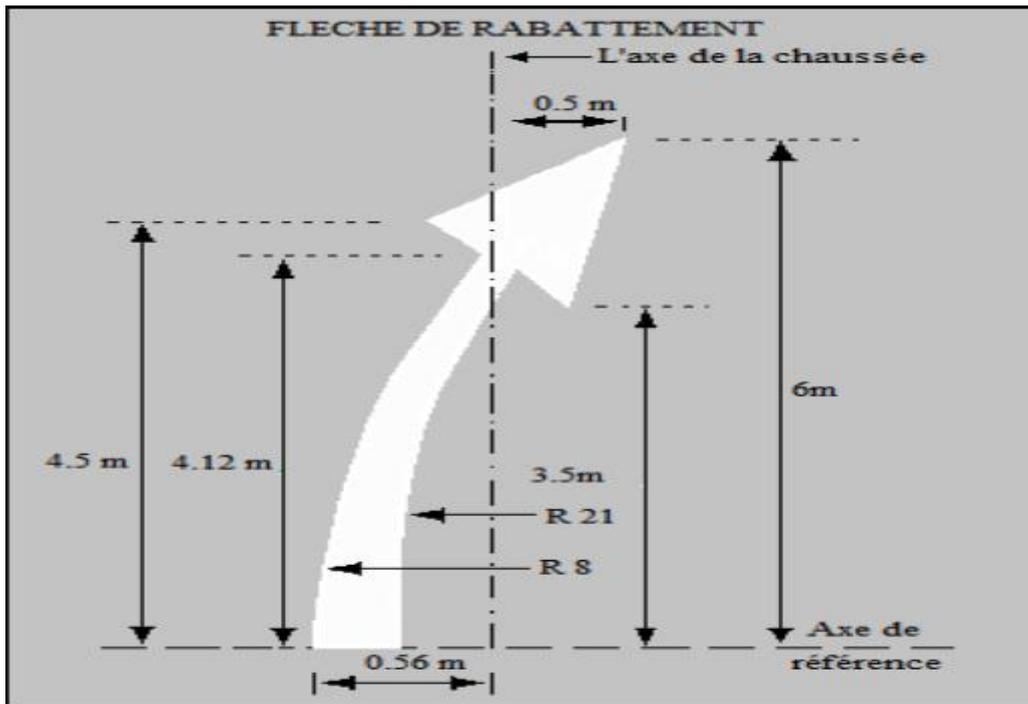


Figure X.13 : Flèche de rabattement.

➤ Les flèches de sélection (directionnelle)

La pré-signalisation de sélection et la signalisation de position peuvent utilement, dans certains carrefours, être complétées par des flèches au sol, dites flèches directionnelles, attribuant chacune des voies de la chaussée à une ou deux direction.

La flèche de «tourne-à-gauche» se déduit par symétrie de la flèche de «tourne-à-droite», la flèche bidirectionnelle «tourne-à-gauche et direct» se déduit par symétrie de la flèche de «tourne-à-droite et direct». [30]

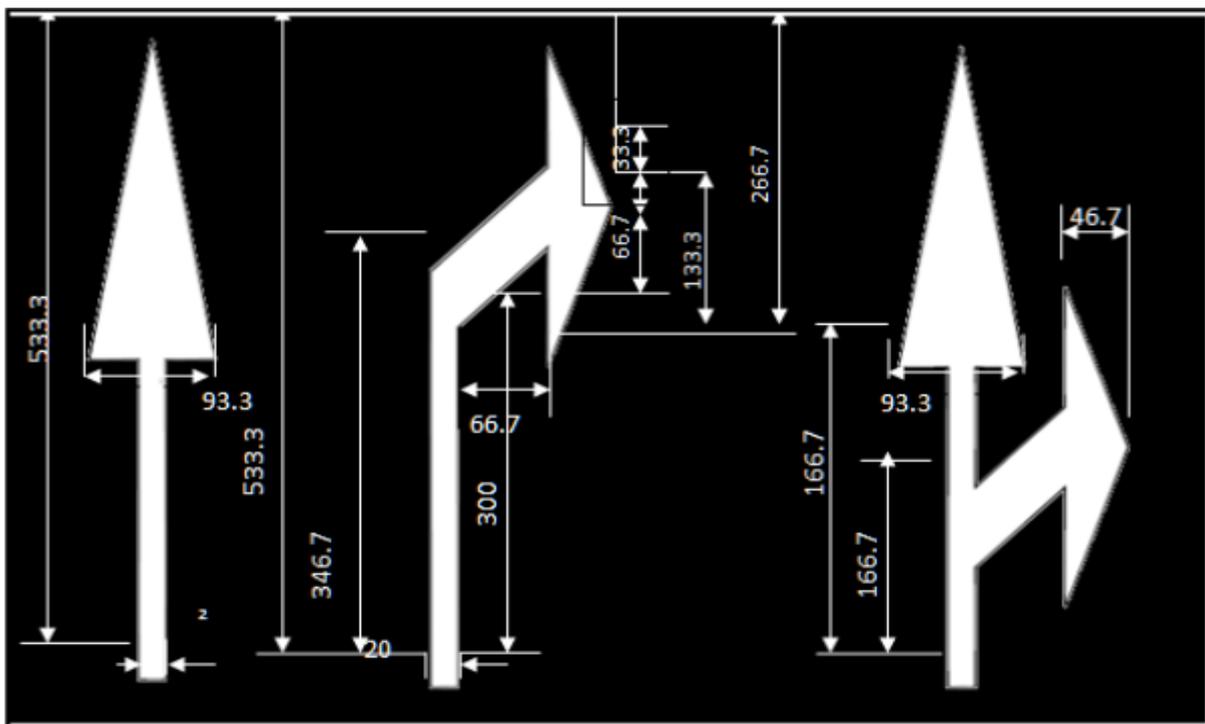


Figure X.14 : flèches directionnelles (de sélection).

### X.1.8 Les critères de conception de la signalisation

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (**homogénéités**).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.

### X.1.9 Application au projet

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

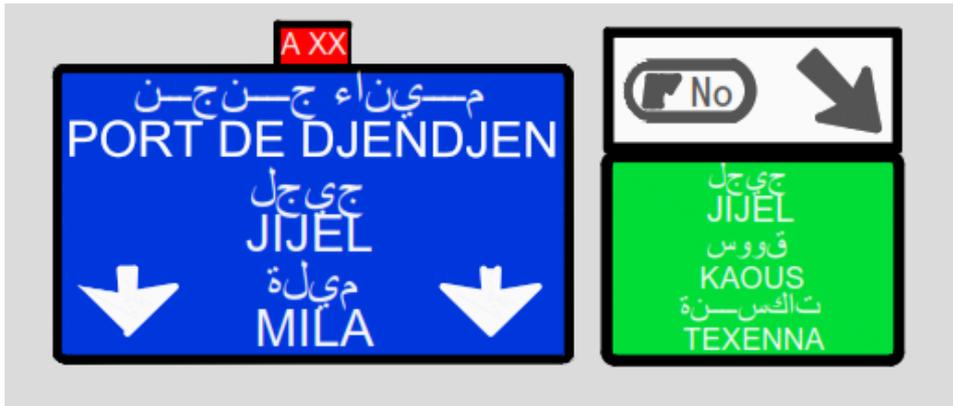


Figure X.15 : Panneau d'indication de direction. [3]



Figure X.16 : Vitesse limitée à 110 km/h. [3]



Figure X.17 : Accès interdit au véhicule (la hauteur supérieure à 5.25 m). [3]

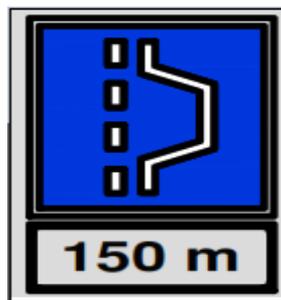


Figure X.18 : Emplacement d'arrêt d'urgence à 150 m. [3]

ROUTE: DJENDJEN - EL EULMA - SIGNALISATION HORIZONTALE								
Du Pk 12+200 au Pk 13+240 (ECHANGEUR CHEDDIA)								
N°	Dénomination	Modulations	Pk Début	Pk Fin	Longueur en Mètre	Nb	Quantité Totale en ml	Position
1	CONTINUE 3U	LIGNE LONGITUDINALE CONTINUE	12+200	13+240	5378	1	5378	Echangeur Cheddia
2	T1 - 2U	LIGNE DISCONTINUE	12+200	13+240	4220	1	4220	Echangeur Cheddia
3	T4 - 3U	LIGNE DISCONTINUE	12+200	13+240	310	1	310	Echangeur Cheddia
4	T2 - 5U	LIGNE DISCONTINUE	12+200	13+240	1316	1	1316	Echangeur Cheddia
5	T3' - 3U	LIGNE DISCONTINUE	12+200	13+240	4180	1	4180	Echangeur Cheddia

SIGNALISATION HORIZONTALE - MODULATION ET TYPOLOGIE			
N°	Type Ligne	Modulations description	Modulations
1	CONTINUE 3U	LIGNE LONGITUDINALE CONTINUE	
2	T1 - 2U	LIGNE LONGITUDINALE DISCONTINUE	
3	T4 - 3U	LIGNE LONGITUDINALE DISCONTINUE	
4	T2 - 5U	LIGNE LONGITUDINALE DISCONTINUE	
5	T3' - 3U	LIGNE LONGITUDINALE DISCONTINUE	
6	T3 - 2U	LIGNE LONGITUDINALE DISCONTINUE	

NB  
 L'unité de largeur pour la signalisation horizontale est comme suit :  
 \* U = 7,5 Cm : Sur l'Autoroute et les bretelles des diffuseurs, des nœuds autoroutiers et d'entrée/sortie sur airs, à l'exception des bretelles précisées ci-dessous.  
 \* U = 6 Cm : Sur les bretelles de sortie de l'autoroute après les péages, sur les bretelles d'entrée de l'autoroute avant les péages et sur les RN.  
 \* U=5 Cm : Sur toutes les autres routes qui ne sont pas nationales.

Figure X.19 : Signalisation horizontale. [3]

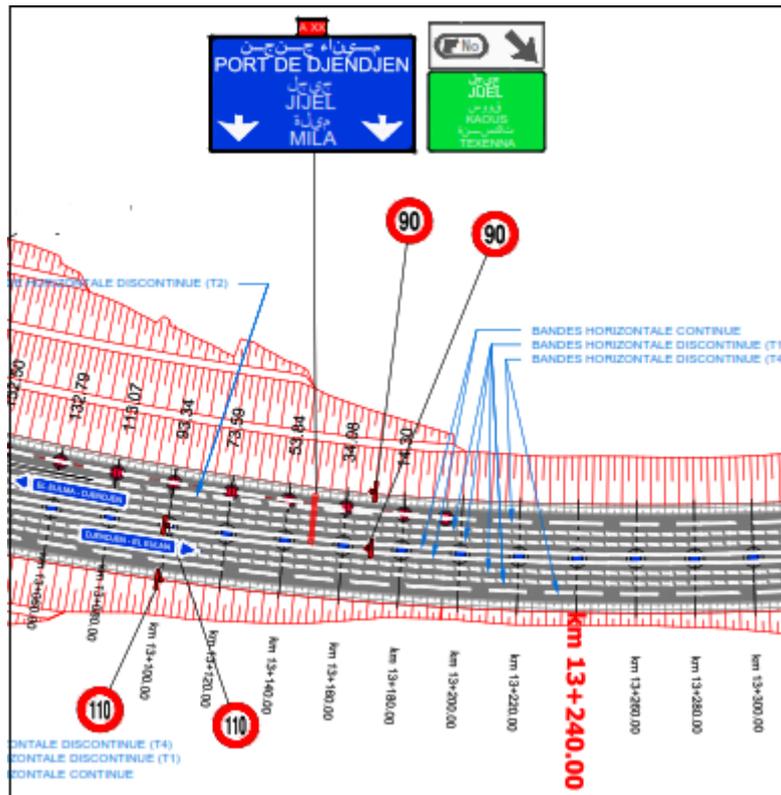


Figure X.20 : Exemple de signalisation de notre projet. [3]

## X.2 Eclairage

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.

Pour les piétons, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

### X.2.1 Catégories d'éclairages

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

### X.2.2 Paramètres de l'implantation des luminaires

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

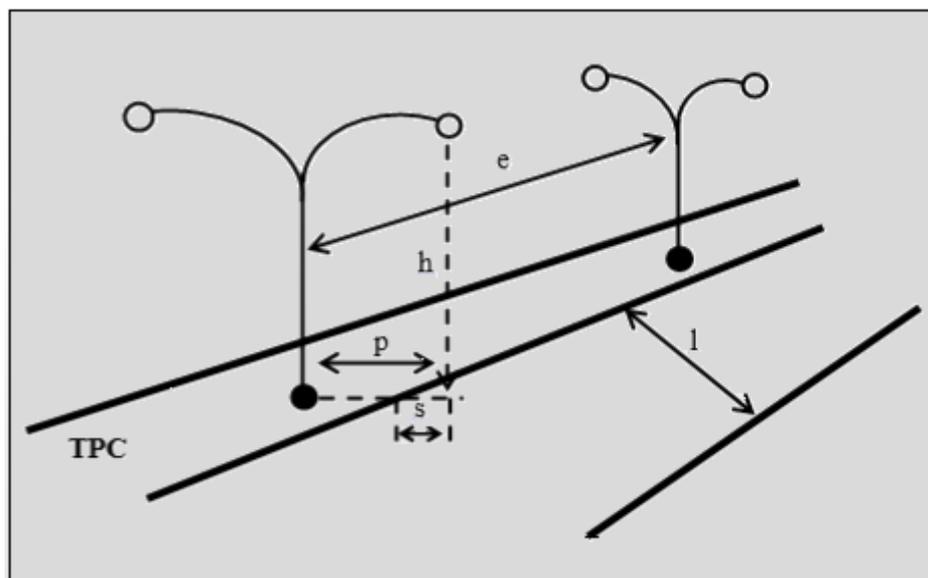


Figure X.21 : Paramètres de l'implantation des luminaires.

### X.2.3 Application au projet

Dans notre projet on ne va pas mettre d'éclairage vu que c'est une autoroute, on se contentera d'éclairer les zones particulières comme les points où il y a des échangeurs et sur les ouvrages d'art (pont, viaduc).

Sur ces points particuliers, la bordure du **TPC** doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux en place, ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plages d'éclairage se raccordent sans discontinuité.

La hauteur des foyers est en général de **8 à 12 m** et l'espacement des supports de **20 à 30 m** de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre autoroute.

## X.3 Sécurité

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

### X.3.1 Dispositif de retenue

Les dispositifs de retenue sont des équipements de sécurité destinés à retenir les véhicules dans la plate-forme de la route lors des sorties accidentelles. En plus de cette fonction, ils permettent aussi d'isoler les obstacles singuliers ou les dénivellations importantes et de protéger les zones riveraines contre les intrusions des véhicules.

L'emploi des dispositifs de retenue est lié étroitement à la notion de la zone de sécurité définie par l'**ICTAAL 2000** qui est de **10 m** et **8.5 m** pour les catégories respectives de **L1** et **L2**. A l'intérieur de cette zone, doit être isolé tout dispositif agressif constitué par des obstacles suivants : [31]

- Les arbres, les poteaux, maçonneries, appui d'ouvrages d'art, etc. Caniveaux non couverts.
- Fossé de plus de **50 cm** de profondeur.
- Talus de déblai et de remblai selon des cas conventionnels.

### X.3.2 Types des dispositifs de retenues

Les dispositifs de retenue utilisés sont les suivants : [31]

#### X.3.2.1 Glissières de sécurité

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

- **Les glissières de niveau 1** : sont testées avec un véhicule léger de masse de **1.250 kg** heurtant la glissière à une vitesse de **80 km/h** sous un angle de **30°** ou **100 km/h** sous un angle de **20°**, sont particulièrement adoptées pour les routes principales.
- **Les glissières de niveau 2 et 3** : sont envisageable lorsque les vitesses pratiquées, à leurs endroits, sont faibles (de l'ordre de **60 Km/ h**).
- **Glissières de sécurité métalliques fixes** :

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

- **Glissières de sécurité métalliques amovibles :**

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

- **Séparateurs en béton :**

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

### X.3.2.2 Murettes de protection en béton armé

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

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

- Les sections où la route surplombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à **10 m**. [31]

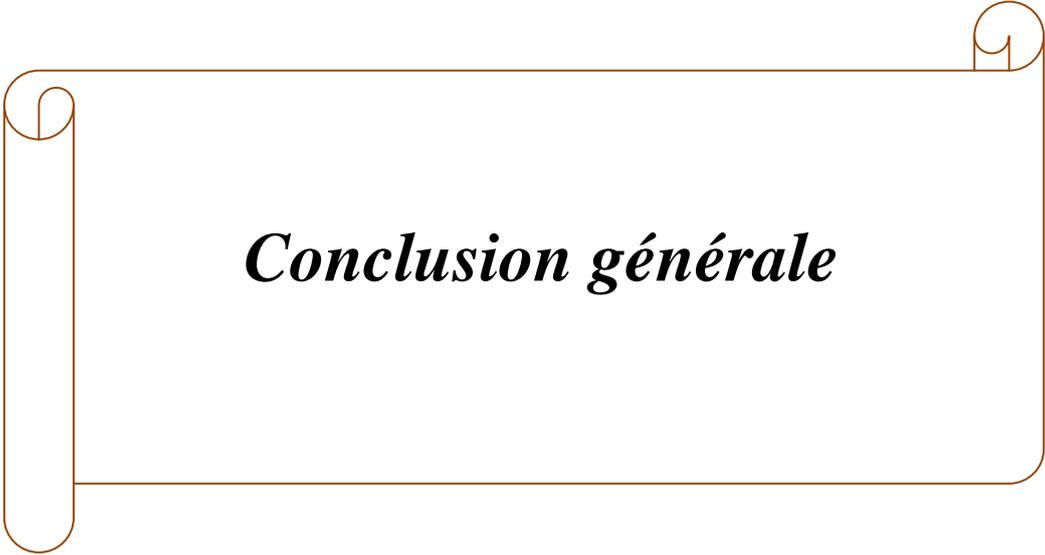


**Figure IX.22 :** Types des dispositifs agréés.

### X.3.3 Rappel de quelques règles fondamentales

- Avant toute implantation, s'assurer au préalable de la nécessité d'une barrière de sécurité. La mise en place de barrières de sécurité doit, dès le début du projet, intégrer toutes les contraintes qui lui sont liées.
- Le dispositif ne doit pas constituer un danger supérieur à celui qu'il est censé protéger.
- Un dispositif ne sera efficace que s'il est correctement implanté et réalisé.
- La longueur du dispositif doit être suffisante pour assurer l'ancrage longitudinal nécessaire à son bon fonctionnement.
- Un dispositif souple assure de meilleures conditions de retenue pour les véhicules légers.
- Un dispositif rigide assure une meilleure capacité de retenue pour les **PL**.

- Le choix d'un dispositif résulte d'un compromis entre capacité et conditions de retenue, emprise disponible, coûts, enjeux sécurité, etc.
- Il y a souvent intérêt à éloigner la barrière de sécurité, et en particulier ses extrémités, du bord de la chaussée.
- Les extrémités de file sont des points sensibles. Il convient d'en limiter le nombre, chaque fois que cela est possible, par exemple en regroupant les accès ou en reliant deux files rapprochées.
- Le raccordement entre dispositifs de nature différente doit être correctement réalisé pour garantir une bonne continuité de la protection afin d'éviter la création de points dangereux.

A decorative border in a light brown color, resembling a scroll. It has a vertical bar on the left side and rounded corners on the right side, with small loops at the top and bottom corners.

## *Conclusion générale*

## CONCLUSION GENERALE

A la fin de ce travail, nous avons exposé les différentes étapes de réalisation d'une autoroute selon les différents guides et normes algériennes tels que le guide des terrassements routiers (**GTR- fascicules 1 et 2**), le catalogue algérien de dimensionnement des chaussées neuves **CTTP** et le **B40**, et en utilisant des logiciels de calcul importants dans le domaine de la construction routière, qui sont : **Piste 5**, **Alizée LCPC** et **Autocad**.

L'étude est basée sur la géométrie de la route, en effet à travers les différents profils en long et en travers ainsi que le tracé en plan qui doit être en équilibre entre les besoins en visibilité et les contraintes spécifiques du projet, nous avons pu:

- Identifier et choisir la forme et l'allure de notre autoroute.
- Mettre en évidence les largeurs des voies, des accotements, des fossés et de l'emprise.
- limiter les pentes de talus qui conditionnent la stabilité, les pentes transversales de la chaussée et des accotements indispensables pour un bon écoulement des eaux.

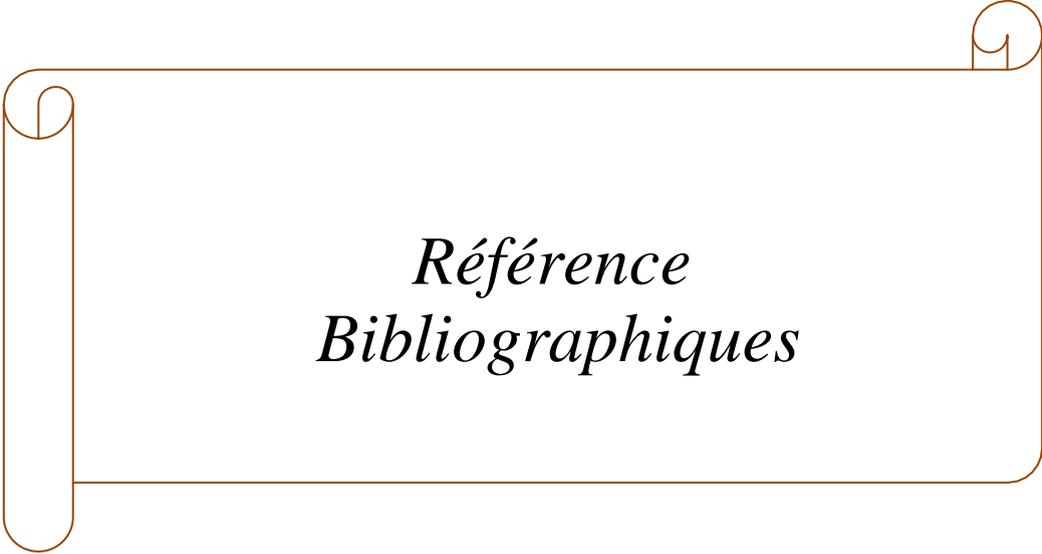
A partir de l'étude géotechnique, nous avons classé le sol support de chaussée qui est un sol de faibles caractéristiques mécaniques de classe **S4**, ce qui justifie l'emploi et l'ajout d'une couche de forme de 60 cm de Tuf mise en place en 2 couches et qui donnera au sol une meilleure portance.

Ainsi, la chaussée obtenue comporte:

- Couche de roulement 8 cm en BB
- Couche de base 12 cm en GB
- Couche de fondation 13 cm en GB
- Couche de forme 60 cm en Tuf

Concernant les travaux d'assainissement et les équipements de notre projet, nous avons proposé les différents moyens utilisés pour assurer un bon écoulement des eaux et bien sûr assurer le confort et la sécurité des futurs usagers.

Ce projet était une expérience pleine de connaissance, et une première étape pour entrer dans le monde du travail, nous avons appris à gérer les problèmes techniques qui nous seront confrontés sur le terrain, nous avons également appris que la maîtrise des techniques et de la programmation jouent un rôle majeur pour la facilitation et la réalisation des études.



*Référence  
Bibliographiques*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] <http://jjile18.unblog.fr/2008/12/17/bonjour-tout-le-monde/>
- [2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya\\_de\\_Jijel](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Jijel)
- [3] Le rapport donné par l'ANA (Agence Nationale des Autoroutes).
- [4] **ICTAAL 2000** : instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.
- [5] **B40** (normes techniques d'aménagement des routes).
- [6] Michel.F, « cours de route, tome 01 ». Livre traite sous forme de PDF par Mr Boulgheb.B, élève ingénieur ENSTP EX(ENTP), ENTPE ALEAS, Lyon, France, 1997.
- [7] Djelti, Abdelkader Zakaria; Hattou, Mohammed. Etude de la réhabilitation du chemin de wilaya CW54.mémoire d'ingénieur. Tlemcen : juillet 2009.pp 12-80 p86.
- [8] LCPC; SETRA. Catalogue des structures types de chaussées neuves Paris : ministres de l'équipement des transports et du logement ; Bagneux, 1998.p297.
- [9] Réalisation des remblais et des couches de forme, Guide technique. Fascicule 1 et 2, 2<sup>ème</sup> édition. SETRA-LCPC (2000).
- [10] Roger, Coquand. Route circulation tracé et construction. Livre 1. Paris : eyrolles, 1985. p291.
- [11] BERTHIER Jean. 2011 : Les routes, géométrie des routes in techniques de l'ingénieur, traité construction C4310.
- [12] VISA Frédéric. 2009 : Les routes, Cours module C9.IUT st Pierre, France.
- [13] Aménagement des routes principales. Recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route, Guide technique, ARP-SETRA (1994).
- [14] Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes. Guide technique. SETRA-LCPC (2006).
- [15] Assainissement Routier, Guide Technique SETRA-LCPC (2006).
- [16] Voiries et aménagements urbains en béton Tome 2; Mise en œuvre, CIMBÉTON.
- [17] Hevré Brunel. 2005 : Cours de route. Université d'Orléans I.U.T Paris.
- [18] <https://www.geotechniquejournal.org/articles/geotech/pdf/1983/1/geotech1983022p1.pdf>.
- [19] Y.ATLAN. Catalogue des essais géotechnique, exécutés au laboratoire géotechnique D'ORLÉANS.

[20] Voiries et aménagements urbains en béton Tome 1; Conception et dimensionnement, CIMBÉTON.

[21] Conception et dimensionnement des structures des chaussées, Guide technique. SETRA-LCPC (1994).

[22] Catalogue des structures types de chaussées neuves. SETRA-LCPC (1977).

[23] J. Costet; G. Sanglerat., 1983 : Cours pratique de mécanique des sols.4<sup>ème</sup> trimestre.

[24] Chaussées neuves à faible trafic, Manuel de conception. SETRA-LCPC (1981).

[25] AASTHO. American Association of states Highway and Transportation Officials. Interim guide for design of pavement structures; Highway research board: Washington, 1972.

[26] G. Joeffroy ; R. Sauterey., 1991 : Dimensionnement des chaussées, presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.

[27]<http://dspace.univdjelfa.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1129/CHAPITRE%208%20Dimensionnement%20du%20CC%20R%20EDDINE%201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

[28] Assainissement Routier et protection de la ressource en eau, Guide technique SETRA-LCPC (2009).

[29] Instruction interministérielle sur la signalisation routière –modifié par l'arrêté du 16 février 1988 (7ème partie : Marquages sur chaussées).

[30] Instruction interministérielle sur la signalisation routière. Arrêté du 7 juin 1977 relatif à la signalisation des routes et autoroutes, (journal officiel du 13 août 1977).

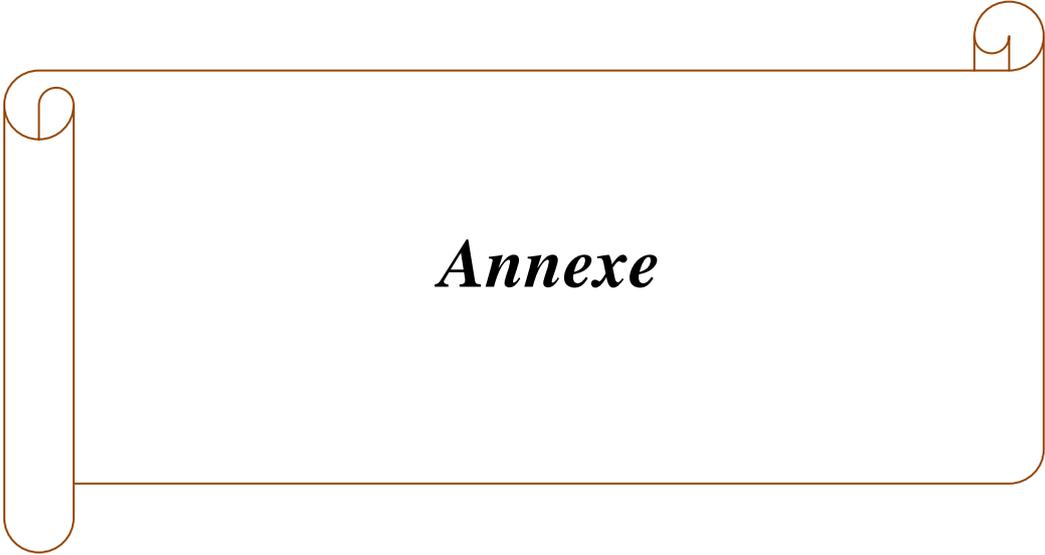
[31] Guide de plantation des arbres aux abords des routes édité par le ministère des travaux publics, septembre 2003.p 65.

### **Outils informatiques :**

• **Logiciel piste**

• **Logiciel Auto CAD 2018**

• **Logiciel Alize LCPC**



***Annexe***

## AXE EN PLAN

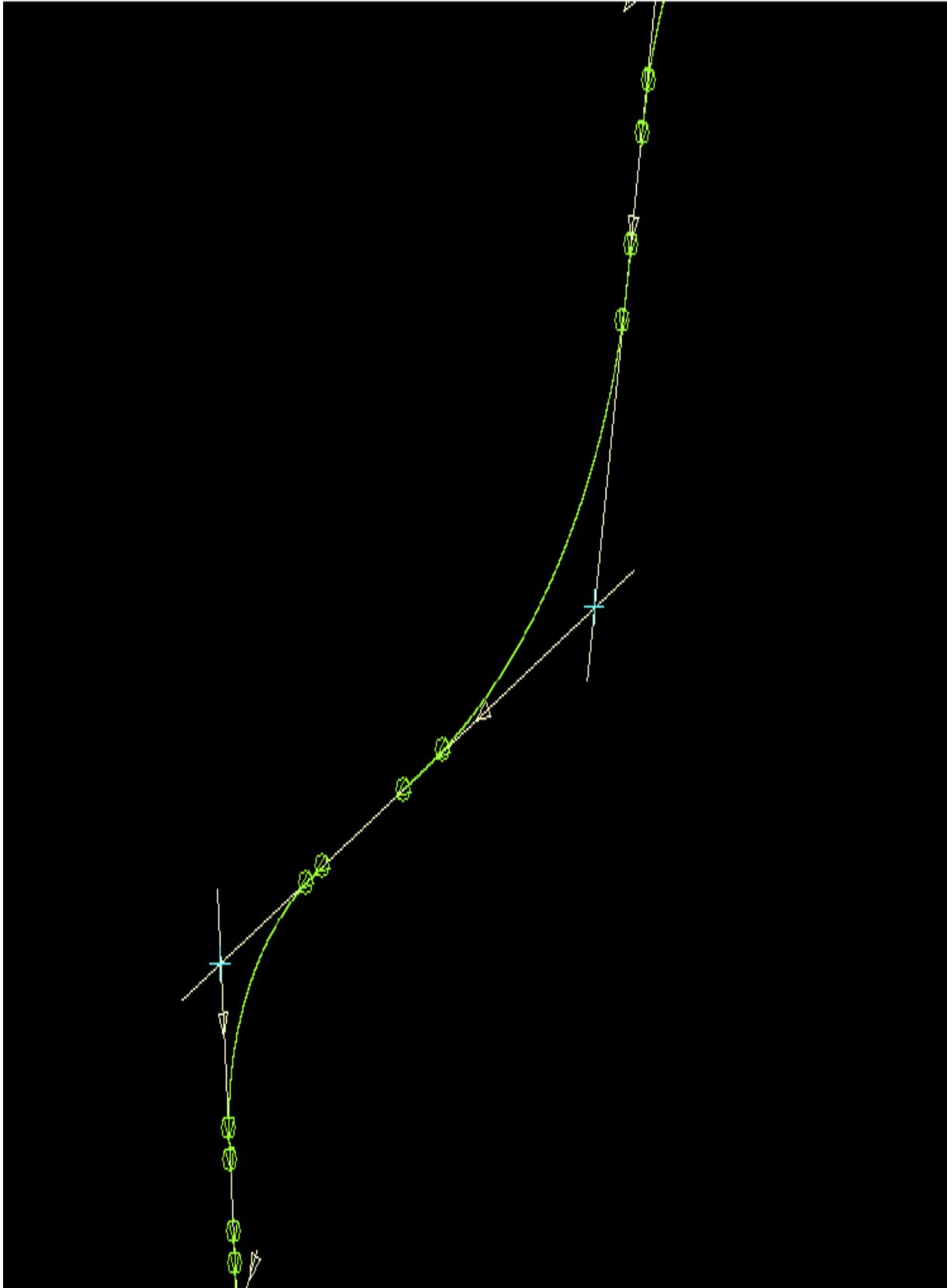
Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	749761.502	4070691.196
D1	GIS = 284.214g	0.443			
			0.443	749761.073	4070691.087
CLO	A = 279.285 Rf= 1200.000 L = 65.000				
			65.443	749698.209	4070674.567
	XC= 750024.114 YC= 4069519.670 R = 1200.000 L = 937.613				
			1003.056	748979.414	4070110.097
	Rd= 1200.000 A = 279.285 L = 65.000	1067.613			
			1068.056	748948.461	4070052.942
D2	GIS = 231.024g	1005.295			
			2073.350	748477.716	4069164.676
CLO2	A = 600.000 Rf= -1800.000 L = 200.000				
			2273.350	748380.819	4068989.747
	XC= 746839.618 YC= 4069919.639 R = -1800.000 L = 372.598				
			2645.949	748156.803	4068692.845
	Rd= -1800.000 A = 600.000 L = 200.000	772.598			
			2845.949	748015.186	4068551.658
D3	GIS = 251.276g	280.422			
			3126.371	747812.964	4068357.383
CLO3	A = 366.333 Rf= 1100.000 L = 122.000				
			3248.371	747726.575	4068271.262
	XC= 748531.445 YC= 4067521.473 R = 1100.000 L = 579.764				
			3828.135	747458.665	4067764.664
	Rd= 1100.000 A = 366.333 L = 122.000	823.764			
			3950.135	747436.112	4067644.784
D4	GIS = 210.661g	260.777			
			4210.912	747392.644	4067387.655
CLO4	A = 532.165 Rf= -1600.000 L = 177.000				
			4387.912	747359.932	4067213.729
	XC= 745799.473 YC= 4067567.240 R = -1600.000 L = 1237.111				

## AXE EN PLAN

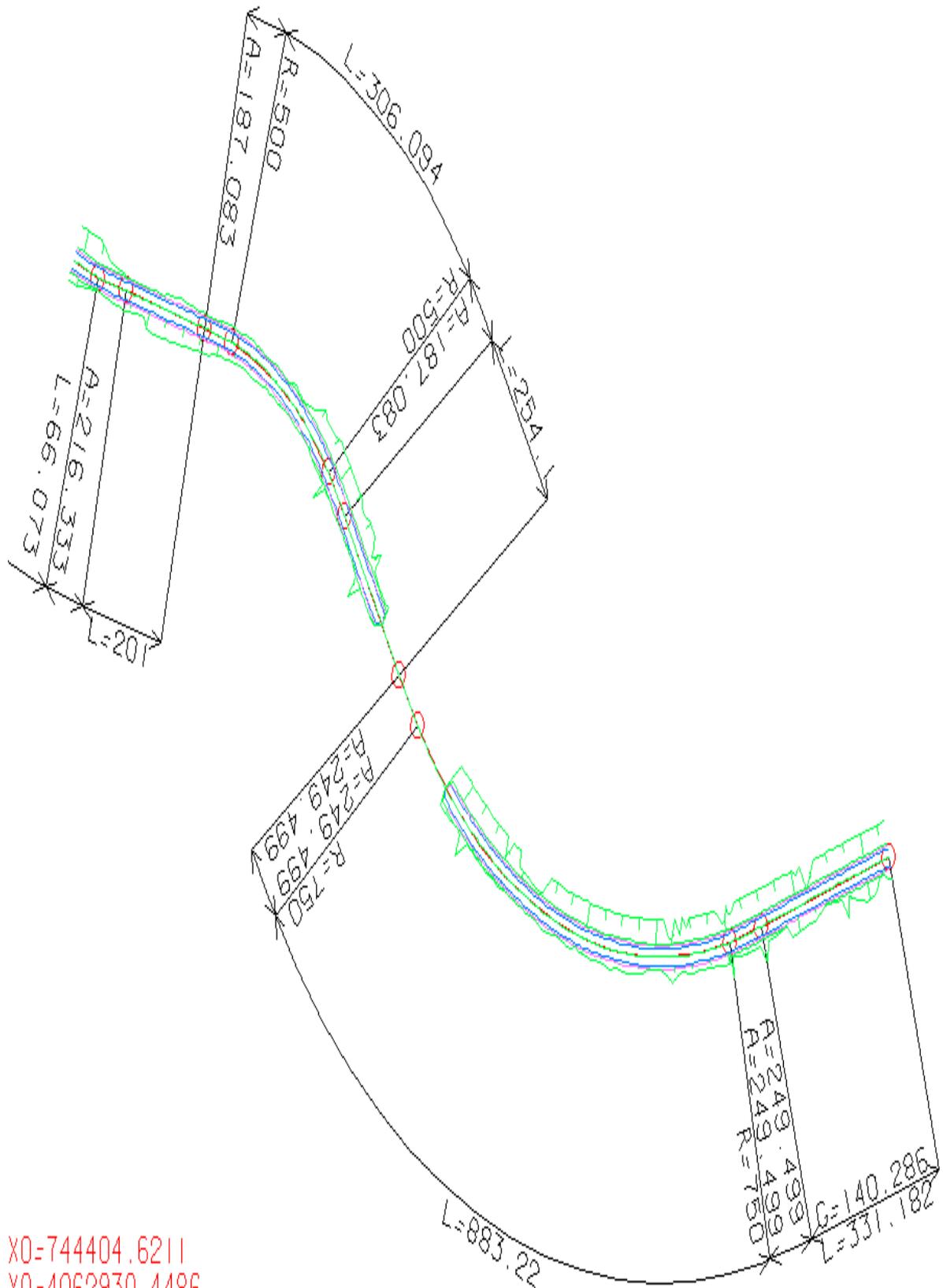
Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			5625.023	746669.366	4066224.375
	Rd= -1600.000 A = 532.165 L = 177.000	1591.111			
			5802.023	746517.385	4066133.697
D5	GIS = 266.927g	357.546			
			6159.570	746207.012	4065956.193
CLO5	A = 216.333 Rf= 650.000 L = 72.000				
			6231.570	746145.190	4065919.306
	XC= 746498.623 YC= 4065373.792 R = 650.000 L = 664.899				
			6896.469	745848.861	4065356.233
	Rd= 650.000 A = 216.333 L = 72.000	808.899			
			6968.469	745853.461	4065284.390
D6	GIS = 194.754g	167.588			
			7136.057	745867.255	4065117.371
CLO6	A = 216.333 Rf= -650.000 L = 72.000				
			7208.057	745871.854	4065045.528
	XC= 745222.092 YC= 4065027.969 R = -650.000 L = 257.256				
			7465.313	745828.395	4064793.670
	Rd= -650.000 A = 216.333 L = 72.000	401.256			
			7537.313	745799.984	4064727.523
D7	GIS = 227.002g	231.602			
			7768.915	745704.670	4064516.442
CLO7	A = 216.333 Rf= 650.000 L = 72.000				
			7840.915	745676.259	4064450.296
	XC= 746282.562 YC= 4064215.996 R = 650.000 L = 254.099				
			8095.015	745632.722	4064201.593
	Rd= 650.000 A = 216.333 L = 72.000	398.099			
			8167.015	745636.973	4064129.729
D8	GIS = 195.063g	308.238			
			8475.253	745660.851	4063822.417
CLO8	A = 216.333 Rf= 650.000 L = 72.000				
			8547.253	745667.752	4063750.758

**AXE EN PLAN**

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
	XC= 746312.018 YC= 4063836.908 R = 650.000 L = 138.820				
			8686.073	745700.649	4063616.164
	Rd= 650.000 A = 216.333 L = 72.000	282.820			
			8758.073	745727.580	4063549.401
D9	GIS = 174.415g	201.752			
			8959.825	745806.496	4063363.723
CLO9	A = 187.083 Rf= -500.000 L = 70.000				
			9029.825	745832.360	4063298.693
	XC= 745359.645 YC= 4063135.781 R = -500.000 L = 306.094				
			9335.920	745840.130	4062997.456
	Rd= -500.000 A = 187.083 L = 70.000	446.094			
			9405.920	745817.653	4062931.179
D10	GIS = 222.301g	254.120			
			9660.039	745730.443	4062692.493
CLO10	A = 249.499 Rf= 750.000 L = 83.000				
			9743.039	745703.405	4062614.032
	XC= 746421.012 YC= 4062395.997 R = 750.000 L = 883.220				
			10626.259	745944.685	4061816.676
	Rd= 750.000 A = 249.499 L = 83.000	1049.220			
			10709.259	746010.688	4061766.370
D11	GIS = 140.286g	331.182			
			11040.442	746277.743	4061570.505
LONGUEUR DE L'AXE 11040.442					







XO=744404.6211  
 YO=4062930.4486  
 GO=158.5044

**PROFIL EN LONG**

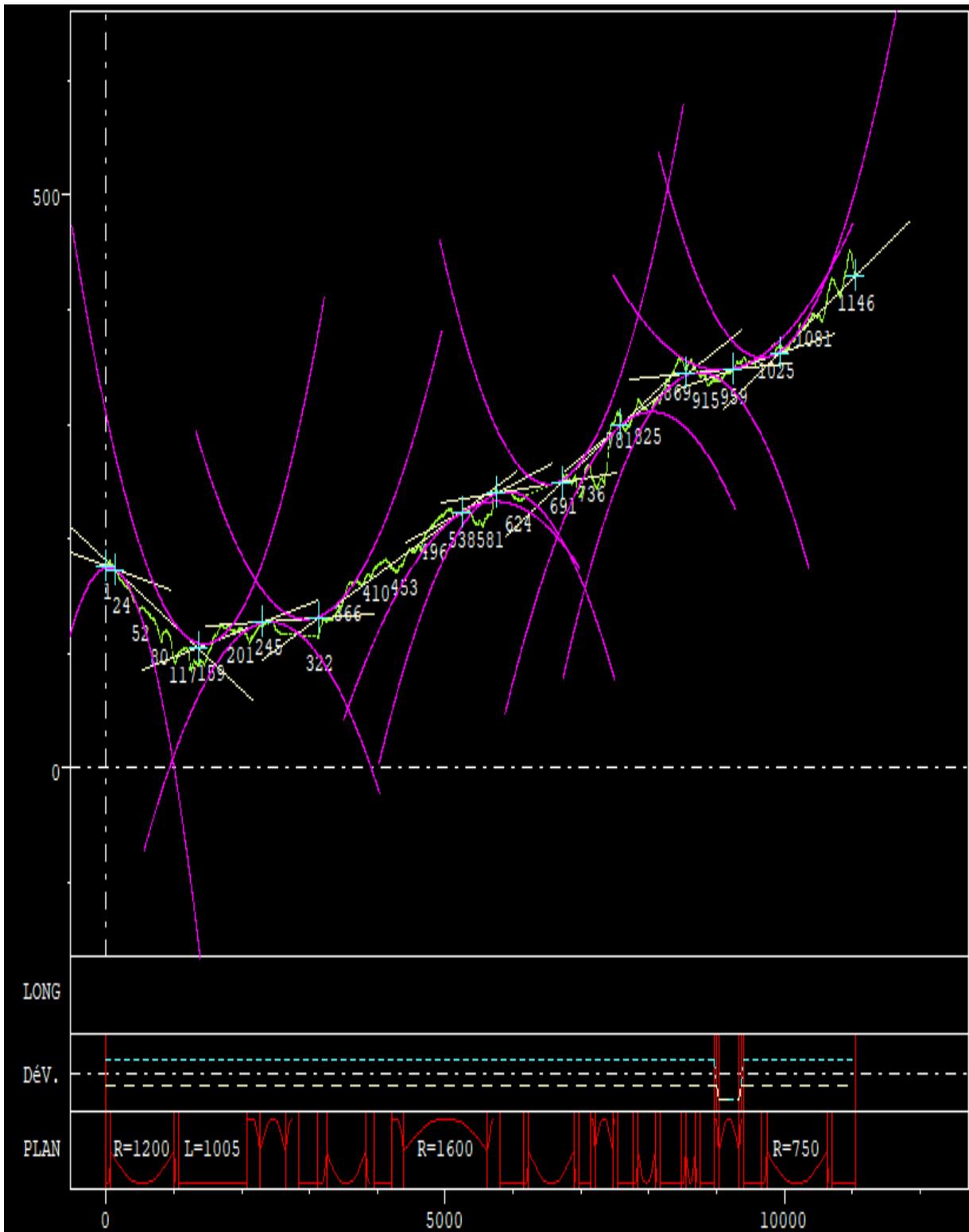
Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0.000	176.536
D1	PENTE= -2.269 %	92.628		
			92.628	174.435
PAR1	S= 31.3650 Z= 175.1295 R = -2700.00	90.305		
			182.932	170.875
D2	PENTE= -5.614 %	969.045		
			1151.978	116.477
PAR2	S= 1443.8851 Z= 108.2837 R = 5200.00	413.885		
			1565.862	109.714
D3	PENTE= 2.346 %	650.538		
			2216.400	124.974
PAR3	S= 2420.4779 Z= 127.3676 R = -8700.00	165.060		
			2381.460	127.280
D4	PENTE= 0.448 %	597.827		
			2979.286	129.961
PAR4	S= 2943.4075 Z= 129.8808 R = 8000.00	316.047		
			3295.334	137.622
D5	PENTE= 4.399 %	1868.935		
			5164.269	219.837
PAR5	S= 5744.9468 Z= 232.6097 R = -13200.00	160.603		
			5324.871	225.926
D6	PENTE= 3.182 %	355.430		
			5680.302	237.237
PAR6	S= 5922.1632 Z= 241.0852 R = -7600.00	164.237		
			5844.538	240.689
D7	PENTE= 1.021 %	734.221		
			6578.759	248.188
PAR7	S= 6517.4763 Z= 247.8750 R = 6000.00	280.422		
			6859.181	257.605
D8	PENTE= 5.695 %	680.387		
			7539.568	296.354
PAR8	S= 8046.4295 Z= 310.7868 R = -8900.00	90.125		
			7629.692	301.030
D9	PENTE= 4.682 %	764.891		
			8394.584	336.846
PAR9	S= 8750.4492 Z= 345.1772 R = -7600.00	313.273		
			8707.856	345.058
D10	PENTE= 0.560 %	429.024		
			9136.880	347.462
PAR10	S= 9052.8151 Z= 347.2267 R = 15000.00	227.600		
			9364.480	350.464
D11	PENTE= 2.078 %	439.946		
			9804.426	359.606
PAR11	S= 9669.3708 Z= 358.2025 R = 6500.00	254.549		

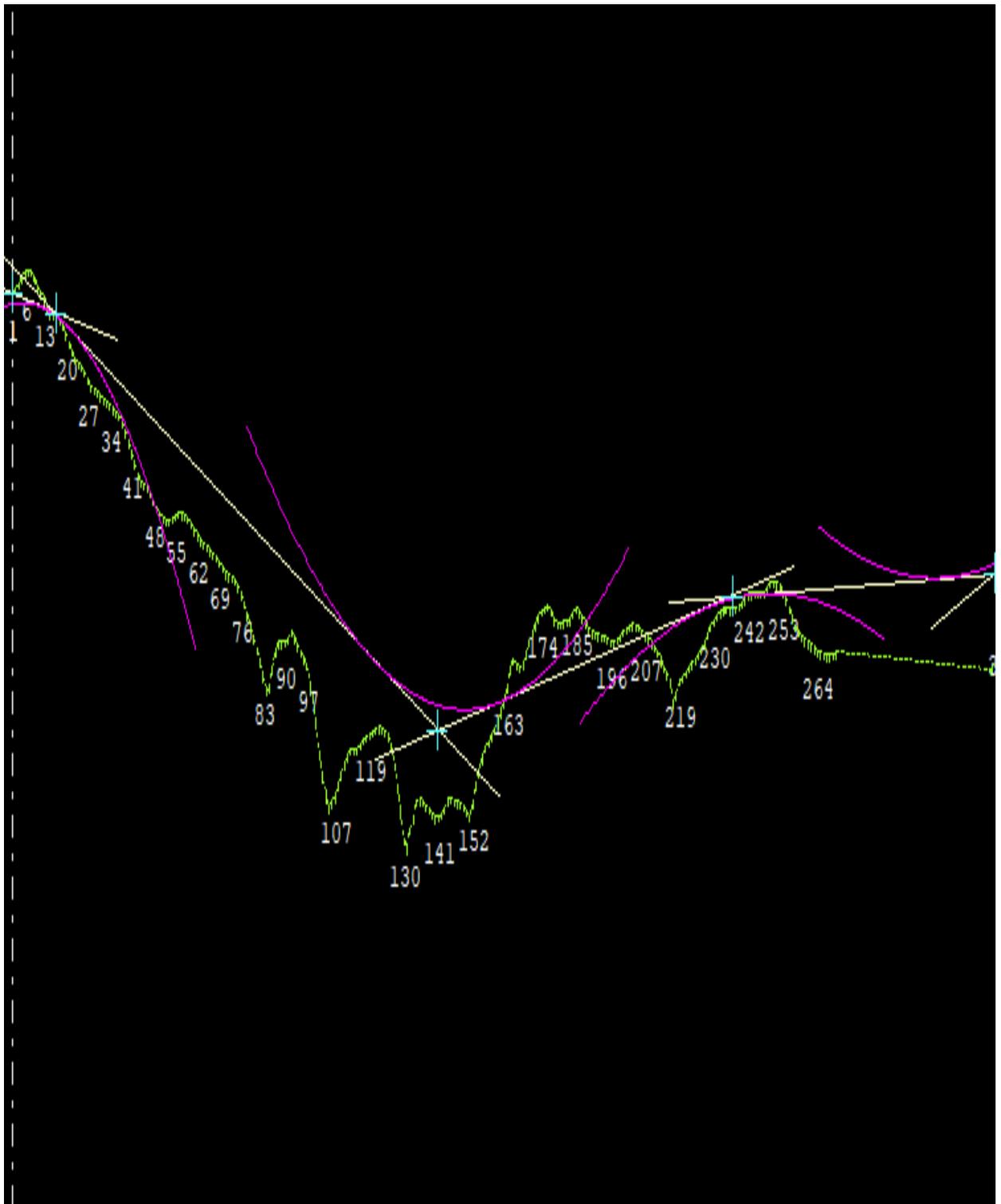
Le 06/07/2021 à 04:45 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 3725

C:\Users\toshia\Desktop\MIMOIR~2\TABULA~2.PIS

**PROFIL EN LONG**

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			10058.974	369.879
D12	PENTE= 5.994 %	981.467	11040.442	428.707
LONGUEUR DE L'AXE 11040.442				





## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
1	0.000	176.536	176.536	749761.502	4070691.196	384.214g	2.50
2	0.443	176.582	176.526	749761.073	4070691.087	384.214g	2.50
3	10.000	177.579	176.309	749751.808	4070688.740	384.177g	2.50
4	20.000	178.506	176.082	749742.118	4070686.272	384.058g	2.50
5	30.000	179.458	175.856	749732.433	4070683.780	383.858g	2.50
6	40.000	180.279	175.629	749722.758	4070681.251	383.576g	2.50
7	50.000	180.465	175.402	749713.096	4070678.673	383.212g	2.50
8	60.000	180.397	175.175	749703.451	4070676.034	382.767g	2.50
9	65.443	179.717	175.051	749698.209	4070674.567	382.490g	2.50
10	70.000	179.147	174.948	749693.826	4070673.321	382.249g	2.50
11	80.000	177.877	174.721	749684.224	4070670.529	381.718g	2.50
12	90.000	176.935	174.494	749674.645	4070667.656	381.187g	2.50
13	100.000	176.016	174.257	749665.091	4070664.704	380.657g	2.50
14	110.000	174.807	173.984	749655.561	4070661.673	380.126g	2.50
15	120.000	173.593	173.675	749646.058	4070658.562	379.596g	2.50
16	130.000	173.439	173.328	749636.580	4070655.372	379.065g	2.50
17	140.000	173.104	172.944	749627.129	4070652.103	378.535g	2.50
18	150.000	172.345	172.523	749617.706	4070648.755	378.004g	2.50
19	160.000	171.498	172.065	749608.312	4070645.330	377.474g	2.50
20	170.000	170.188	171.570	749598.946	4070641.825	376.943g	2.50
21	180.000	168.724	171.038	749589.609	4070638.243	376.413g	2.50
22	190.000	167.381	170.479	749580.303	4070634.584	375.882g	2.50
23	200.000	166.157	169.917	749571.028	4070630.847	375.352g	2.50
24	210.000	165.274	169.356	749561.784	4070627.032	374.821g	2.50
25	220.000	164.737	168.794	749552.572	4070623.141	374.291g	2.50
26	230.000	164.067	168.233	749543.393	4070619.173	373.760g	2.50
27	240.000	162.884	167.672	749534.247	4070615.129	373.230g	2.50
28	250.000	161.520	167.110	749525.135	4070611.009	372.699g	2.50
29	260.000	161.042	166.549	749516.058	4070606.813	372.169g	2.50
30	270.000	160.642	165.988	749507.016	4070602.542	371.638g	2.50
31	280.000	159.959	165.426	749498.010	4070598.195	371.108g	2.50
32	290.000	159.499	164.865	749489.041	4070593.773	370.577g	2.50
33	300.000	159.020	164.304	749480.109	4070589.277	370.047g	2.50
34	310.000	158.521	163.742	749471.215	4070584.707	369.516g	2.50
35	320.000	157.895	163.181	749462.359	4070580.062	368.986g	2.50
36	330.000	157.288	162.620	749453.542	4070575.344	368.455g	2.50
37	340.000	156.771	162.058	749444.764	4070570.553	367.925g	2.50
38	350.000	155.829	161.497	749436.027	4070565.688	367.394g	2.50
39	360.000	154.151	160.935	749427.331	4070560.752	366.864g	2.50
40	370.000	152.458	160.374	749418.676	4070555.742	366.333g	2.50
41	380.000	150.773	159.813	749410.063	4070550.661	365.803g	2.50
42	390.000	148.675	159.251	749401.493	4070545.508	365.272g	2.50
43	400.000	147.135	158.690	749392.966	4070540.284	364.741g	2.50
44	410.000	145.777	158.129	749384.483	4070534.989	364.211g	2.50
45	420.000	145.405	157.567	749376.044	4070529.624	363.680g	2.50
46	430.000	145.030	157.006	749367.651	4070524.188	363.150g	2.50
47	440.000	144.122	156.445	749359.302	4070518.683	362.619g	2.50
48	450.000	142.875	155.883	749351.001	4070513.108	362.089g	2.50
49	460.000	141.694	155.322	749342.745	4070507.464	361.558g	2.50
50	470.000	140.747	154.760	749334.538	4070501.752	361.028g	2.50
51	480.000	139.804	154.199	749326.378	4070495.972	360.497g	2.50
52	490.000	139.598	153.638	749318.266	4070490.123	359.967g	2.50
53	500.000	139.575	153.076	749310.204	4070484.208	359.436g	2.50
54	510.000	139.836	152.515	749302.191	4070478.225	358.906g	2.50
55	520.000	140.291	151.954	749294.228	4070472.176	358.375g	2.50
56	530.000	140.757	151.392	749286.316	4070466.060	357.845g	2.50
57	540.000	140.569	150.831	749278.455	4070459.879	357.314g	2.50
58	550.000	140.254	150.270	749270.646	4070453.633	356.784g	2.50
59	560.000	139.825	149.708	749262.889	4070447.321	356.253g	2.50
60	570.000	138.939	149.147	749255.185	4070440.946	355.723g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
61	580.000	137.985	148.586	749247.535	4070434.506	355.192g	2.50
62	590.000	137.124	148.024	749239.938	4070428.003	354.662g	2.50
63	600.000	136.393	147.463	749232.396	4070421.437	354.131g	2.50
64	610.000	135.739	146.901	749224.909	4070414.808	353.601g	2.50
65	620.000	135.158	146.340	749217.477	4070408.117	353.070g	2.50
66	630.000	134.618	145.779	749210.101	4070401.364	352.540g	2.50
67	640.000	134.099	145.217	749202.782	4070394.550	352.009g	2.50
68	650.000	133.557	144.656	749195.520	4070387.675	351.479g	2.50
69	660.000	132.746	144.095	749188.316	4070380.740	350.948g	2.50
70	670.000	131.791	143.533	749181.169	4070373.746	350.418g	2.50
71	680.000	130.863	142.972	749174.081	4070366.691	349.887g	2.50
72	690.000	130.443	142.411	749167.052	4070359.578	349.357g	2.50
73	700.000	130.168	141.849	749160.083	4070352.407	348.826g	2.50
74	710.000	129.895	141.288	749153.174	4070345.178	348.295g	2.50
75	720.000	128.761	140.726	749146.325	4070337.892	347.765g	2.50
76	730.000	127.393	140.165	749139.537	4070330.548	347.234g	2.50
77	740.000	125.871	139.604	749132.810	4070323.149	346.704g	2.50
78	750.000	124.026	139.042	749126.146	4070315.694	346.173g	2.50
79	760.000	121.989	138.481	749119.543	4070308.183	345.643g	2.50
80	770.000	120.142	137.920	749113.004	4070300.618	345.112g	2.50
81	780.000	118.471	137.358	749106.528	4070292.998	344.582g	2.50
82	790.000	116.144	136.797	749100.115	4070285.325	344.051g	2.50
83	800.000	113.883	136.236	749093.767	4070277.598	343.521g	2.50
84	810.000	111.655	135.674	749087.483	4070269.819	342.990g	2.50
85	820.000	111.953	135.113	749081.265	4070261.988	342.460g	2.50
86	830.000	115.005	134.551	749075.111	4070254.105	341.929g	2.50
87	840.000	118.205	133.990	749069.024	4070246.171	341.399g	2.50
88	850.000	119.453	133.429	749063.003	4070238.187	340.868g	2.50
89	860.000	119.391	132.867	749057.049	4070230.153	340.338g	2.50
90	870.000	119.523	132.306	749051.162	4070222.070	339.807g	2.50
91	880.000	119.969	131.745	749045.343	4070213.937	339.277g	2.50
92	890.000	121.291	131.183	749039.591	4070205.757	338.746g	2.50
93	900.000	120.264	130.622	749033.908	4070197.529	338.216g	2.50
94	910.000	119.005	130.061	749028.294	4070189.254	337.685g	2.50
95	920.000	117.879	129.499	749022.748	4070180.932	337.155g	2.50
96	930.000	116.932	128.938	749017.273	4070172.564	336.624g	2.50
97	940.000	115.774	128.377	749011.867	4070164.151	336.094g	2.50
98	950.000	112.626	127.815	749006.531	4070155.694	335.563g	2.50
99	960.000	110.199	127.254	749001.267	4070147.192	335.033g	2.50
100	970.000	106.059	126.692	748996.073	4070138.647	334.502g	2.50
101	980.000	101.194	126.131	748990.950	4070130.058	333.972g	2.50
102	990.000	97.086	125.570	748985.900	4070121.427	333.441g	2.50
103	1000.000	94.522	125.008	748980.921	4070112.755	332.910g	2.50
104	1003.056	93.760	124.837	748979.414	4070110.097	332.748g	2.50
105	1010.000	92.390	124.447	748976.015	4070104.041	332.400g	2.50
106	1020.000	93.224	123.886	748971.173	4070095.292	331.967g	2.50
107	1030.000	94.051	123.324	748966.385	4070086.512	331.615g	2.50
108	1040.000	95.964	122.763	748961.640	4070077.710	331.345g	2.50
109	1050.000	97.900	122.202	748956.927	4070068.890	331.157g	2.50
110	1060.000	99.563	121.640	748952.234	4070060.060	331.051g	2.50
111	1068.056	100.727	121.188	748948.461	4070052.942	331.024g	2.50
112	1070.000	101.009	121.079	748947.550	4070051.224	331.024g	2.50
113	1080.000	101.965	120.517	748942.868	4070042.388	331.024g	2.50
114	1090.000	101.869	119.956	748938.185	4070033.553	331.024g	2.50
115	1100.000	101.803	119.395	748933.502	4070024.717	331.024g	2.50
116	1110.000	102.656	118.833	748928.820	4070015.881	331.024g	2.50
117	1120.000	103.546	118.272	748924.137	4070007.045	331.024g	2.50
118	1130.000	104.016	117.711	748919.454	4069998.209	331.024g	2.50
119	1140.000	104.417	117.149	748914.772	4069989.373	331.024g	2.50
120	1150.000	104.864	116.588	748910.089	4069980.537	331.024g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
121	1160.000	105.358	116.033	748905.407	4069971.701	331.024g	2.50
122	1170.000	105.506	115.496	748900.724	4069962.866	331.024g	2.50
123	1180.000	105.258	114.979	748896.041	4069954.030	331.024g	2.50
124	1190.000	104.877	114.482	748891.359	4069945.194	331.024g	2.50
125	1200.000	104.206	114.003	748886.676	4069936.358	331.024g	2.50
126	1210.000	102.744	113.543	748881.993	4069927.522	331.024g	2.50
127	1220.000	99.371	113.103	748877.311	4069918.686	331.024g	2.50
128	1230.000	95.720	112.682	748872.628	4069909.850	331.024g	2.50
129	1240.000	91.446	112.281	748867.945	4069901.014	331.024g	2.50
130	1250.000	87.184	111.898	748863.263	4069892.179	331.024g	2.50
131	1260.000	85.618	111.535	748858.580	4069883.343	331.024g	2.50
132	1270.000	88.675	111.191	748853.897	4069874.507	331.024g	2.50
133	1280.000	90.536	110.866	748849.215	4069865.671	331.024g	2.50
134	1290.000	93.436	110.561	748844.532	4069856.835	331.024g	2.50
135	1300.000	93.665	110.274	748839.849	4069847.999	331.024g	2.50
136	1310.000	93.302	110.007	748835.167	4069839.163	331.024g	2.50
137	1320.000	92.658	109.759	748830.484	4069830.327	331.024g	2.50
138	1330.000	92.149	109.531	748825.801	4069821.491	331.024g	2.50
139	1340.000	91.300	109.321	748821.119	4069812.656	331.024g	2.50
140	1350.000	90.666	109.131	748816.436	4069803.820	331.024g	2.50
141	1360.000	90.931	108.960	748811.753	4069794.984	331.024g	2.50
142	1370.000	91.259	108.809	748807.071	4069786.148	331.024g	2.50
143	1380.000	92.271	108.676	748802.388	4069777.312	331.024g	2.50
144	1390.000	93.684	108.563	748797.705	4069768.476	331.024g	2.50
145	1400.000	93.961	108.469	748793.023	4069759.640	331.024g	2.50
146	1410.000	93.500	108.394	748788.340	4069750.804	331.024g	2.50
147	1420.000	93.134	108.339	748783.657	4069741.969	331.024g	2.50
148	1430.000	92.921	108.302	748778.975	4069733.133	331.024g	2.50
149	1440.000	92.656	108.285	748774.292	4069724.297	331.024g	2.50
150	1450.000	91.789	108.287	748769.609	4069715.461	331.024g	2.50
151	1460.000	90.938	108.309	748764.927	4069706.625	331.024g	2.50
152	1470.000	93.114	108.349	748760.244	4069697.789	331.024g	2.50
153	1480.000	95.883	108.409	748755.561	4069688.953	331.024g	2.50
154	1490.000	98.295	108.488	748750.879	4069680.117	331.024g	2.50
155	1500.000	100.419	108.586	748746.196	4069671.282	331.024g	2.50
156	1510.000	102.185	108.704	748741.513	4069662.446	331.024g	2.50
157	1520.000	103.201	108.841	748736.831	4069653.610	331.024g	2.50
158	1530.000	104.194	108.997	748732.148	4069644.774	331.024g	2.50
159	1540.000	105.295	109.172	748727.465	4069635.938	331.024g	2.50
160	1550.000	106.311	109.366	748722.783	4069627.102	331.024g	2.50
161	1560.000	107.981	109.580	748718.100	4069618.266	331.024g	2.50
162	1570.000	109.641	109.811	748713.417	4069609.430	331.024g	2.50
163	1580.000	112.075	110.046	748708.735	4069600.595	331.024g	2.50
164	1590.000	115.114	110.280	748704.052	4069591.759	331.024g	2.50
165	1600.000	116.664	110.515	748699.369	4069582.923	331.024g	2.50
166	1610.000	115.823	110.750	748694.687	4069574.087	331.024g	2.50
167	1620.000	115.484	110.984	748690.004	4069565.251	331.024g	2.50
168	1630.000	115.815	111.219	748685.321	4069556.415	331.024g	2.50
169	1640.000	117.470	111.453	748680.639	4069547.579	331.024g	2.50
170	1650.000	119.593	111.688	748675.956	4069538.743	331.024g	2.50
171	1660.000	121.272	111.922	748671.274	4069529.908	331.024g	2.50
172	1670.000	122.393	112.157	748666.591	4069521.072	331.024g	2.50
173	1680.000	123.695	112.392	748661.908	4069512.236	331.024g	2.50
174	1690.000	124.572	112.626	748657.226	4069503.400	331.024g	2.50
175	1700.000	125.034	112.861	748652.543	4069494.564	331.024g	2.50
176	1710.000	125.441	113.095	748647.860	4069485.728	331.024g	2.50
177	1720.000	124.605	113.330	748643.178	4069476.892	331.024g	2.50
178	1730.000	123.255	113.564	748638.495	4069468.056	331.024g	2.50
179	1740.000	122.694	113.799	748633.812	4069459.221	331.024g	2.50
180	1750.000	122.550	114.034	748629.130	4069450.385	331.024g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
181	1760.000	122.834	114.268	748624.447	4069441.549	331.024g	2.50
182	1770.000	123.022	114.503	748619.764	4069432.713	331.024g	2.50
183	1780.000	123.295	114.737	748615.082	4069423.877	331.024g	2.50
184	1790.000	124.163	114.972	748610.399	4069415.041	331.024g	2.50
185	1800.000	125.031	115.206	748605.716	4069406.205	331.024g	2.50
186	1810.000	124.456	115.441	748601.034	4069397.369	331.024g	2.50
187	1820.000	123.668	115.676	748596.351	4069388.534	331.024g	2.50
188	1830.000	122.777	115.910	748591.668	4069379.698	331.024g	2.50
189	1840.000	121.817	116.145	748586.986	4069370.862	331.024g	2.50
190	1850.000	121.115	116.379	748582.303	4069362.026	331.024g	2.50
191	1860.000	120.868	116.614	748577.620	4069353.190	331.024g	2.50
192	1870.000	120.626	116.849	748572.938	4069344.354	331.024g	2.50
193	1880.000	120.450	117.083	748568.255	4069335.518	331.024g	2.50
194	1890.000	120.346	117.318	748563.572	4069326.682	331.024g	2.50
195	1900.000	119.975	117.552	748558.890	4069317.847	331.024g	2.50
196	1910.000	119.566	117.787	748554.207	4069309.011	331.024g	2.50
197	1920.000	119.579	118.021	748549.524	4069300.175	331.024g	2.50
198	1930.000	119.952	118.256	748544.842	4069291.339	331.024g	2.50
199	1940.000	120.599	118.491	748540.159	4069282.503	331.024g	2.50
200	1950.000	121.271	118.725	748535.476	4069273.667	331.024g	2.50
201	1960.000	121.627	118.960	748530.794	4069264.831	331.024g	2.50
202	1970.000	122.181	119.194	748526.111	4069255.995	331.024g	2.50
203	1980.000	122.303	119.429	748521.428	4069247.160	331.024g	2.50
204	1990.000	122.291	119.663	748516.746	4069238.324	331.024g	2.50
205	2000.000	122.047	119.898	748512.063	4069229.488	331.024g	2.50
206	2010.000	121.317	120.133	748507.380	4069220.652	331.024g	2.50
207	2020.000	120.723	120.367	748502.698	4069211.816	331.024g	2.50
208	2030.000	120.246	120.602	748498.015	4069202.980	331.024g	2.50
209	2040.000	119.389	120.836	748493.332	4069194.144	331.024g	2.50
210	2050.000	118.709	121.071	748488.650	4069185.308	331.024g	2.50
211	2060.000	117.799	121.305	748483.967	4069176.473	331.024g	2.50
212	2070.000	116.947	121.540	748479.284	4069167.637	331.024g	2.50
213	2073.350	116.506	121.619	748477.716	4069164.676	331.024g	2.50
214	2080.000	115.287	121.775	748474.602	4069158.801	331.028g	2.50
215	2090.000	114.385	122.009	748469.917	4069149.966	331.049g	2.50
216	2100.000	112.997	122.244	748465.229	4069141.133	331.087g	2.50
217	2110.000	109.623	122.478	748460.534	4069132.304	331.143g	2.50
218	2120.000	110.862	122.713	748455.830	4069123.479	331.217g	2.50
219	2130.000	113.275	122.947	748451.114	4069114.661	331.308g	2.50
220	2140.000	113.708	123.182	748446.385	4069105.850	331.417g	2.50
221	2150.000	114.463	123.417	748441.639	4069097.048	331.544g	2.50
222	2160.000	115.282	123.651	748436.875	4069088.256	331.688g	2.50
223	2170.000	116.008	123.886	748432.089	4069079.475	331.850g	2.50
224	2180.000	116.678	124.120	748427.280	4069070.707	332.030g	2.50
225	2190.000	117.435	124.355	748422.445	4069061.954	332.227g	2.50
226	2200.000	118.342	124.589	748417.582	4069053.216	332.442g	2.50
227	2210.000	119.279	124.824	748412.688	4069044.496	332.675g	2.50
228	2220.000	120.775	125.058	748407.761	4069035.794	332.926g	2.50
229	2230.000	122.224	125.282	748402.798	4069027.112	333.194g	2.50
230	2240.000	123.094	125.496	748397.798	4069018.452	333.480g	2.50
231	2250.000	123.789	125.697	748392.757	4069009.815	333.783g	2.50
232	2260.000	124.518	125.888	748387.675	4069001.203	334.105g	2.50
233	2270.000	124.967	126.066	748382.548	4068992.618	334.443g	2.50
234	2273.350	124.995	126.124	748380.819	4068989.747	334.561g	2.50
235	2280.000	125.033	126.233	748377.374	4068984.060	334.796g	2.50
236	2290.000	124.964	126.389	748372.152	4068975.532	335.150g	2.50
237	2300.000	124.883	126.533	748366.884	4068967.032	335.504g	2.50
238	2310.000	125.179	126.666	748361.568	4068958.562	335.857g	2.50
239	2320.000	125.578	126.787	748356.205	4068950.122	336.211g	2.50
240	2330.000	126.047	126.897	748350.796	4068941.711	336.565g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
241	2340.000	126.634	126.995	748345.339	4068933.331	336.918g	2.50
242	2350.000	127.380	127.082	748339.837	4068924.981	337.272g	2.50
243	2360.000	127.504	127.157	748334.288	4068916.662	337.626g	2.50
244	2370.000	127.622	127.221	748328.692	4068908.374	337.979g	2.50
245	2380.000	127.636	127.273	748323.051	4068900.117	338.333g	2.50
246	2390.000	127.578	127.318	748317.365	4068891.891	338.687g	2.50
247	2400.000	127.657	127.363	748311.632	4068883.697	339.040g	2.50
248	2410.000	128.503	127.408	748305.854	4068875.535	339.394g	2.50
249	2420.000	129.226	127.453	748300.031	4068867.406	339.748g	2.50
250	2430.000	129.303	127.498	748294.163	4068859.309	340.101g	2.50
251	2440.000	129.109	127.543	748288.250	4068851.244	340.455g	2.50
252	2450.000	128.723	127.588	748282.292	4068843.213	340.809g	2.50
253	2460.000	127.659	127.632	748276.289	4068835.215	341.162g	2.50
254	2470.000	126.556	127.677	748270.243	4068827.250	341.516g	2.50
255	2480.000	124.995	127.722	748264.152	4068819.319	341.870g	2.50
256	2490.000	123.609	127.767	748258.017	4068811.422	342.223g	2.50
257	2500.000	122.292	127.812	748251.838	4068803.559	342.577g	2.50
258	2510.000	121.278	127.857	748245.616	4068795.731	342.931g	2.50
259	2520.000	120.364	127.901	748239.350	4068787.937	343.284g	2.50
260	2530.000	119.807	127.946	748233.042	4068780.178	343.638g	2.50
261	2540.000	119.458	127.991	748226.690	4068772.455	343.992g	2.50
262	2550.000	118.980	128.036	748220.295	4068764.766	344.345g	2.50
263	2560.000	118.493	128.081	748213.858	4068757.114	344.699g	2.50
264	2570.000	118.001	128.126	748207.378	4068749.497	345.053g	2.50
265	2580.000	117.648	128.171	748200.857	4068741.917	345.407g	2.50
266	2590.000	117.466	128.215	748194.293	4068734.372	345.760g	2.50
267	2600.000	117.269	128.260	748187.687	4068726.865	346.114g	2.50
268	2610.000	117.358	128.305	748181.040	4068719.394	346.468g	2.50
269	2620.000	117.555	128.350	748174.351	4068711.960	346.821g	2.50
270	2630.000	117.781	128.395	748167.621	4068704.564	347.175g	2.50
271	2640.000		128.440	748160.850	4068697.205	347.529g	2.50
272	2645.949		128.466	748156.803	4068692.845	347.739g	2.50
273	2650.000		128.484	748154.039	4068689.883	347.881g	2.50
274	2660.000		128.529	748147.187	4068682.599	348.218g	2.50
275	2670.000		128.574	748140.298	4068675.350	348.538g	2.50
276	2680.000		128.619	748133.374	4068668.135	348.841g	2.50
277	2690.000		128.664	748126.417	4068660.952	349.125g	2.50
278	2700.000		128.709	748119.428	4068653.800	349.392g	2.50
279	2710.000		128.754	748112.411	4068646.675	349.642g	2.50
280	2720.000		128.798	748105.367	4068639.578	349.873g	2.50
281	2730.000		128.843	748098.298	4068632.504	350.087g	2.50
282	2740.000		128.888	748091.206	4068625.454	350.283g	2.50
283	2750.000		128.933	748084.094	4068618.425	350.462g	2.50
284	2760.000		128.978	748076.962	4068611.414	350.623g	2.50
285	2770.000		129.023	748069.814	4068604.421	350.766g	2.50
286	2780.000		129.068	748062.652	4068597.443	350.891g	2.50
287	2790.000		129.112	748055.476	4068590.477	350.999g	2.50
288	2800.000		129.157	748048.290	4068583.523	351.089g	2.50
289	2810.000		129.202	748041.095	4068576.579	351.161g	2.50
290	2820.000		129.247	748033.893	4068569.641	351.216g	2.50
291	2830.000		129.292	748026.686	4068562.709	351.253g	2.50
292	2840.000		129.337	748019.476	4068555.779	351.273g	2.50
293	2845.949		129.363	748015.186	4068551.658	351.276g	2.50
294	2850.000		129.381	748012.265	4068548.851	351.276g	2.50
295	2860.000		129.426	748005.053	4068541.923	351.276g	2.50
296	2870.000		129.471	747997.842	4068534.995	351.276g	2.50
297	2880.000		129.516	747990.631	4068528.067	351.276g	2.50
298	2890.000		129.561	747983.419	4068521.140	351.276g	2.50
299	2900.000		129.606	747976.208	4068514.212	351.276g	2.50
300	2910.000		129.651	747968.997	4068507.284	351.276g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
301	2920.000		129.695	747961.785	4068500.356	351.276g	2.50
302	2930.000		129.740	747954.574	4068493.428	351.276g	2.50
303	2940.000		129.785	747947.363	4068486.500	351.276g	2.50
304	2950.000		129.830	747940.151	4068479.572	351.276g	2.50
305	2960.000		129.875	747932.940	4068472.644	351.276g	2.50
306	2970.000		129.920	747925.729	4068465.716	351.276g	2.50
307	2980.000		129.965	747918.517	4068458.788	351.276g	2.50
308	2990.000		130.017	747911.306	4068451.860	351.276g	2.50
309	3000.000		130.081	747904.095	4068444.932	351.276g	2.50
310	3010.000		130.158	747896.883	4068438.004	351.276g	2.50
311	3020.000		130.247	747889.672	4068431.076	351.276g	2.50
312	3030.000		130.349	747882.461	4068424.148	351.276g	2.50
313	3040.000		130.464	747875.249	4068417.220	351.276g	2.50
314	3050.000		130.591	747868.038	4068410.292	351.276g	2.50
315	3060.000		130.730	747860.827	4068403.364	351.276g	2.50
316	3070.000		130.882	747853.615	4068396.436	351.276g	2.50
317	3080.000		131.047	747846.404	4068389.508	351.276g	2.50
318	3090.000		131.224	747839.193	4068382.580	351.276g	2.50
319	3100.000		131.413	747831.981	4068375.652	351.276g	2.50
320	3110.000		131.615	747824.770	4068368.724	351.276g	2.50
321	3120.000		131.830	747817.558	4068361.796	351.276g	2.50
322	3126.371	114.921	131.973	747812.964	4068357.383	351.276g	2.50
323	3130.000	115.386	132.057	747810.347	4068354.868	351.273g	2.50
324	3140.000	116.977	132.296	747803.138	4068347.938	351.232g	2.50
325	3150.000	119.398	132.548	747795.936	4068341.001	351.143g	2.50
326	3160.000	121.919	132.813	747788.746	4068334.051	351.007g	2.50
327	3170.000	124.335	133.090	747781.573	4068327.082	350.824g	2.50
328	3180.000	126.468	133.379	747774.424	4068320.091	350.594g	2.50
329	3190.000	128.490	133.681	747767.302	4068313.071	350.315g	2.50
330	3200.000	129.813	133.996	747760.213	4068306.017	349.990g	2.50
331	3210.000	129.637	134.323	747753.164	4068298.925	349.617g	2.50
332	3220.000	129.506	134.662	747746.158	4068291.789	349.196g	2.50
333	3230.000	129.336	135.014	747739.203	4068284.604	348.729g	2.50
334	3240.000	128.958	135.379	747732.304	4068277.365	348.213g	2.50
335	3248.371	128.861	135.694	747726.575	4068271.262	347.745g	2.50
336	3250.000	128.841	135.756	747725.465	4068270.069	347.651g	2.50
337	3260.000	129.025	136.145	747718.693	4068262.711	347.072g	2.50
338	3270.000	129.565	136.547	747711.989	4068255.292	346.494g	2.50
339	3280.000	129.954	136.962	747705.351	4068247.812	345.915g	2.50
340	3290.000	130.001	137.389	747698.783	4068240.272	345.336g	2.50
341	3300.000	129.959	137.827	747692.283	4068232.673	344.757g	2.50
342	3310.000	129.951	138.267	747685.852	4068225.015	344.179g	2.50
343	3320.000	129.695	138.707	747679.491	4068217.299	343.600g	2.50
344	3330.000	129.778	139.147	747673.201	4068209.525	343.021g	2.50
345	3340.000	130.398	139.586	747666.981	4068201.694	342.442g	2.50
346	3350.000	131.714	140.026	747660.833	4068193.808	341.864g	2.50
347	3360.000	132.996	140.466	747654.757	4068185.865	341.285g	2.50
348	3370.000	133.977	140.906	747648.753	4068177.868	340.706g	2.50
349	3380.000	134.564	141.346	747642.823	4068169.817	340.127g	2.50
350	3390.000	135.407	141.786	747636.966	4068161.711	339.549g	2.50
351	3400.000	136.499	142.226	747631.182	4068153.553	338.970g	2.50
352	3410.000	137.621	142.666	747625.473	4068145.343	338.391g	2.50
353	3420.000	138.288	143.106	747619.839	4068137.082	337.812g	2.50
354	3430.000	139.117	143.546	747614.281	4068128.769	337.234g	2.50
355	3440.000	140.177	143.986	747608.798	4068120.406	336.655g	2.50
356	3450.000	140.516	144.425	747603.391	4068111.994	336.076g	2.50
357	3460.000	141.428	144.865	747598.061	4068103.533	335.497g	2.50
358	3470.000	141.820	145.305	747592.808	4068095.023	334.919g	2.50
359	3480.000	142.218	145.745	747587.633	4068086.467	334.340g	2.50
360	3490.000	144.051	146.185	747582.536	4068077.863	333.761g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
361	3500.000	146.355	146.625	747577.517	4068069.214	333.182g	2.50
362	3510.000	148.763	147.065	747572.577	4068060.519	332.604g	2.50
363	3520.000	151.560	147.505	747567.716	4068051.780	332.025g	2.50
364	3530.000	154.171	147.945	747562.935	4068042.997	331.446g	2.50
365	3540.000	155.914	148.385	747558.234	4068034.171	330.868g	2.50
366	3550.000	157.772	148.825	747553.614	4068025.303	330.289g	2.50
367	3560.000	159.190	149.264	747549.074	4068016.393	329.710g	2.50
368	3570.000	160.586	149.704	747544.615	4068007.442	329.131g	2.50
369	3580.000	161.430	150.144	747540.238	4067998.451	328.553g	2.50
370	3590.000	162.319	150.584	747535.943	4067989.420	327.974g	2.50
371	3600.000	162.668	151.024	747531.730	4067980.351	327.395g	2.50
372	3610.000	162.497	151.464	747527.600	4067971.244	326.816g	2.50
373	3620.000	162.299	151.904	747523.552	4067962.099	326.238g	2.50
374	3630.000	162.136	152.344	747519.588	4067952.919	325.659g	2.50
375	3640.000	162.052	152.784	747515.708	4067943.702	325.080g	2.50
376	3650.000	162.514	153.224	747511.912	4067934.451	324.501g	2.50
377	3660.000	162.769	153.664	747508.200	4067925.165	323.923g	2.50
378	3670.000	163.182	154.103	747504.572	4067915.847	323.344g	2.50
379	3680.000	163.383	154.543	747501.029	4067906.495	322.765g	2.50
380	3690.000	163.542	154.983	747497.572	4067897.112	322.186g	2.50
381	3700.000	163.625	155.423	747494.199	4067887.698	321.608g	2.50
382	3710.000	163.160	155.863	747490.913	4067878.253	321.029g	2.50
383	3720.000	162.467	156.303	747487.713	4067868.779	320.450g	2.50
384	3730.000	161.977	156.743	747484.598	4067859.277	319.871g	2.50
385	3740.000	161.746	157.183	747481.571	4067849.746	319.293g	2.50
386	3750.000	161.390	157.623	747478.630	4067840.188	318.714g	2.50
387	3760.000	160.887	158.063	747475.776	4067830.604	318.135g	2.50
388	3770.000	160.780	158.503	747473.009	4067820.994	317.556g	2.50
389	3780.000	161.250	158.942	747470.330	4067811.360	316.978g	2.50
390	3790.000	161.858	159.382	747467.739	4067801.702	316.399g	2.50
391	3800.000	162.707	159.822	747465.235	4067792.020	315.820g	2.50
392	3810.000	163.752	160.262	747462.820	4067782.316	315.241g	2.50
393	3820.000	165.411	160.702	747460.493	4067772.591	314.663g	2.50
394	3828.135	166.735	161.060	747458.665	4067764.664	314.192g	2.50
395	3830.000	166.949	161.142	747458.254	4067762.845	314.085g	2.50
396	3840.000	168.132	161.582	747456.102	4067753.079	313.539g	2.50
397	3850.000	169.210	162.022	747454.030	4067743.296	313.040g	2.50
398	3860.000	169.551	162.462	747452.032	4067733.498	312.589g	2.50
399	3870.000	169.275	162.902	747450.099	4067723.686	312.185g	2.50
400	3880.000	168.455	163.342	747448.225	4067713.864	311.828g	2.50
401	3890.000	167.754	163.781	747446.402	4067704.031	311.519g	2.50
402	3900.000	167.430	164.221	747444.623	4067694.191	311.258g	2.50
403	3910.000	167.190	164.661	747442.881	4067684.344	311.044g	2.50
404	3920.000	168.914	165.101	747441.169	4067674.491	310.877g	2.50
405	3930.000	170.646	165.541	747439.478	4067664.635	310.758g	2.50
406	3940.000	172.270	165.981	747437.803	4067654.777	310.686g	2.50
407	3950.000	174.169	166.421	747436.135	4067644.917	310.661g	2.50
408	3950.135	174.181	166.427	747436.112	4067644.784	310.661g	2.50
409	3960.000	174.989	166.861	747434.468	4067635.057	310.661g	2.50
410	3970.000	175.371	167.301	747432.801	4067625.197	310.661g	2.50
411	3980.000	176.164	167.741	747431.134	4067615.336	310.661g	2.50
412	3990.000	176.501	168.180	747429.467	4067605.476	310.661g	2.50
413	4000.000	177.024	168.620	747427.800	4067595.616	310.661g	2.50
414	4010.000	177.563	169.060	747426.133	4067585.756	310.661g	2.50
415	4020.000	178.204	169.500	747424.466	4067575.896	310.661g	2.50
416	4030.000	178.623	169.940	747422.799	4067566.036	310.661g	2.50
417	4040.000	178.930	170.380	747421.133	4067556.176	310.661g	2.50
418	4050.000	179.140	170.820	747419.466	4067546.316	310.661g	2.50
419	4060.000	179.606	171.260	747417.799	4067536.456	310.661g	2.50
420	4070.000	179.851	171.700	747416.132	4067526.596	310.661g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
421	4080.000	180.270	172.140	747414.465	4067516.735	310.661g	2.50
422	4090.000	180.835	172.580	747412.798	4067506.875	310.661g	2.50
423	4100.000	181.427	173.019	747411.131	4067497.015	310.661g	2.50
424	4110.000	181.965	173.459	747409.464	4067487.155	310.661g	2.50
425	4120.000	182.266	173.899	747407.798	4067477.295	310.661g	2.50
426	4130.000	182.536	174.339	747406.131	4067467.435	310.661g	2.50
427	4140.000	182.054	174.779	747404.464	4067457.575	310.661g	2.50
428	4150.000	181.315	175.219	747402.797	4067447.715	310.661g	2.50
429	4160.000	180.310	175.659	747401.130	4067437.855	310.661g	2.50
430	4170.000	179.199	176.099	747399.463	4067427.995	310.661g	2.50
431	4180.000	178.184	176.539	747397.796	4067418.135	310.661g	2.50
432	4190.000	176.716	176.979	747396.129	4067408.274	310.661g	2.50
433	4200.000	175.796	177.419	747394.462	4067398.414	310.661g	2.50
434	4210.000	175.291	177.858	747392.796	4067388.554	310.661g	2.50
435	4210.912	175.256	177.899	747392.644	4067387.655	310.661g	2.50
436	4220.000	174.827	178.298	747391.128	4067378.694	310.671g	2.50
437	4230.000	174.293	178.738	747389.458	4067368.835	310.702g	2.50
438	4240.000	173.713	179.178	747387.781	4067358.976	310.757g	2.50
439	4250.000	173.283	179.618	747386.093	4067349.120	310.833g	2.50
440	4260.000	172.934	180.058	747384.392	4067339.265	310.932g	2.50
441	4270.000	172.617	180.498	747382.675	4067329.414	311.054g	2.50
442	4280.000	172.365	180.938	747380.936	4067319.566	311.198g	2.50
443	4290.000	171.711	181.378	747379.174	4067309.723	311.365g	2.50
444	4300.000	172.387	181.818	747377.384	4067299.884	311.554g	2.50
445	4310.000	174.332	182.258	747375.563	4067290.052	311.765g	2.50
446	4320.000	175.627	182.697	747373.707	4067280.225	311.999g	2.50
447	4330.000	176.246	183.137	747371.814	4067270.406	312.256g	2.50
448	4340.000	176.868	183.577	747369.880	4067260.595	312.534g	2.50
449	4350.000	177.321	184.017	747367.901	4067250.793	312.836g	2.50
450	4360.000	177.828	184.457	747365.873	4067241.000	313.160g	2.50
451	4370.000	178.328	184.897	747363.795	4067231.219	313.506g	2.50
452	4380.000	178.969	185.337	747361.661	4067221.449	313.875g	2.50
453	4387.912	180.123	185.685	747359.932	4067213.729	314.183g	2.50
454	4390.000	180.428	185.777	747359.469	4067211.692	314.266g	2.50
455	4400.000	181.984	186.217	747357.216	4067201.949	314.664g	2.50
456	4410.000	183.700	186.657	747354.903	4067192.221	315.062g	2.50
457	4420.000	185.329	187.097	747352.529	4067182.507	315.460g	2.50
458	4430.000	186.962	187.536	747350.094	4067172.808	315.857g	2.50
459	4440.000	188.432	187.976	747347.598	4067163.124	316.255g	2.50
460	4450.000	189.608	188.416	747345.042	4067153.456	316.653g	2.50
461	4460.000	190.613	188.856	747342.426	4067143.805	317.051g	2.50
462	4470.000	190.878	189.296	747339.749	4067134.170	317.449g	2.50
463	4480.000	191.125	189.736	747337.013	4067124.551	317.847g	2.50
464	4490.000	190.747	190.176	747334.216	4067114.950	318.245g	2.50
465	4500.000	190.306	190.616	747331.359	4067105.367	318.643g	2.50
466	4510.000	189.928	191.056	747328.442	4067095.802	319.041g	2.50
467	4520.000	189.561	191.496	747325.466	4067086.255	319.438g	2.50
468	4530.000	189.521	191.936	747322.430	4067076.727	319.836g	2.50
469	4540.000	189.533	192.375	747319.335	4067067.218	320.234g	2.50
470	4550.000	189.739	192.815	747316.180	4067057.729	320.632g	2.50
471	4560.000	189.906	193.255	747312.966	4067048.260	321.030g	2.50
472	4570.000	190.680	193.695	747309.693	4067038.810	321.428g	2.50
473	4580.000	191.791	194.135	747306.361	4067029.382	321.826g	2.50
474	4590.000	192.949	194.575	747302.970	4067019.975	322.224g	2.50
475	4600.000	194.104	195.015	747299.520	4067010.588	322.622g	2.50
476	4610.000	194.668	195.455	747296.011	4067001.224	323.019g	2.50
477	4620.000	192.999	195.895	747292.445	4066991.882	323.417g	2.50
478	4630.000	190.712	196.335	747288.820	4066982.562	323.815g	2.50
479	4640.000	191.529	196.774	747285.136	4066973.265	324.213g	2.50
480	4650.000	193.364	197.214	747281.395	4066963.991	324.611g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
481	4660.000	195.974	197.654	747277.596	4066954.741	325.009g	2.50
482	4670.000	198.961	198.094	747273.739	4066945.515	325.407g	2.50
483	4680.000	200.461	198.534	747269.824	4066936.313	325.805g	2.50
484	4690.000	201.780	198.974	747265.852	4066927.136	326.202g	2.50
485	4700.000	202.968	199.414	747261.823	4066917.983	326.600g	2.50
486	4710.000	204.117	199.854	747257.737	4066908.856	326.998g	2.50
487	4720.000	205.169	200.294	747253.593	4066899.755	327.396g	2.50
488	4730.000	206.151	200.734	747249.393	4066890.680	327.794g	2.50
489	4740.000	207.021	201.174	747245.136	4066881.631	328.192g	2.50
490	4750.000	207.851	201.613	747240.823	4066872.609	328.590g	2.50
491	4760.000	208.692	202.053	747236.453	4066863.615	328.988g	2.50
492	4770.000	209.541	202.493	747232.028	4066854.647	329.386g	2.50
493	4780.000	210.384	202.933	747227.546	4066845.708	329.783g	2.50
494	4790.000	211.080	203.373	747223.009	4066836.796	330.181g	2.50
495	4800.000	211.648	203.813	747218.416	4066827.914	330.579g	2.50
496	4810.000	212.299	204.253	747213.767	4066819.060	330.977g	2.50
497	4820.000	212.994	204.693	747209.063	4066810.235	331.375g	2.50
498	4830.000	213.730	205.133	747204.305	4066801.440	331.773g	2.50
499	4840.000	214.544	205.573	747199.491	4066792.675	332.171g	2.50
500	4850.000	215.326	206.013	747194.623	4066783.940	332.569g	2.50
501	4860.000	215.843	206.452	747189.700	4066775.236	332.967g	2.50
502	4870.000	216.362	206.892	747184.723	4066766.562	333.364g	2.50
503	4880.000	216.896	207.332	747179.691	4066757.920	333.762g	2.50
504	4890.000	217.450	207.772	747174.606	4066749.310	334.160g	2.50
505	4900.000	218.006	208.212	747169.467	4066740.731	334.558g	2.50
506	4910.000	218.586	208.652	747164.275	4066732.185	334.956g	2.50
507	4920.000	219.293	209.092	747159.029	4066723.671	335.354g	2.50
508	4930.000	219.921	209.532	747153.730	4066715.190	335.752g	2.50
509	4940.000	220.569	209.972	747148.379	4066706.743	336.150g	2.50
510	4950.000	220.557	210.412	747142.974	4066698.329	336.548g	2.50
511	4960.000	220.437	210.852	747137.517	4066689.949	336.945g	2.50
512	4970.000	220.587	211.291	747132.008	4066681.604	337.343g	2.50
513	4980.000	221.121	211.731	747126.447	4066673.293	337.741g	2.50
514	4990.000	221.915	212.171	747120.834	4066665.017	338.139g	2.50
515	5000.000	223.100	212.611	747115.169	4066656.776	338.537g	2.50
516	5010.000	224.294	213.051	747109.453	4066648.571	338.935g	2.50
517	5020.000	225.071	213.491	747103.686	4066640.401	339.333g	2.50
518	5030.000	225.186	213.931	747097.868	4066632.268	339.731g	2.50
519	5040.000	225.330	214.371	747091.999	4066624.171	340.129g	2.50
520	5050.000	225.660	214.811	747086.079	4066616.112	340.526g	2.50
521	5060.000	226.273	215.251	747080.110	4066608.089	340.924g	2.50
522	5070.000	226.467	215.691	747074.090	4066600.104	341.322g	2.50
523	5080.000	226.366	216.130	747068.021	4066592.156	341.720g	2.50
524	5090.000	225.828	216.570	747061.902	4066584.247	342.118g	2.50
525	5100.000	224.589	217.010	747055.733	4066576.376	342.516g	2.50
526	5110.000	223.407	217.450	747049.516	4066568.544	342.914g	2.50
527	5120.000	222.819	217.890	747043.250	4066560.751	343.312g	2.50
528	5130.000	223.167	218.330	747036.935	4066552.997	343.710g	2.50
529	5140.000	223.524	218.770	747030.572	4066545.283	344.107g	2.50
530	5150.000	223.541	219.210	747024.161	4066537.608	344.505g	2.50
531	5160.000	223.331	219.650	747017.701	4066529.974	344.903g	2.50
532	5170.000	223.252	220.088	747011.195	4066522.380	345.301g	2.50
533	5180.000	223.407	220.520	747004.641	4066514.828	345.699g	2.50
534	5190.000	223.454	220.944	746998.040	4066507.316	346.097g	2.50
535	5200.000	222.963	221.361	746991.392	4066499.846	346.495g	2.50
536	5210.000	222.245	221.770	746984.697	4066492.417	346.893g	2.50
537	5220.000	221.693	222.171	746977.957	4066485.030	347.291g	2.50
538	5230.000	222.363	222.565	746971.170	4066477.686	347.688g	2.50
539	5240.000	223.129	222.952	746964.337	4066470.384	348.086g	2.50
540	5250.000	224.552	223.330	746957.459	4066463.125	348.484g	2.50

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
541	5260.000	225.512	223.702	746950.536	4066455.910	348.882g	2.50
542	5270.000	226.328	224.065	746943.568	4066448.737	349.280g	2.50
543	5280.000	226.432	224.421	746936.555	4066441.609	349.678g	2.50
544	5290.000	226.428	224.770	746929.497	4066434.524	350.076g	2.50
545	5300.000	226.469	225.111	746922.396	4066427.483	350.474g	2.50
546	5310.000	226.301	225.444	746915.251	4066420.487	350.872g	2.50
547	5320.000	225.992	225.770	746908.062	4066413.536	351.269g	2.50
548	5330.000	225.466	226.089	746900.829	4066406.630	351.667g	2.50
549	5340.000	224.726	226.407	746893.554	4066399.769	352.065g	2.50
550	5350.000	223.982	226.725	746886.236	4066392.954	352.463g	2.50
551	5360.000	223.458	227.043	746878.876	4066386.185	352.861g	2.50
552	5370.000	222.780	227.362	746871.473	4066379.462	353.259g	2.50
553	5380.000	221.962	227.680	746864.029	4066372.785	353.657g	2.50
554	5390.000	220.427	227.998	746856.542	4066366.155	354.055g	2.50
555	5400.000	218.909	228.316	746849.015	4066359.572	354.452g	2.50
556	5410.000	217.507	228.635	746841.447	4066353.036	354.850g	2.50
557	5420.000	216.236	228.953	746833.838	4066346.547	355.248g	2.50
558	5430.000	214.605	229.271	746826.188	4066340.106	355.646g	2.50
559	5440.000	214.101	229.589	746818.499	4066333.713	356.044g	2.50
560	5450.000	213.845	229.908	746810.769	4066327.369	356.442g	2.50
561	5460.000	213.541	230.226	746803.000	4066321.072	356.840g	2.50
562	5470.000	213.343	230.544	746795.192	4066314.825	357.238g	2.50
563	5480.000	213.196	230.862	746787.345	4066308.626	357.636g	2.50
564	5490.000	213.861	231.181	746779.460	4066302.476	358.033g	2.50
565	5500.000	215.157	231.499	746771.536	4066296.376	358.431g	2.50
566	5510.000	216.361	231.817	746763.574	4066290.325	358.829g	2.50
567	5520.000	216.693	232.135	746755.574	4066284.325	359.227g	2.50
568	5530.000	214.305	232.453	746747.538	4066278.374	359.625g	2.50
569	5540.000	212.470	232.772	746739.464	4066272.474	360.023g	2.50
570	5550.000	210.918	233.090	746731.353	4066266.625	360.421g	2.50
571	5560.000	211.510	233.408	746723.206	4066260.826	360.819g	2.50
572	5570.000	213.721	233.726	746715.023	4066255.078	361.217g	2.50
573	5580.000	215.826	234.045	746706.804	4066249.381	361.614g	2.50
574	5590.000	217.505	234.363	746698.550	4066243.736	362.012g	2.50
575	5600.000	218.320	234.681	746690.260	4066238.143	362.410g	2.50
576	5610.000	219.183	234.999	746681.936	4066232.602	362.808g	2.50
577	5620.000	220.104	235.318	746673.578	4066227.112	363.206g	2.50
578	5625.023	220.603	235.478	746669.366	4066224.375	363.406g	2.50
579	5630.000	221.184	235.636	746665.185	4066221.675	363.601g	2.50
580	5640.000	221.523	235.954	746656.759	4066216.289	363.977g	2.50
581	5650.000	221.634	236.272	746648.303	4066210.952	364.330g	2.50
582	5660.000	221.629	236.591	746639.818	4066205.659	364.660g	2.50
583	5670.000	221.756	236.909	746631.307	4066200.410	364.968g	2.50
584	5680.000	222.477	237.227	746622.771	4066195.200	365.254g	2.50
585	5690.000	224.779	237.539	746614.213	4066190.027	365.517g	2.50
586	5700.000	227.185	237.838	746605.635	4066184.888	365.757g	2.50
587	5710.000	233.175	238.124	746597.038	4066179.779	365.975g	2.50
588	5720.000	239.223	238.396	746588.425	4066174.699	366.171g	2.50
589	5730.000	242.879	238.656	746579.796	4066169.644	366.344g	2.50
590	5740.000	244.715	238.902	746571.156	4066164.611	366.495g	2.50
591	5750.000	243.708	239.135	746562.504	4066159.596	366.623g	2.50
592	5760.000	242.738	239.355	746553.842	4066154.598	366.729g	2.50
593	5770.000	241.785	239.562	746545.174	4066149.612	366.812g	2.50
594	5780.000	241.378	239.756	746536.500	4066144.636	366.873g	2.50
595	5790.000	241.128	239.936	746527.822	4066139.667	366.911g	2.50
596	5800.000	240.890	240.103	746519.142	4066134.702	366.927g	2.50
597	5802.023	240.843	240.136	746517.385	4066133.697	366.927g	2.50
598	5810.000	240.658	240.257	746510.461	4066129.737	366.927g	2.50
599	5820.000	240.505	240.398	746501.780	4066124.773	366.927g	2.50
600	5830.000	240.909	240.526	746493.100	4066119.808	366.927g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
601	5840.000	241.267	240.641	746484.419	4066114.844	366.927g	2.50
602	5850.000	240.981	240.745	746475.738	4066109.879	366.927g	2.50
603	5860.000	240.695	240.847	746467.058	4066104.915	366.927g	2.50
604	5870.000	241.142	240.949	746458.377	4066099.950	366.927g	2.50
605	5880.000	241.929	241.051	746449.696	4066094.986	366.927g	2.50
606	5890.000	242.180	241.153	746441.016	4066090.021	366.927g	2.50
607	5900.000	241.800	241.255	746432.335	4066085.057	366.927g	2.50
608	5910.000	241.530	241.357	746423.655	4066080.092	366.927g	2.50
609	5920.000	241.436	241.459	746414.974	4066075.128	366.927g	2.50
610	5930.000	241.304	241.562	746406.293	4066070.163	366.927g	2.50
611	5940.000	240.869	241.664	746397.613	4066065.198	366.927g	2.50
612	5950.000	240.801	241.766	746388.932	4066060.234	366.927g	2.50
613	5960.000	240.712	241.868	746380.251	4066055.269	366.927g	2.50
614	5970.000	240.592	241.970	746371.571	4066050.305	366.927g	2.50
615	5980.000	240.312	242.072	746362.890	4066045.340	366.927g	2.50
616	5990.000	239.287	242.174	746354.209	4066040.376	366.927g	2.50
617	6000.000	238.248	242.277	746345.529	4066035.411	366.927g	2.50
618	6010.000	237.344	242.379	746336.848	4066030.447	366.927g	2.50
619	6020.000	236.448	242.481	746328.167	4066025.482	366.927g	2.50
620	6030.000	235.963	242.583	746319.487	4066020.518	366.927g	2.50
621	6040.000	235.715	242.685	746310.806	4066015.553	366.927g	2.50
622	6050.000	235.489	242.787	746302.126	4066010.589	366.927g	2.50
623	6060.000	235.310	242.889	746293.445	4066005.624	366.927g	2.50
624	6070.000	235.046	242.992	746284.764	4066000.660	366.927g	2.50
625	6080.000	234.538	243.094	746276.084	4065995.695	366.927g	2.50
626	6090.000	233.991	243.196	746267.403	4065990.731	366.927g	2.50
627	6100.000	233.844	243.298	746258.722	4065985.766	366.927g	2.50
628	6110.000	234.097	243.400	746250.042	4065980.802	366.927g	2.50
629	6120.000	234.416	243.502	746241.361	4065975.837	366.927g	2.50
630	6130.000	234.762	243.604	746232.680	4065970.873	366.927g	2.50
631	6140.000	235.126	243.707	746224.000	4065965.908	366.927g	2.50
632	6150.000	235.681	243.809	746215.319	4065960.944	366.927g	2.50
633	6159.570	236.216	243.906	746207.012	4065956.193	366.927g	2.50
634	6160.000	236.240	243.911	746206.638	4065955.979	366.927g	2.50
635	6170.000	236.720	244.013	746197.960	4065951.011	366.853g	2.50
636	6180.000	237.179	244.115	746189.292	4065946.024	366.643g	2.50
637	6190.000	237.753	244.217	746180.647	4065940.999	366.297g	2.50
638	6200.000	238.425	244.319	746172.034	4065935.917	365.815g	2.50
639	6210.000		244.421	746163.465	4065930.762	365.197g	2.50
640	6220.000		244.524	746154.953	4065925.514	364.443g	2.50
641	6230.000		244.626	746146.509	4065920.158	363.553g	2.50
642	6231.570		244.642	746145.190	4065919.306	363.401g	2.50
643	6240.000		244.728	746138.145	4065914.676	362.576g	2.50
644	6250.000		244.830	746129.867	4065909.066	361.596g	2.50
645	6260.000		244.932	746121.676	4065903.330	360.617g	2.50
646	6270.000		245.034	746113.574	4065897.468	359.637g	2.50
647	6280.000		245.136	746105.563	4065891.483	358.658g	2.50
648	6290.000		245.239	746097.646	4065885.375	357.679g	2.50
649	6300.000		245.341	746089.823	4065879.145	356.699g	2.50
650	6310.000		245.443	746082.097	4065872.797	355.720g	2.50
651	6320.000		245.545	746074.470	4065866.330	354.740g	2.50
652	6330.000		245.647	746066.943	4065859.746	353.761g	2.50
653	6340.000		245.749	746059.518	4065853.048	352.781g	2.50
654	6350.000		245.851	746052.197	4065846.236	351.802g	2.50
655	6360.000		245.954	746044.982	4065839.312	350.823g	2.50
656	6370.000		246.056	746037.874	4065832.278	349.843g	2.50
657	6380.000		246.158	746030.875	4065825.136	348.864g	2.50
658	6390.000		246.260	746023.987	4065817.887	347.884g	2.50
659	6400.000		246.362	746017.211	4065810.532	346.905g	2.50
660	6410.000		246.464	746010.549	4065803.074	345.926g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
661	6420.000		246.566	746004.003	4065795.515	344.946g	2.50
662	6430.000		246.669	745997.573	4065787.856	343.967g	2.50
663	6440.000		246.771	745991.263	4065780.099	342.987g	2.50
664	6450.000		246.873	745985.072	4065772.245	342.008g	2.50
665	6460.000		246.975	745979.003	4065764.298	341.028g	2.50
666	6470.000		247.077	745973.057	4065756.258	340.049g	2.50
667	6480.000		247.179	745967.235	4065748.127	339.070g	2.50
668	6490.000		247.281	745961.540	4065739.908	338.090g	2.50
669	6500.000		247.383	745955.971	4065731.602	337.111g	2.50
670	6510.000		247.486	745950.530	4065723.212	336.131g	2.50
671	6520.000		247.588	745945.220	4065714.738	335.152g	2.50
672	6530.000		247.690	745940.040	4065706.185	334.173g	2.50
673	6540.000		247.792	745934.993	4065697.552	333.193g	2.50
674	6550.000		247.894	745930.079	4065688.843	332.214g	2.50
675	6560.000		247.996	745925.299	4065680.059	331.234g	2.50
676	6570.000		248.098	745920.656	4065671.203	330.255g	2.50
677	6580.000		248.201	745916.149	4065662.276	329.276g	2.50
678	6590.000		248.313	745911.779	4065653.281	328.296g	2.50
679	6600.000		248.442	745907.549	4065644.220	327.317g	2.50
680	6610.000		248.588	745903.459	4065635.095	326.337g	2.50
681	6620.000		248.751	745899.509	4065625.908	325.358g	2.50
682	6630.000		248.930	745895.702	4065616.661	324.378g	2.50
683	6640.000		249.126	745892.037	4065607.357	323.399g	2.50
684	6650.000		249.339	745888.516	4065597.998	322.420g	2.50
685	6660.000		249.568	745885.139	4065588.585	321.440g	2.50
686	6670.000		249.814	745881.907	4065579.122	320.461g	2.50
687	6680.000		250.076	745878.821	4065569.610	319.481g	2.50
688	6690.000		250.355	745875.882	4065560.052	318.502g	2.50
689	6700.000		250.651	745873.090	4065550.450	317.523g	2.50
690	6710.000		250.964	745870.446	4065540.806	316.543g	2.50
691	6720.000	251.401	251.293	745867.951	4065531.122	315.564g	2.50
692	6730.000	254.002	251.639	745865.606	4065521.401	314.584g	2.50
693	6740.000	254.937	252.001	745863.410	4065511.645	313.605g	2.50
694	6750.000	255.243	252.381	745861.364	4065501.857	312.625g	2.50
695	6760.000	254.536	252.776	745859.469	4065492.038	311.646g	2.50
696	6770.000	254.231	253.189	745857.726	4065482.191	310.667g	2.50
697	6780.000	255.252	253.618	745856.134	4065472.319	309.687g	2.50
698	6790.000	255.743	254.064	745854.695	4065462.423	308.708g	2.50
699	6800.000	253.291	254.527	745853.407	4065452.507	307.728g	2.50
700	6810.000	251.146	255.006	745852.273	4065442.571	306.749g	2.50
701	6820.000	251.338	255.502	745851.291	4065432.620	305.770g	2.50
702	6830.000	251.626	256.014	745850.463	4065422.654	304.790g	2.50
703	6840.000	251.683	256.543	745849.788	4065412.677	303.811g	2.50
704	6850.000	250.978	257.089	745849.266	4065402.691	302.831g	2.50
705	6860.000	248.749	257.652	745848.898	4065392.698	301.852g	2.50
706	6870.000	248.386	258.221	745848.685	4065382.700	300.872g	2.50
707	6880.000	249.630	258.791	745848.624	4065372.700	299.893g	2.50
708	6890.000	251.185	259.360	745848.718	4065362.701	298.914g	2.50
709	6896.469	253.429	259.729	745848.861	4065356.233	298.280g	2.50
710	6900.000	254.675	259.930	745848.966	4065352.704	297.943g	2.50
711	6910.000	256.164	260.499	745849.358	4065342.712	297.079g	2.50
712	6920.000	254.120	261.069	745849.876	4065332.725	296.352g	2.50
713	6930.000	252.827	261.638	745850.496	4065322.744	295.761g	2.50
714	6940.000	247.839	262.208	745851.199	4065312.769	295.305g	2.50
715	6950.000	243.621	262.777	745851.963	4065302.798	294.986g	2.50
716	6960.000	242.131	263.347	745852.766	4065292.831	294.803g	2.50
717	6968.469	237.407	263.829	745853.461	4065284.390	294.754g	2.50
718	6970.000	237.525	263.916	745853.587	4065282.864	294.754g	2.50
719	6980.000	237.981	264.486	745854.410	4065272.898	294.754g	2.50
720	6990.000	236.938	265.055	745855.233	4065262.932	294.754g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
721	7000.000	237.494	265.625	745856.056	4065252.966	294.754g	2.50
722	7010.000	237.959	266.194	745856.879	4065243.000	294.754g	2.50
723	7020.000	241.970	266.764	745857.702	4065233.034	294.754g	2.50
724	7030.000	249.739	267.333	745858.525	4065223.068	294.754g	2.50
725	7040.000	252.870	267.903	745859.348	4065213.102	294.754g	2.50
726	7050.000	255.483	268.472	745860.171	4065203.136	294.754g	2.50
727	7060.000	259.419	269.042	745860.994	4065193.170	294.754g	2.50
728	7070.000	262.621	269.611	745861.817	4065183.204	294.754g	2.50
729	7080.000	263.692	270.181	745862.641	4065173.238	294.754g	2.50
730	7090.000	264.531	270.750	745863.464	4065163.272	294.754g	2.50
731	7100.000	264.263	271.320	745864.287	4065153.306	294.754g	2.50
732	7110.000	264.100	271.889	745865.110	4065143.339	294.754g	2.50
733	7120.000	264.450	272.459	745865.933	4065133.373	294.754g	2.50
734	7130.000	264.029	273.028	745866.756	4065123.407	294.754g	2.50
735	7136.057	262.336	273.373	745867.255	4065117.371	294.754g	2.50
736	7140.000	261.233	273.598	745867.579	4065113.441	294.765g	2.50
737	7150.000	259.152	274.167	745868.393	4065103.474	294.886g	2.50
738	7160.000	256.035	274.737	745869.176	4065093.505	295.144g	2.50
739	7170.000	253.580	275.307	745869.909	4065083.532	295.538g	2.50
740	7180.000	252.471	275.876	745870.570	4065073.554	296.068g	2.50
741	7190.000	250.862	276.446	745871.137	4065063.570	296.733g	2.50
742	7200.000	248.947	277.015	745871.589	4065053.580	297.535g	2.50
743	7208.057	248.032	277.474	745871.854	4065045.528	298.280g	2.50
744	7210.000	247.884	277.585	745871.904	4065043.585	298.470g	2.50
745	7220.000	247.130	278.154	745872.067	4065033.587	299.450g	2.50
746	7230.000	245.203	278.724	745872.077	4065023.587	300.429g	2.50
747	7240.000	245.471	279.293	745871.933	4065013.588	301.409g	2.50
748	7250.000	245.331	279.863	745871.634	4065003.593	302.388g	2.50
749	7260.000	248.581	280.432	745871.183	4064993.603	303.367g	2.50
750	7270.000	248.790	281.002	745870.577	4064983.621	304.347g	2.50
751	7280.000	250.868	281.571	745869.818	4064973.650	305.326g	2.50
752	7290.000	252.065	282.141	745868.906	4064963.692	306.306g	2.50
753	7300.000	253.004	282.710	745867.840	4064953.749	307.285g	2.50
754	7310.000	253.798	283.280	745866.622	4064943.824	308.265g	2.50
755	7320.000	252.480	283.849	745865.251	4064933.918	309.244g	2.50
756	7330.000	250.861	284.419	745863.728	4064924.035	310.223g	2.50
757	7340.000	249.805	284.988	745862.054	4064914.176	311.203g	2.50
758	7350.000	249.055	285.558	745860.227	4064904.345	312.182g	2.50
759	7360.000	252.143	286.127	745858.250	4064894.542	313.162g	2.50
760	7370.000	256.218	286.697	745856.122	4064884.771	314.141g	2.50
761	7380.000	260.260	287.266	745853.844	4064875.034	315.120g	2.50
762	7390.000	264.921	287.836	745851.416	4064865.334	316.100g	2.50
763	7400.000	272.041	288.405	745848.840	4064855.671	317.079g	2.50
764	7410.000	279.146	288.975	745846.115	4064846.050	318.059g	2.50
765	7420.000	285.418	289.544	745843.243	4064836.471	319.038g	2.50
766	7430.000	291.639	290.114	745840.223	4064826.938	320.017g	2.50
767	7440.000	296.168	290.683	745837.057	4064817.453	320.997g	2.50
768	7450.000	299.584	291.253	745833.746	4064808.017	321.976g	2.50
769	7460.000	300.857	291.822	745830.290	4064798.633	322.956g	2.50
770	7465.313	301.007	292.125	745828.395	4064793.670	323.476g	2.50
771	7470.000	301.135	292.392	745826.690	4064789.304	323.920g	2.50
772	7480.000	301.809	292.961	745822.957	4064780.027	324.768g	2.50
773	7490.000	302.824	293.531	745819.111	4064770.796	325.479g	2.50
774	7500.000	303.829	294.100	745815.171	4064761.605	326.055g	2.50
775	7510.000	306.061	294.670	745811.158	4064752.445	326.495g	2.50
776	7520.000	308.356	295.239	745807.092	4064743.309	326.798g	2.50
777	7530.000	310.288	295.809	745802.993	4064734.188	326.966g	2.50
778	7537.313	310.746	296.225	745799.984	4064727.523	327.002g	2.50
779	7540.000	310.819	296.378	745798.878	4064725.074	327.002g	2.50
780	7550.000	308.207	296.942	745794.763	4064715.960	327.002g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
781	7560.000	309.363	297.494	745790.648	4064706.846	327.002g	2.50
782	7570.000	308.741	298.035	745786.532	4064697.732	327.002g	2.50
783	7580.000	308.073	298.564	745782.417	4064688.618	327.002g	2.50
784	7590.000	307.107	299.083	745778.301	4064679.504	327.002g	2.50
785	7600.000	304.612	299.590	745774.186	4064670.390	327.002g	2.50
786	7610.000	301.704	300.086	745770.070	4064661.277	327.002g	2.50
787	7620.000	299.164	300.571	745765.955	4064652.163	327.002g	2.50
788	7630.000	297.481	301.044	745761.839	4064643.049	327.002g	2.50
789	7640.000	296.120	301.513	745757.724	4064633.935	327.002g	2.50
790	7650.000	295.901	301.981	745753.609	4064624.821	327.002g	2.50
791	7660.000	295.627	302.449	745749.493	4064615.707	327.002g	2.50
792	7670.000	296.173	302.917	745745.378	4064606.593	327.002g	2.50
793	7680.000	296.788	303.386	745741.262	4064597.479	327.002g	2.50
794	7690.000	297.659	303.854	745737.147	4064588.365	327.002g	2.50
795	7700.000	298.280	304.322	745733.031	4064579.251	327.002g	2.50
796	7710.000	299.132	304.790	745728.916	4064570.137	327.002g	2.50
797	7720.000	300.185	305.259	745724.801	4064561.024	327.002g	2.50
798	7730.000	300.955	305.727	745720.685	4064551.910	327.002g	2.50
799	7740.000	302.124	306.195	745716.570	4064542.796	327.002g	2.50
800	7750.000	303.477	306.663	745712.454	4064533.682	327.002g	2.50
801	7760.000	305.515	307.132	745708.339	4064524.568	327.002g	2.50
802	7768.915	306.465	307.549	745704.670	4064516.442	327.002g	2.50
803	7770.000	306.575	307.600	745704.223	4064515.454	327.001g	2.50
804	7780.000	309.314	308.068	745700.112	4064506.338	326.918g	2.50
805	7790.000	312.066	308.536	745696.023	4064497.213	326.700g	2.50
806	7800.000	312.700	309.005	745691.975	4064488.069	326.345g	2.50
807	7810.000	313.761	309.473	745687.987	4064478.898	325.854g	2.50
808	7820.000	315.646	309.941	745684.081	4064469.693	325.227g	2.50
809	7830.000	319.442	310.409	745680.275	4064460.445	324.464g	2.50
810	7840.000	321.818	310.878	745676.590	4064451.149	323.565g	2.50
811	7840.915	321.834	310.920	745676.259	4064450.296	323.476g	2.50
812	7850.000	322.012	311.346	745673.044	4064441.799	322.586g	2.50
813	7860.000	321.901	311.814	745669.642	4064432.396	321.607g	2.50
814	7870.000	320.923	312.282	745666.385	4064422.941	320.628g	2.50
815	7880.000	320.023	312.751	745663.275	4064413.437	319.648g	2.50
816	7890.000	318.235	313.219	745660.311	4064403.887	318.669g	2.50
817	7900.000	316.589	313.687	745657.494	4064394.292	317.689g	2.50
818	7910.000	315.103	314.155	745654.825	4064384.654	316.710g	2.50
819	7920.000	313.709	314.624	745652.304	4064374.977	315.730g	2.50
820	7930.000	313.849	315.092	745649.933	4064365.263	314.751g	2.50
821	7940.000	313.808	315.560	745647.712	4064355.513	313.772g	2.50
822	7950.000	313.858	316.028	745645.641	4064345.730	312.792g	2.50
823	7960.000	314.190	316.496	745643.720	4064335.916	311.813g	2.50
824	7970.000	313.370	316.965	745641.951	4064326.074	310.833g	2.50
825	7980.000	312.462	317.433	745640.333	4064316.205	309.854g	2.50
826	7990.000	311.959	317.901	745638.868	4064306.314	308.875g	2.50
827	8000.000	311.694	318.369	745637.554	4064296.400	307.895g	2.50
828	8010.000	311.548	318.838	745636.394	4064286.468	306.916g	2.50
829	8020.000	311.429	319.306	745635.386	4064276.519	305.936g	2.50
830	8030.000	311.905	319.774	745634.532	4064266.556	304.957g	2.50
831	8040.000	312.639	320.242	745633.831	4064256.580	303.977g	2.50
832	8050.000	314.050	320.711	745633.283	4064246.595	302.998g	2.50
833	8060.000	315.836	321.179	745632.889	4064236.603	302.019g	2.50
834	8070.000	317.978	321.647	745632.649	4064226.606	301.039g	2.50
835	8080.000	319.796	322.115	745632.563	4064216.607	300.060g	2.50
836	8090.000	320.820	322.584	745632.630	4064206.607	299.080g	2.50
837	8095.015	321.166	322.818	745632.722	4064201.593	298.589g	2.50
838	8100.000	321.520	323.052	745632.851	4064196.610	298.118g	2.50
839	8110.000	321.906	323.520	745633.215	4064186.616	297.274g	2.50
840	8120.000	322.021	323.988	745633.700	4064176.628	296.567g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
841	8130.000	321.738	324.457	745634.286	4064166.645	295.995g	2.50
842	8140.000	320.424	324.925	745634.950	4064156.667	295.560g	2.50
843	8150.000	319.410	325.393	745635.672	4064146.694	295.260g	2.50
844	8160.000	319.184	325.861	745636.431	4064136.722	295.097g	2.50
845	8167.015	320.013	326.190	745636.973	4064129.729	295.063g	2.50
846	8170.000	320.711	326.330	745637.204	4064126.752	295.063g	2.50
847	8180.000	323.047	326.798	745637.979	4064116.782	295.063g	2.50
848	8190.000	325.356	327.266	745638.753	4064106.812	295.063g	2.50
849	8200.000	327.644	327.734	745639.528	4064096.842	295.063g	2.50
850	8210.000	329.273	328.203	745640.303	4064086.873	295.063g	2.50
851	8220.000	330.721	328.671	745641.077	4064076.903	295.063g	2.50
852	8230.000	332.989	329.139	745641.852	4064066.933	295.063g	2.50
853	8240.000	334.982	329.607	745642.627	4064056.963	295.063g	2.50
854	8250.000	336.854	330.076	745643.401	4064046.993	295.063g	2.50
855	8260.000	338.654	330.544	745644.176	4064037.023	295.063g	2.50
856	8270.000	338.537	331.012	745644.951	4064027.053	295.063g	2.50
857	8280.000	338.991	331.480	745645.725	4064017.083	295.063g	2.50
858	8290.000	338.990	331.949	745646.500	4064007.113	295.063g	2.50
859	8300.000	339.064	332.417	745647.275	4063997.143	295.063g	2.50
860	8310.000	340.879	332.885	745648.049	4063987.173	295.063g	2.50
861	8320.000	341.791	333.353	745648.824	4063977.203	295.063g	2.50
862	8330.000	342.344	333.822	745649.599	4063967.233	295.063g	2.50
863	8340.000	343.501	334.290	745650.373	4063957.263	295.063g	2.50
864	8350.000	344.796	334.758	745651.148	4063947.293	295.063g	2.50
865	8360.000	345.393	335.226	745651.923	4063937.323	295.063g	2.50
866	8370.000	345.761	335.694	745652.697	4063927.353	295.063g	2.50
867	8380.000	348.611	336.163	745653.472	4063917.383	295.063g	2.50
868	8390.000	349.970	336.631	745654.247	4063907.413	295.063g	2.50
869	8400.000	350.878	337.097	745655.022	4063897.444	295.063g	2.50
870	8410.000	352.709	337.552	745655.796	4063887.474	295.063g	2.50
871	8420.000	354.497	337.993	745656.571	4063877.504	295.063g	2.50
872	8430.000	356.478	338.421	745657.346	4063867.534	295.063g	2.50
873	8440.000	358.754	338.836	745658.120	4063857.564	295.063g	2.50
874	8450.000	357.735	339.238	745658.895	4063847.594	295.063g	2.50
875	8460.000	355.536	339.627	745659.670	4063837.624	295.063g	2.50
876	8470.000	356.154	340.003	745660.444	4063827.654	295.063g	2.50
877	8475.253	356.902	340.195	745660.851	4063822.417	295.063g	2.50
878	8480.000	357.578	340.365	745661.219	4063817.684	295.048g	2.50
879	8490.000	356.613	340.714	745662.005	4063807.715	294.915g	2.50
880	8500.000	355.138	341.051	745662.822	4063797.748	294.647g	2.50
881	8510.000	353.395	341.374	745663.692	4063787.786	294.242g	2.50
882	8520.000	351.617	341.683	745664.635	4063777.831	293.701g	2.50
883	8530.000	349.784	341.980	745665.674	4063767.885	293.025g	2.50
884	8540.000	348.348	342.263	745666.829	4063757.952	292.212g	2.50
885	8547.253	348.612	342.461	745667.752	4063750.758	291.537g	2.50
886	8550.000	348.899	342.534	745668.122	4063748.036	291.268g	2.50
887	8560.000	349.649	342.791	745669.565	4063738.141	290.289g	2.50
888	8570.000	351.237	343.035	745671.161	4063728.269	289.310g	2.50
889	8580.000	352.091	343.266	745672.908	4063718.423	288.330g	2.50
890	8590.000	353.605	343.484	745674.806	4063708.605	287.351g	2.50
891	8600.000	354.710	343.688	745676.855	4063698.817	286.371g	2.50
892	8610.000	355.595	343.879	745679.055	4063689.062	285.392g	2.50
893	8620.000	356.136	344.058	745681.404	4063679.342	284.413g	2.50
894	8630.000	355.943	344.223	745683.903	4063669.659	283.433g	2.50
895	8640.000	354.779	344.375	745686.550	4063660.016	282.454g	2.50
896	8650.000	352.587	344.513	745689.346	4063650.415	281.474g	2.50
897	8660.000	350.769	344.639	745692.288	4063640.858	280.495g	2.50
898	8670.000	348.943	344.751	745695.378	4063631.347	279.515g	2.50
899	8680.000	349.000	344.851	745698.613	4063621.885	278.536g	2.50
900	8686.073	349.033	344.905	745700.649	4063616.164	277.941g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
901	8690.000	348.380	344.937	745701.993	4063612.474	277.567g	2.50
902	8700.000	346.717	345.010	745705.509	4063603.113	276.709g	2.50
903	8710.000	346.013	345.070	745709.141	4063593.795	275.987g	2.50
904	8720.000	345.522	345.126	745712.869	4063584.516	275.401g	2.50
905	8730.000	344.921	345.182	745716.672	4063575.268	274.951g	2.50
906	8740.000	343.976	345.238	745720.530	4063566.042	274.637g	2.50
907	8750.000	342.805	345.294	745724.424	4063556.831	274.460g	2.50
908	8758.073	342.607	345.339	745727.580	4063549.401	274.415g	2.50
909	8760.000	342.618	345.350	745728.334	4063547.627	274.415g	2.50
910	8770.000	342.193	345.406	745732.245	4063538.424	274.415g	2.50
911	8780.000	342.964	345.462	745736.157	4063529.221	274.415g	2.50
912	8790.000	343.463	345.518	745740.068	4063520.017	274.415g	2.50
913	8800.000	343.563	345.574	745743.980	4063510.814	274.415g	2.50
914	8810.000	343.524	345.630	745747.891	4063501.611	274.415g	2.50
915	8820.000	343.197	345.686	745751.803	4063492.408	274.415g	2.50
916	8830.000	342.509	345.742	745755.714	4063483.204	274.415g	2.50
917	8840.000	341.803	345.798	745759.626	4063474.001	274.415g	2.50
918	8850.000	339.025	345.854	745763.537	4063464.798	274.415g	2.50
919	8860.000	336.361	345.910	745767.449	4063455.594	274.415g	2.50
920	8870.000	335.339	345.967	745771.360	4063446.391	274.415g	2.50
921	8880.000	334.635	346.023	745775.272	4063437.188	274.415g	2.50
922	8890.000	334.807	346.079	745779.183	4063427.985	274.415g	2.50
923	8900.000	335.984	346.135	745783.095	4063418.781	274.415g	2.50
924	8910.000	336.406	346.191	745787.006	4063409.578	274.415g	2.50
925	8920.000	336.682	346.247	745790.918	4063400.375	274.415g	2.50
926	8930.000	337.303	346.303	745794.829	4063391.172	274.415g	2.50
927	8940.000	337.872	346.359	745798.741	4063381.968	274.415g	2.50
928	8950.000	338.891	346.415	745802.653	4063372.765	274.415g	2.50
929	8959.825	339.292	346.470	745806.496	4063363.723	274.415g	2.50
930	8960.000	339.299	346.471	745806.564	4063363.562	274.415g	2.48
931	8970.000	340.815	346.527	745810.471	4063354.357	274.509g	1.41
932	8980.000	341.022	346.583	745814.351	4063345.140	274.786g	0.34
933	8990.000	339.230	346.639	745818.178	4063335.901	275.243g	-0.73
934	9000.000	338.932	346.695	745821.925	4063326.630	275.883g	-1.80
935	9010.000	338.730	346.751	745825.566	4063317.316	276.705g	-2.88
936	9020.000	339.423	346.807	745829.072	4063307.951	277.708g	-3.95
937	9029.825	338.991	346.862	745832.360	4063298.693	278.872g	-5.00
938	9030.000	338.975	346.863	745832.417	4063298.528	278.894g	-5.00
939	9040.000	339.169	346.919	745835.577	4063289.040	280.167g	-5.00
940	9050.000	338.221	346.975	745838.547	4063279.492	281.440g	-5.00
941	9060.000	338.989	347.031	745841.325	4063269.885	282.714g	-5.00
942	9070.000	340.540	347.087	745843.911	4063260.226	283.987g	-5.00
943	9080.000	339.792	347.143	745846.303	4063250.516	285.260g	-5.00
944	9090.000	340.585	347.199	745848.500	4063240.761	286.533g	-5.00
945	9100.000	342.321	347.256	745850.502	4063230.963	287.807g	-5.00
946	9110.000	343.443	347.312	745852.307	4063221.128	289.080g	-5.00
947	9120.000	344.374	347.368	745853.915	4063211.258	290.353g	-5.00
948	9130.000	344.917	347.424	745855.326	4063201.358	291.626g	-5.00
949	9140.000	345.406	347.480	745856.538	4063191.432	292.900g	-5.00
950	9150.000	345.677	347.542	745857.552	4063181.484	294.173g	-5.00
951	9160.000	345.754	347.610	745858.366	4063171.517	295.446g	-5.00
952	9170.000	345.547	347.684	745858.981	4063161.536	296.719g	-5.00
953	9180.000	345.463	347.766	745859.396	4063151.545	297.993g	-5.00
954	9190.000	345.706	347.854	745859.612	4063141.547	299.266g	-5.00
955	9200.000	346.080	347.949	745859.627	4063131.548	300.539g	-5.00
956	9210.000	346.240	348.050	745859.442	4063121.550	301.812g	-5.00
957	9220.000	346.379	348.158	745859.058	4063111.557	303.085g	-5.00
958	9230.000	346.694	348.273	745858.473	4063101.574	304.359g	-5.00
959	9240.000	347.288	348.395	745857.690	4063091.605	305.632g	-5.00
960	9250.000	348.704	348.523	745856.707	4063081.654	306.905g	-5.00

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
961	9260.000	349.780	348.658	745855.525	4063071.724	308.178g	-5.00
962	9270.000	350.670	348.799	745854.144	4063061.820	309.452g	-5.00
963	9280.000	351.786	348.947	745852.566	4063051.945	310.725g	-5.00
964	9290.000	353.594	349.102	745850.791	4063042.104	311.998g	-5.00
965	9300.000	354.779	349.263	745848.820	4063032.301	313.271g	-5.00
966	9310.000	354.117	349.431	745846.652	4063022.539	314.545g	-5.00
967	9320.000	353.220	349.606	745844.290	4063012.822	315.818g	-5.00
968	9330.000	353.248	349.788	745841.734	4063003.154	317.091g	-5.00
969	9335.920	353.247	349.898	745840.130	4062997.456	317.845g	-5.00
970	9340.000	353.345	349.976	745838.986	4062993.540	318.349g	-4.56
971	9350.000	354.115	350.171	745836.058	4062983.978	319.457g	-3.49
972	9360.000	354.860	350.372	745832.977	4062974.464	320.383g	-2.42
973	9370.000	355.556	350.579	745829.772	4062964.992	321.128g	-1.35
974	9380.000	356.012	350.787	745826.470	4062955.553	321.690g	-0.28
975	9390.000	357.368	350.995	745823.098	4062946.139	322.071g	0.79
976	9400.000	358.774	351.203	745819.683	4062936.740	322.269g	1.87
977	9405.920	358.680	351.326	745817.653	4062931.179	322.301g	2.50
978	9410.000	358.317	351.410	745816.252	4062927.347	322.301g	2.50
979	9420.000	357.426	351.618	745812.821	4062917.954	322.301g	2.50
980	9430.000	356.058	351.826	745809.389	4062908.561	322.301g	2.50
981	9440.000	354.483	352.034	745805.957	4062899.169	322.301g	2.50
982	9450.000	353.807	352.241	745802.525	4062889.776	322.301g	2.50
983	9460.000	353.836	352.449	745799.093	4062880.383	322.301g	2.50
984	9470.000	354.303	352.657	745795.661	4062870.991	322.301g	2.50
985	9480.000	354.480	352.865	745792.230	4062861.598	322.301g	2.50
986	9490.000	354.570	353.073	745788.798	4062852.205	322.301g	2.50
987	9500.000	354.460	353.280	745785.366	4062842.813	322.301g	2.50
988	9510.000	354.307	353.488	745781.934	4062833.420	322.301g	2.50
989	9520.000	354.034	353.696	745778.502	4062824.027	322.301g	2.50
990	9530.000	353.930	353.904	745775.070	4062814.635	322.301g	2.50
991	9540.000	354.017	354.111	745771.638	4062805.242	322.301g	2.50
992	9550.000	354.383	354.319	745768.207	4062795.849	322.301g	2.50
993	9560.000	355.094	354.527	745764.775	4062786.456	322.301g	2.50
994	9570.000	355.195	354.735	745761.343	4062777.064	322.301g	2.50
995	9580.000	353.120	354.943	745757.911	4062767.671	322.301g	2.50
996	9590.000		355.150	745754.479	4062758.278	322.301g	2.50
997	9600.000		355.358	745751.047	4062748.886	322.301g	2.50
998	9610.000		355.566	745747.615	4062739.493	322.301g	2.50
999	9620.000		355.774	745744.184	4062730.100	322.301g	2.50
1000	9630.000		355.981	745740.752	4062720.708	322.301g	2.50
1001	9640.000		356.189	745737.320	4062711.315	322.301g	2.50
1002	9650.000		356.397	745733.888	4062701.922	322.301g	2.50
1003	9660.000		356.605	745730.456	4062692.530	322.301g	2.50
1004	9660.039		356.606	745730.443	4062692.493	322.301g	2.50
1005	9670.000		356.812	745727.027	4062683.136	322.250g	2.50
1006	9680.000		357.020	745723.613	4062673.737	322.097g	2.50
1007	9690.000		357.228	745720.228	4062664.327	321.842g	2.50
1008	9700.000		357.436	745716.890	4062654.901	321.485g	2.50
1009	9710.000		357.644	745713.611	4062645.454	321.025g	2.50
1010	9720.000		357.851	745710.409	4062635.980	320.463g	2.50
1011	9730.000		358.059	745707.298	4062626.477	319.798g	2.50
1012	9740.000		358.267	745704.294	4062616.938	319.032g	2.50
1013	9743.039		358.330	745703.405	4062614.032	318.779g	2.50
1014	9750.000		358.475	745701.412	4062607.363	318.188g	2.50
1015	9760.000		358.682	745698.658	4062597.750	317.339g	2.50
1016	9770.000		358.890	745696.032	4062588.101	316.490g	2.50
1017	9780.000		359.098	745693.535	4062578.417	315.641g	2.50
1018	9790.000		359.306	745691.168	4062568.702	314.792g	2.50
1019	9800.000		359.514	745688.930	4062558.955	313.944g	2.50
1020	9810.000		359.724	745686.822	4062549.180	313.095g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
1021	9820.000		359.948	745684.845	4062539.378	312.246g	2.50
1022	9830.000		360.187	745682.999	4062529.550	311.397g	2.50
1023	9840.000		360.442	745681.284	4062519.698	310.548g	2.50
1024	9850.000		360.712	745679.700	4062509.824	309.699g	2.50
1025	9860.000	369.612	360.998	745678.249	4062499.930	308.851g	2.50
1026	9870.000	364.984	361.299	745676.929	4062490.018	308.002g	2.50
1027	9880.000	366.629	361.615	745675.741	4062480.089	307.153g	2.50
1028	9890.000	367.204	361.947	745674.686	4062470.144	306.304g	2.50
1029	9900.000	367.776	362.294	745673.764	4062460.187	305.455g	2.50
1030	9910.000	367.551	362.656	745672.975	4062450.218	304.606g	2.50
1031	9920.000	368.095	363.034	745672.318	4062440.240	303.758g	2.50
1032	9930.000	367.918	363.428	745671.795	4062430.254	302.909g	2.50
1033	9940.000	367.676	363.836	745671.405	4062420.261	302.060g	2.50
1034	9950.000	368.261	364.260	745671.148	4062410.265	301.211g	2.50
1035	9960.000	369.114	364.700	745671.024	4062400.266	300.362g	2.50
1036	9970.000	367.756	365.155	745671.034	4062390.266	299.514g	2.50
1037	9980.000	365.934	365.625	745671.177	4062380.267	298.665g	2.50
1038	9990.000	366.162	366.110	745671.454	4062370.271	297.816g	2.50
1039	10000.000	365.348	366.611	745671.863	4062360.279	296.967g	2.50
1040	10010.000	365.805	367.128	745672.406	4062350.294	296.118g	2.50
1041	10020.000	366.061	367.659	745673.082	4062340.317	295.269g	2.50
1042	10030.000	366.033	368.207	745673.891	4062330.350	294.421g	2.50
1043	10040.000	366.121	368.769	745674.832	4062320.394	293.572g	2.50
1044	10050.000	366.031	369.347	745675.907	4062310.452	292.723g	2.50
1045	10060.000	366.900	369.940	745677.114	4062300.525	291.874g	2.50
1046	10070.000	368.257	370.540	745678.453	4062290.616	291.025g	2.50
1047	10080.000	370.787	371.139	745679.924	4062280.724	290.176g	2.50
1048	10090.000	372.019	371.738	745681.526	4062270.854	289.328g	2.50
1049	10100.000	372.081	372.338	745683.261	4062261.005	288.479g	2.50
1050	10110.000	372.569	372.937	745685.126	4062251.181	287.630g	2.50
1051	10120.000	373.422	373.537	745687.122	4062241.382	286.781g	2.50
1052	10130.000	373.657	374.136	745689.249	4062231.611	285.932g	2.50
1053	10140.000	373.971	374.735	745691.506	4062221.869	285.083g	2.50
1054	10150.000	374.582	375.335	745693.892	4062212.158	284.235g	2.50
1055	10160.000	375.692	375.934	745696.408	4062202.480	283.386g	2.50
1056	10170.000	376.875	376.533	745699.053	4062192.836	282.537g	2.50
1057	10180.000	377.608	377.133	745701.826	4062183.228	281.688g	2.50
1058	10190.000	378.609	377.732	745704.726	4062173.658	280.839g	2.50
1059	10200.000	379.460	378.332	745707.754	4062164.128	279.991g	2.50
1060	10210.000	382.250	378.931	745710.909	4062154.639	279.142g	2.50
1061	10220.000	383.999	379.530	745714.190	4062145.192	278.293g	2.50
1062	10230.000	387.498	380.130	745717.597	4062135.791	277.444g	2.50
1063	10240.000	386.395	380.729	745721.129	4062126.435	276.595g	2.50
1064	10250.000	384.820	381.329	745724.785	4062117.128	275.746g	2.50
1065	10260.000	385.148	381.928	745728.565	4062107.870	274.898g	2.50
1066	10270.000	383.991	382.527	745732.468	4062098.663	274.049g	2.50
1067	10280.000	383.841	383.127	745736.494	4062089.509	273.200g	2.50
1068	10290.000	383.497	383.726	745740.641	4062080.410	272.351g	2.50
1069	10300.000	384.435	384.326	745744.909	4062071.366	271.502g	2.50
1070	10310.000	385.685	384.925	745749.298	4062062.381	270.653g	2.50
1071	10320.000	386.056	385.524	745753.806	4062053.455	269.805g	2.50
1072	10330.000	386.192	386.124	745758.432	4062044.589	268.956g	2.50
1073	10340.000	387.284	386.723	745763.176	4062035.786	268.107g	2.50
1074	10350.000	387.666	387.323	745768.037	4062027.047	267.258g	2.50
1075	10360.000	390.605	387.922	745773.015	4062018.374	266.409g	2.50
1076	10370.000	391.407	388.521	745778.107	4062009.768	265.560g	2.50
1077	10380.000	390.725	389.121	745783.314	4062001.230	264.712g	2.50
1078	10390.000	391.179	389.720	745788.634	4061992.763	263.863g	2.50
1079	10400.000	394.363	390.319	745794.066	4061984.368	263.014g	2.50
1080	10410.000	397.293	390.919	745799.610	4061976.045	262.165g	2.50

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
1081	10420.000	396.874	391.518	745805.265	4061967.797	261.316g	2.50
1082	10430.000	396.531	392.118	745811.029	4061959.626	260.468g	2.50
1083	10440.000	396.393	392.717	745816.901	4061951.532	259.619g	2.50
1084	10450.000	396.019	393.316	745822.881	4061943.516	258.770g	2.50
1085	10460.000	395.389	393.916	745828.967	4061935.582	257.921g	2.50
1086	10470.000	393.774	394.515	745835.158	4061927.729	257.072g	2.50
1087	10480.000	393.763	395.115	745841.453	4061919.960	256.223g	2.50
1088	10490.000	394.589	395.714	745847.852	4061912.275	255.375g	2.50
1089	10500.000	394.951	396.313	745854.352	4061904.676	254.526g	2.50
1090	10510.000	395.356	396.913	745860.953	4061897.164	253.677g	2.50
1091	10520.000	394.410	397.512	745867.654	4061889.741	252.828g	2.50
1092	10530.000	392.739	398.112	745874.453	4061882.408	251.979g	2.50
1093	10540.000	391.710	398.711	745881.349	4061875.167	251.130g	2.50
1094	10550.000	390.901	399.310	745888.342	4061868.018	250.282g	2.50
1095	10560.000	390.138	399.910	745895.428	4061860.963	249.433g	2.50
1096	10570.000	390.556	400.509	745902.609	4061854.003	248.584g	2.50
1097	10580.000	393.543	401.108	745909.881	4061847.139	247.735g	2.50
1098	10590.000	396.630	401.708	745917.245	4061840.373	246.886g	2.50
1099	10600.000	398.468	402.307	745924.697	4061833.706	246.037g	2.50
1100	10610.000	402.133	402.907	745932.239	4061827.138	245.189g	2.50
1101	10620.000	405.849	403.506	745939.867	4061820.672	244.340g	2.50
1102	10626.259	408.315	403.881	745944.685	4061816.676	243.808g	2.50
1103	10630.000	409.726	404.105	745947.580	4061814.308	243.498g	2.50
1104	10640.000	413.089	404.705	745955.373	4061808.042	242.739g	2.50
1105	10650.000	416.201	405.304	745963.236	4061801.863	242.082g	2.50
1106	10660.000	419.095	405.904	745971.157	4061795.760	241.527g	2.50
1107	10670.000	421.392	406.503	745979.127	4061789.719	241.074g	2.50
1108	10680.000	423.766	407.102	745987.134	4061783.728	240.724g	2.50
1109	10690.000	426.154	407.702	745995.169	4061777.776	240.476g	2.50
1110	10700.000	427.155	408.301	746003.223	4061771.848	240.330g	2.50
1111	10709.259	426.936	408.856	746010.688	4061766.370	240.286g	2.50
1112	10710.000	426.918	408.901	746011.285	4061765.932	240.286g	2.50
1113	10720.000	426.640	409.500	746019.349	4061760.018	240.286g	2.50
1114	10730.000	425.358	410.099	746027.412	4061754.104	240.286g	2.50
1115	10740.000	423.725	410.699	746035.476	4061748.190	240.286g	2.50
1116	10750.000	422.337	411.298	746043.540	4061742.276	240.286g	2.50
1117	10760.000	421.139	411.897	746051.603	4061736.362	240.286g	2.50
1118	10770.000	419.727	412.497	746059.667	4061730.447	240.286g	2.50
1119	10780.000	417.417	413.096	746067.731	4061724.533	240.286g	2.50
1120	10790.000	415.151	413.696	746075.795	4061718.619	240.286g	2.50
1121	10800.000	413.542	414.295	746083.858	4061712.705	240.286g	2.50
1122	10810.000	412.615	414.894	746091.922	4061706.791	240.286g	2.50
1123	10820.000	411.922	415.494	746099.986	4061700.877	240.286g	2.50
1124	10830.000	412.922	416.093	746108.049	4061694.963	240.286g	2.50
1125	10840.000	415.675	416.693	746116.113	4061689.049	240.286g	2.50
1126	10850.000	418.256	417.292	746124.177	4061683.134	240.286g	2.50
1127	10860.000	420.739	417.891	746132.240	4061677.220	240.286g	2.50
1128	10870.000	423.229	418.491	746140.304	4061671.306	240.286g	2.50
1129	10880.000	426.266	419.090	746148.368	4061665.392	240.286g	2.50
1130	10890.000	429.311	419.690	746156.432	4061659.478	240.286g	2.50
1131	10900.000	431.177	420.289	746164.495	4061653.564	240.286g	2.50
1132	10910.000	433.861	420.888	746172.559	4061647.650	240.286g	2.50
1133	10920.000	436.910	421.488	746180.623	4061641.736	240.286g	2.50
1134	10930.000	441.408	422.087	746188.686	4061635.821	240.286g	2.50
1135	10940.000	444.307	422.687	746196.750	4061629.907	240.286g	2.50
1136	10950.000	447.501	423.286	746204.814	4061623.993	240.286g	2.50
1137	10960.000	450.908	423.885	746212.877	4061618.079	240.286g	2.50
1138	10970.000	452.710	424.485	746220.941	4061612.165	240.286g	2.50
1139	10980.000	450.659	425.084	746229.005	4061606.251	240.286g	2.50
1140	10990.000	448.937	425.683	746237.068	4061600.337	240.286g	2.50

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU
1141	11000.000	445.712	426.283	746245.132	4061594.423	240.286g	2.50
1142	11010.000	441.610	426.882	746253.196	4061588.509	240.286g	2.50
1143	11020.000	437.455	427.482	746261.260	4061582.594	240.286g	2.50
1144	11030.000	433.164	428.081	746269.323	4061576.680	240.286g	2.50
1145	11040.000	429.078	428.680	746277.387	4061570.766	240.286g	2.50
1146	11040.442	428.901	428.707	746277.743	4061570.505	240.286g	2.50

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	1.5	11.5	0.0	0.0
2	0.443	30.2	269.2	0.0	0.0
3	10.000	0.0	945.5	0.0	0.0
4	20.000	0.0	1484.3	0.0	0.0
5	30.000	0.0	2051.6	0.0	0.0
6	40.000	2607.6	2511.6	0.0	0.0
7	50.000	0.0	2781.8	0.0	0.0
8	60.000	0.0	2184.2	0.0	0.0
9	65.443	0.0	1331.9	0.0	0.0
10	70.000	0.0	1796.1	0.0	0.0
11	80.000	0.0	2053.5	0.0	0.0
12	90.000	0.0	1719.5	0.0	0.0
13	100.000	0.0	1364.1	0.0	0.0
14	110.000	0.0	946.2	0.0	0.0
15	120.000	0.0	592.9	0.0	0.0
16	130.000	38.3	531.7	0.0	0.0
17	140.000	814.0	605.0	0.0	0.0
18	150.000	164.3	600.6	0.0	0.0
19	160.000	232.0	448.8	0.0	0.0
20	170.000	398.9	291.2	0.0	0.0
21	180.000	608.3	116.0	0.0	0.0
22	190.000	830.0	9.8	0.0	0.0
23	200.000	1064.5	0.1	0.0	0.0
24	210.000	1274.7	0.0	0.0	0.0
25	220.000	1379.1	0.0	0.0	0.0
26	230.000	1539.1	0.0	0.0	0.0
27	240.000	1774.1	0.0	0.0	0.0
28	250.000	1899.8	0.0	0.0	0.0
29	260.000	1847.1	0.0	0.0	0.0
30	270.000	1740.5	0.0	0.0	0.0
31	280.000	1662.2	0.0	0.0	0.0
32	290.000	1681.4	0.0	0.0	0.0
33	300.000	1732.8	0.0	0.0	0.0
34	310.000	1734.8	0.0	0.0	0.0
35	320.000	1677.2	0.0	0.0	0.0
36	330.000	1644.7	0.0	0.0	0.0
37	340.000	1699.0	0.0	0.0	0.0
38	350.000	1921.3	0.0	0.0	0.0
39	360.000	2414.1	0.0	0.0	0.0
40	370.000	2951.5	0.0	0.0	0.0
41	380.000	3550.4	0.0	0.0	0.0
42	390.000	4306.0	0.0	0.0	0.0
43	400.000	5049.0	0.0	0.0	0.0
44	410.000	5503.7	0.0	0.0	0.0
45	420.000	5595.5	0.0	0.0	0.0
46	430.000	5716.3	0.0	0.0	0.0
47	440.000	6003.7	0.0	0.0	0.0
48	450.000	6543.5	0.0	0.0	0.0
49	460.000	7089.7	0.0	0.0	0.0
50	470.000	7520.3	0.0	0.0	0.0
51	480.000	7750.8	0.0	0.0	0.0
52	490.000	7636.7	0.0	0.0	0.0
53	500.000	7194.9	0.0	0.0	0.0
54	510.000	6433.5	0.0	0.0	0.0
55	520.000	5619.6	0.0	0.0	0.0
56	530.000	5023.1	0.0	0.0	0.0
57	540.000	4666.8	0.0	0.0	0.0
58	550.000	4591.4	0.0	0.0	0.0
59	560.000	4672.5	0.0	0.0	0.0
60	570.000	4809.1	0.0	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
61	580.000	4950.2	0.0	0.0	0.0
62	590.000	5054.7	0.0	0.0	0.0
63	600.000	5109.3	0.0	0.0	0.0
64	610.000	5098.8	0.0	0.0	0.0
65	620.000	5053.9	0.0	0.0	0.0
66	630.000	5026.1	0.0	0.0	0.0
67	640.000	5092.1	0.0	0.0	0.0
68	650.000	5254.1	0.0	0.0	0.0
69	660.000	5499.1	0.0	0.0	0.0
70	670.000	5738.9	0.0	0.0	0.0
71	680.000	5865.8	0.0	0.0	0.0
72	690.000	5758.8	0.0	0.0	0.0
73	700.000	5581.2	0.0	0.0	0.0
74	710.000	5473.2	0.0	0.0	0.0
75	720.000	5606.7	0.0	0.0	0.0
76	730.000	5912.3	0.0	0.0	0.0
77	740.000	6395.1	0.0	0.0	0.0
78	750.000	7286.2	0.0	0.0	0.0
79	760.000	8541.3	0.0	0.0	0.0
80	770.000	9953.7	0.0	0.0	0.0
81	780.000	11553.2	0.0	0.0	0.0
82	790.000	13375.7	0.0	0.0	0.0
83	800.000	14929.6	0.0	0.0	0.0
84	810.000	15662.3	0.0	0.0	0.0
85	820.000	14803.7	0.0	0.0	0.0
86	830.000	12800.7	0.0	0.0	0.0
87	840.000	10633.7	0.0	0.0	0.0
88	850.000	9176.6	0.0	0.0	0.0
89	860.000	8323.4	0.0	0.0	0.0
90	870.000	7614.2	0.0	0.0	0.0
91	880.000	6950.5	0.0	0.0	0.0
92	890.000	6422.7	0.0	0.0	0.0
93	900.000	6386.4	0.0	0.0	0.0
94	910.000	6633.8	0.0	0.0	0.0
95	920.000	7266.0	0.0	0.0	0.0
96	930.000	7498.3	0.0	0.0	0.0
97	940.000	7966.7	0.0	0.0	0.0
98	950.000	9048.8	0.0	0.0	0.0
99	960.000	10903.2	0.0	0.0	0.0
100	970.000	13501.4	0.0	0.0	0.0
101	980.000	16404.6	0.0	0.0	0.0
102	990.000	19085.9	0.0	0.0	0.0
103	1000.000	13716.1	0.0	0.0	0.0
104	1003.056	10700.1	0.0	0.0	0.0
105	1010.000	18596.8	0.0	0.0	0.0
106	1020.000	22030.8	0.0	0.0	0.0
107	1030.000	20997.4	0.0	0.0	0.0
108	1040.000	18732.3	0.0	0.0	0.0
109	1050.000	15996.1	0.0	0.0	0.0
110	1060.000	12551.2	0.0	0.0	0.0
111	1068.056	6389.8	0.0	0.0	0.0
112	1070.000	7503.5	0.0	0.0	0.0
113	1080.000	11747.8	0.0	0.0	0.0
114	1090.000	11236.6	0.0	0.0	0.0
115	1100.000	10726.0	0.0	0.0	0.0
116	1110.000	10098.2	0.0	0.0	0.0
117	1120.000	9275.1	0.0	0.0	0.0
118	1130.000	8404.6	0.0	0.0	0.0
119	1140.000	7792.0	0.0	0.0	0.0
120	1150.000	7349.3	0.0	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
121	1160.000	6957.7	0.0	0.0	0.0
122	1170.000	6794.9	0.0	0.0	0.0
123	1180.000	6801.4	0.0	0.0	0.0
124	1190.000	6913.5	0.0	0.0	0.0
125	1200.000	7426.5	0.0	0.0	0.0
126	1210.000	8408.2	0.0	0.0	0.0
127	1220.000	9940.4	0.0	0.0	0.0
128	1230.000	12293.6	0.0	0.0	0.0
129	1240.000	15198.1	0.0	0.0	0.0
130	1250.000	17452.3	0.0	0.0	0.0
131	1260.000	18383.6	0.0	0.0	0.0
132	1270.000	17901.4	0.0	0.0	0.0
133	1280.000	16376.5	0.0	0.0	0.0
134	1290.000	14051.9	0.0	0.0	0.0
135	1300.000	12213.8	0.0	0.0	0.0
136	1310.000	11492.7	0.0	0.0	0.0
137	1320.000	11357.9	0.0	0.0	0.0
138	1330.000	11635.6	0.0	0.0	0.0
139	1340.000	11899.8	0.0	0.0	0.0
140	1350.000	11924.9	0.0	0.0	0.0
141	1360.000	11682.7	0.0	0.0	0.0
142	1370.000	12257.6	0.0	0.0	0.0
143	1380.000	10878.4	0.0	0.0	0.0
144	1390.000	10136.8	0.0	0.0	0.0
145	1400.000	9479.5	0.0	0.0	0.0
146	1410.000	9206.2	0.0	0.0	0.0
147	1420.000	9283.5	0.0	0.0	0.0
148	1430.000	9404.0	0.0	0.0	0.0
149	1440.000	9487.1	0.0	0.0	0.0
150	1450.000	9681.6	0.0	0.0	0.0
151	1460.000	9579.2	0.0	0.0	0.0
152	1470.000	8806.3	0.0	0.0	0.0
153	1480.000	7667.2	0.0	0.0	0.0
154	1490.000	6447.5	0.0	0.0	0.0
155	1500.000	5297.7	0.0	0.0	0.0
156	1510.000	4306.2	0.2	0.0	0.0
157	1520.000	3517.8	4.7	0.0	0.0
158	1530.000	2935.3	164.6	0.0	0.0
159	1540.000	2466.7	403.4	0.0	0.0
160	1550.000	2088.5	1065.7	0.0	0.0
161	1560.000	1690.0	1935.2	0.0	0.0
162	1570.000	1230.0	2925.4	0.0	0.0
163	1580.000	764.0	3942.6	0.0	0.0
164	1590.000	381.8	4737.4	0.0	0.0
165	1600.000	69.6	5309.3	0.0	0.0
166	1610.000	11.1	5491.0	0.0	0.0
167	1620.000	9.2	5409.8	0.0	0.0
168	1630.000	25.8	5306.1	0.0	0.0
169	1640.000	0.0	5027.5	0.0	0.0
170	1650.000	0.0	4816.4	0.0	0.0
171	1660.000	0.0	5011.3	0.0	0.0
172	1670.000	0.0	5587.2	0.0	0.0
173	1680.000	0.0	6009.7	0.0	0.0
174	1690.000	1193.6	6271.0	0.0	0.0
175	1700.000	0.0	6659.2	0.0	0.0
176	1710.000	0.0	6908.9	0.0	0.0
177	1720.000	0.0	6924.6	0.0	0.0
178	1730.000	0.0	6604.7	0.0	0.0
179	1740.000	0.0	6292.7	0.0	0.0
180	1750.000	0.0	6136.7	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
181	1760.000	0.0	6217.2	0.0	0.0
182	1770.000	0.0	6503.2	0.0	0.0
183	1780.000	0.0	6658.6	0.0	0.0
184	1790.000	2333.8	6751.4	0.0	0.0
185	1800.000	0.0	6699.1	0.0	0.0
186	1810.000	0.0	6478.9	0.0	0.0
187	1820.000	0.0	6002.4	0.0	0.0
188	1830.000	0.0	5438.7	0.0	0.0
189	1840.000	0.0	4780.8	0.0	0.0
190	1850.000	0.0	4224.6	0.0	0.0
191	1860.000	0.0	3892.4	0.0	0.0
192	1870.000	0.0	3671.4	0.0	0.0
193	1880.000	0.0	3403.3	0.0	0.0
194	1890.000	0.0	3004.8	0.0	0.0
195	1900.000	0.0	2437.1	0.0	0.0
196	1910.000	0.0	1990.5	0.0	0.0
197	1920.000	0.0	1787.1	0.0	0.0
198	1930.000	0.0	2017.3	0.0	0.0
199	1940.000	0.0	2214.9	0.0	0.0
200	1950.000	0.0	2310.6	0.0	0.0
201	1960.000	0.0	2386.1	0.0	0.0
202	1970.000	0.0	2626.4	0.0	0.0
203	1980.000	0.8	2718.1	0.0	0.0
204	1990.000	16.1	2719.8	0.0	0.0
205	2000.000	48.5	2379.8	0.0	0.0
206	2010.000	91.1	1800.5	0.0	0.0
207	2020.000	215.1	1308.8	0.0	0.0
208	2030.000	241.3	776.3	0.0	0.0
209	2040.000	387.0	353.9	0.0	0.0
210	2050.000	616.1	103.5	0.0	0.0
211	2060.000	946.7	3.4	0.0	0.0
212	2070.000	1031.9	0.0	0.0	0.0
213	2073.350	923.6	0.0	0.0	0.0
214	2080.000	1957.7	0.0	0.0	0.0
215	2090.000	2991.3	0.0	0.0	0.0
216	2100.000	4675.6	0.0	0.0	0.0
217	2110.000	6406.0	0.0	0.0	0.0
218	2120.000	5622.8	0.0	0.0	0.0
219	2130.000	4337.6	0.0	0.0	0.0
220	2140.000	4054.7	0.0	0.0	0.0
221	2150.000	3879.5	0.0	0.0	0.0
222	2160.000	3592.7	0.0	0.0	0.0
223	2170.000	3246.9	0.0	0.0	0.0
224	2180.000	2930.6	0.0	0.0	0.0
225	2190.000	2566.9	0.0	0.0	0.0
226	2200.000	2171.3	0.0	0.0	0.0
227	2210.000	1761.0	0.0	0.0	0.0
228	2220.000	1277.1	0.0	0.0	0.0
229	2230.000	842.0	0.3	0.0	0.0
230	2240.000	559.2	15.1	0.0	0.0
231	2250.000	429.0	120.5	0.0	0.0
232	2260.000	338.9	241.1	0.0	0.0
233	2270.000	236.7	253.1	0.0	0.0
234	2273.350	187.1	200.1	0.0	0.0
235	2280.000	340.5	336.7	0.0	0.0
236	2290.000	459.1	385.4	0.0	0.0
237	2300.000	471.4	408.3	0.0	0.0
238	2310.000	447.8	486.6	0.0	0.0
239	2320.000	419.9	559.1	0.0	0.0
240	2330.000	377.1	647.0	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
241	2340.000	293.4	741.4	0.0	0.0
242	2350.000	197.5	900.8	0.0	0.0
243	2360.000	143.2	1046.0	0.0	0.0
244	2370.000	135.5	1104.9	0.0	0.0
245	2380.000	130.5	1090.0	0.0	0.0
246	2390.000	127.9	1062.9	0.0	0.0
247	2400.000	94.8	1115.1	0.0	0.0
248	2410.000	42.8	1272.1	0.0	0.0
249	2420.000	12.0	1405.3	0.0	0.0
250	2430.000	5.8	1432.3	0.0	0.0
251	2440.000	15.1	1274.9	0.0	0.0
252	2450.000	500.6	981.1	0.0	0.0
253	2460.000	96.8	557.7	0.0	0.0
254	2470.000	287.7	180.5	0.0	0.0
255	2480.000	721.9	1.7	0.0	0.0
256	2490.000	1294.0	0.0	0.0	0.0
257	2500.000	1768.8	0.0	0.0	0.0
258	2510.000	2193.9	0.0	0.0	0.0
259	2520.000	2749.4	0.0	0.0	0.0
260	2530.000	3249.9	0.0	0.0	0.0
261	2540.000	3632.6	0.0	0.0	0.0
262	2550.000	3958.1	0.0	0.0	0.0
263	2560.000	4262.4	0.0	0.0	0.0
264	2570.000	4555.5	0.0	0.0	0.0
265	2580.000	4841.6	0.0	0.0	0.0
266	2590.000	5092.4	0.0	0.0	0.0
267	2600.000	5294.5	0.0	0.0	0.0
268	2610.000	5466.5	0.0	0.0	0.0
269	2620.000	5490.0	0.0	0.0	0.0
270	2630.000				
271	2640.000				
272	2645.949				
273	2650.000				
274	2660.000				
275	2670.000				
276	2680.000				
277	2690.000				
278	2700.000				
279	2710.000				
280	2720.000				
281	2730.000				
282	2740.000				
283	2750.000				
284	2760.000				
285	2770.000				
286	2780.000				
287	2790.000				
288	2800.000				
289	2810.000				
290	2820.000				
291	2830.000				
292	2840.000				
293	2845.949				
294	2850.000				
295	2860.000				
296	2870.000				
297	2880.000				
298	2890.000				
299	2900.000				
300	2910.000				

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
301	2920.000				
302	2930.000				
303	2940.000				
304	2950.000				
305	2960.000				
306	2970.000				
307	2980.000				
308	2990.000				
309	3000.000				
310	3010.000				
311	3020.000				
312	3030.000				
313	3040.000				
314	3050.000				
315	3060.000				
316	3070.000				
317	3080.000				
318	3090.000				
319	3100.000				
320	3110.000				
321	3120.000				
322	3126.371				
323	3130.000	6343.0	0.0	0.0	0.0
324	3140.000	8292.5	0.0	0.0	0.0
325	3150.000	7191.9	0.0	0.0	0.0
326	3160.000	6094.1	0.0	0.0	0.0
327	3170.000	4968.0	0.0	0.0	0.0
328	3180.000	3709.1	0.0	0.0	0.0
329	3190.000	2807.8	0.0	0.0	0.0
330	3200.000	2307.3	0.0	0.0	0.0
331	3210.000	2105.3	0.0	0.0	0.0
332	3220.000	2219.1	0.3	0.0	0.0
333	3230.000	2476.5	0.0	0.0	0.0
334	3240.000	2585.7	0.0	0.0	0.0
335	3248.371	1464.9	0.0	0.0	0.0
336	3250.000	1712.1	0.0	0.0	0.0
337	3260.000	2990.0	0.0	0.0	0.0
338	3270.000	3005.5	0.0	0.0	0.0
339	3280.000	3109.5	0.0	0.0	0.0
340	3290.000	3271.2	0.0	0.0	0.0
341	3300.000	3500.5	0.0	0.0	0.0
342	3310.000	3796.2	0.0	0.0	0.0
343	3320.000	4118.4	0.0	0.0	0.0
344	3330.000	4274.3	0.0	0.0	0.0
345	3340.000	4062.2	0.0	0.0	0.0
346	3350.000	3634.7	0.0	0.0	0.0
347	3360.000	3293.0	0.0	0.0	0.0
348	3370.000	3011.6	0.0	0.0	0.0
349	3380.000	2947.5	0.0	0.0	0.0
350	3390.000	2691.8	0.0	0.0	0.0
351	3400.000	2218.7	0.0	0.0	0.0
352	3410.000	1750.5	0.0	0.0	0.0
353	3420.000	1538.3	0.0	0.0	0.0
354	3430.000	1391.4	0.0	0.0	0.0
355	3440.000	1089.8	1.1	0.0	0.0
356	3450.000	1096.3	6.7	0.0	0.0
357	3460.000	1193.0	79.6	0.0	0.0
358	3470.000	1274.2	161.9	0.0	0.0
359	3480.000	1325.3	171.0	0.0	0.0
360	3490.000	1126.4	324.4	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
361	3500.000	349.6	942.5	0.0	0.0
362	3510.000	43.6	1925.4	0.0	0.0
363	3520.000	0.0	3277.8	0.0	0.0
364	3530.000	0.0	4750.9	0.0	0.0
365	3540.000	0.0	6209.0	0.0	0.0
366	3550.000	0.0	7404.9	0.0	0.0
367	3560.000	0.0	8348.2	0.0	0.0
368	3570.000	0.0	9153.1	0.0	0.0
369	3580.000	0.0	9516.6	0.0	0.0
370	3590.000	0.0	9428.9	0.0	0.0
371	3600.000	0.0	9031.9	0.0	0.0
372	3610.000	0.0	8421.1	0.0	0.0
373	3620.000	0.0	7728.9	0.0	0.0
374	3630.000	0.0	7100.6	0.0	0.0
375	3640.000	0.0	6723.0	0.0	0.0
376	3650.000	0.0	6536.6	0.0	0.0
377	3660.000	0.0	6514.6	0.0	0.0
378	3670.000	0.0	6531.8	0.0	0.0
379	3680.000	0.0	6431.7	0.0	0.0
380	3690.000	0.0	6244.4	0.0	0.0
381	3700.000	0.0	6048.2	0.0	0.0
382	3710.000	0.0	5771.4	0.0	0.0
383	3720.000	0.0	5360.4	0.0	0.0
384	3730.000	0.0	4866.6	0.0	0.0
385	3740.000	0.0	4371.8	0.0	0.0
386	3750.000	0.0	3983.5	0.0	0.0
387	3760.000	0.0	3520.1	0.0	0.0
388	3770.000	0.0	3004.0	0.0	0.0
389	3780.000	0.0	2678.6	0.0	0.0
390	3790.000	0.0	2522.4	0.0	0.0
391	3800.000	0.0	2483.3	0.0	0.0
392	3810.000	0.0	2636.2	0.0	0.0
393	3820.000	0.0	2831.9	0.0	0.0
394	3828.135	0.0	1747.0	0.0	0.0
395	3830.000	0.0	2121.0	0.0	0.0
396	3840.000	0.0	3821.2	0.0	0.0
397	3850.000	0.0	3938.3	0.0	0.0
398	3860.000	0.0	3972.3	0.0	0.0
399	3870.000	0.0	3995.0	0.0	0.0
400	3880.000	0.0	3719.8	0.0	0.0
401	3890.000	0.0	3199.9	0.0	0.0
402	3900.000	0.0	2609.2	0.0	0.0
403	3910.000	0.0	2057.4	0.0	0.0
404	3920.000	0.0	2342.9	0.0	0.0
405	3930.000	0.0	2915.2	0.0	0.0
406	3940.000	0.0	3659.7	0.0	0.0
407	3950.000	0.0	2242.9	0.0	0.0
408	3950.135	0.0	2215.5	0.0	0.0
409	3960.000	0.0	4541.0	0.0	0.0
410	3970.000	0.0	4546.9	0.0	0.0
411	3980.000	0.0	4599.0	0.0	0.0
412	3990.000	0.0	4592.2	0.0	0.0
413	4000.000	0.0	4629.7	0.0	0.0
414	4010.000	0.0	4612.5	0.0	0.0
415	4020.000	0.0	4733.4	0.0	0.0
416	4030.000	0.0	4843.6	0.0	0.0
417	4040.000	0.0	4839.1	0.0	0.0
418	4050.000	0.0	4838.8	0.0	0.0
419	4060.000	0.0	4951.9	0.0	0.0
420	4070.000	0.0	5121.5	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
421	4080.000	0.0	5289.5	0.0	0.0
422	4090.000	0.0	5514.2	0.0	0.0
423	4100.000	0.0	5644.5	0.0	0.0
424	4110.000	0.0	5686.5	0.0	0.0
425	4120.000	0.0	5597.4	0.0	0.0
426	4130.000	0.0	5366.3	0.0	0.0
427	4140.000	0.0	4802.9	0.0	0.0
428	4150.000	0.0	4025.2	0.0	0.0
429	4160.000	0.0	3128.5	0.0	0.0
430	4170.000	0.0	2233.8	0.0	0.0
431	4180.000	0.4	1361.6	0.0	0.0
432	4190.000	193.9	710.1	0.0	0.0
433	4200.000	433.3	347.0	0.0	0.0
434	4210.000	413.2	75.5	0.0	0.0
435	4210.912	395.7	61.9	0.0	0.0
436	4220.000	1150.0	12.6	0.0	0.0
437	4230.000	1744.5	1.2	0.0	0.0
438	4240.000	2286.3	0.0	0.0	0.0
439	4250.000	2867.8	0.0	0.0	0.0
440	4260.000	3596.0	0.0	0.0	0.0
441	4270.000	4361.0	0.0	0.0	0.0
442	4280.000	4686.6	0.0	0.0	0.0
443	4290.000	4851.8	0.0	0.0	0.0
444	4300.000	4342.9	0.0	0.0	0.0
445	4310.000	3471.6	0.0	0.0	0.0
446	4320.000	3084.5	0.0	0.0	0.0
447	4330.000	2974.1	0.0	0.0	0.0
448	4340.000	2877.0	0.0	0.0	0.0
449	4350.000	2779.2	0.0	0.0	0.0
450	4360.000	2581.4	0.0	0.0	0.0
451	4370.000	2357.7	0.0	0.0	0.0
452	4380.000	1853.4	0.0	0.0	0.0
453	4387.912	881.1	0.0	0.0	0.0
454	4390.000	1015.1	0.0	0.0	0.0
455	4400.000	1233.1	0.0	0.0	0.0
456	4410.000	722.0	0.0	0.0	0.0
457	4420.000	280.8	23.4	0.0	0.0
458	4430.000	39.9	223.2	0.0	0.0
459	4440.000	0.0	586.4	0.0	0.0
460	4450.000	0.0	876.6	0.0	0.0
461	4460.000	0.0	1135.6	0.0	0.0
462	4470.000	0.0	1151.6	0.0	0.0
463	4480.000	0.0	1058.5	0.0	0.0
464	4490.000	5.4	781.0	0.0	0.0
465	4500.000	51.2	494.0	0.0	0.0
466	4510.000	157.8	268.8	0.0	0.0
467	4520.000	307.5	99.5	0.0	0.0
468	4530.000	468.3	13.7	0.0	0.0
469	4540.000	641.9	1.9	0.0	0.0
470	4550.000	764.4	0.9	0.0	0.0
471	4560.000	819.4	4.5	0.0	0.0
472	4570.000	643.1	11.4	0.0	0.0
473	4580.000	410.0	135.3	0.0	0.0
474	4590.000	278.2	321.7	0.0	0.0
475	4600.000	191.6	474.2	0.0	0.0
476	4610.000	598.0	598.5	0.0	0.0
477	4620.000	1074.8	111.3	0.0	0.0
478	4630.000	1853.2	0.0	0.0	0.0
479	4640.000	1716.6	0.0	0.0	0.0
480	4650.000	965.6	6.5	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
481	4660.000	150.4	145.4	0.0	0.0
482	4670.000	0.0	738.8	0.0	0.0
483	4680.000	0.0	1212.6	0.0	0.0
484	4690.000	0.0	1633.2	0.0	0.0
485	4700.000	0.0	2058.0	0.0	0.0
486	4710.000	0.0	2534.4	0.0	0.0
487	4720.000	0.0	2936.8	0.0	0.0
488	4730.000	0.0	3283.3	0.0	0.0
489	4740.000	0.0	3551.5	0.0	0.0
490	4750.000	0.0	3817.0	0.0	0.0
491	4760.000	0.0	4126.2	0.0	0.0
492	4770.000	0.0	4432.0	0.0	0.0
493	4780.000	0.0	4739.2	0.0	0.0
494	4790.000	0.0	5025.8	0.0	0.0
495	4800.000	0.0	5227.9	0.0	0.0
496	4810.000	0.0	5391.6	0.0	0.0
497	4820.000	0.0	5598.8	0.0	0.0
498	4830.000	0.0	5839.0	0.0	0.0
499	4840.000	0.0	6067.5	0.0	0.0
500	4850.000	0.0	6273.6	0.0	0.0
501	4860.000	0.0	6424.8	0.0	0.0
502	4870.000	0.0	6527.2	0.0	0.0
503	4880.000	0.0	6650.2	0.0	0.0
504	4890.000	0.0	6804.1	0.0	0.0
505	4900.000	0.0	6981.7	0.0	0.0
506	4910.000	0.0	7147.3	0.0	0.0
507	4920.000	0.0	7334.3	0.0	0.0
508	4930.000	0.0	7510.9	0.0	0.0
509	4940.000	0.0	7565.7	0.0	0.0
510	4950.000	0.0	7458.1	0.0	0.0
511	4960.000	0.0	7261.7	0.0	0.0
512	4970.000	0.0	7082.3	0.0	0.0
513	4980.000	0.0	7048.8	0.0	0.0
514	4990.000	0.0	7276.5	0.0	0.0
515	5000.000	0.0	7678.8	0.0	0.0
516	5010.000	0.0	8095.4	0.0	0.0
517	5020.000	0.0	8393.3	0.0	0.0
518	5030.000	0.0	8447.4	0.0	0.0
519	5040.000	0.0	8392.4	0.0	0.0
520	5050.000	0.0	8360.9	0.0	0.0
521	5060.000	0.0	8413.3	0.0	0.0
522	5070.000	0.0	8339.7	0.0	0.0
523	5080.000	0.0	7888.3	0.0	0.0
524	5090.000	0.0	6981.2	0.0	0.0
525	5100.000	0.0	5626.7	0.0	0.0
526	5110.000	0.0	4251.4	0.0	0.0
527	5120.000	0.0	3251.7	0.0	0.0
528	5130.000	0.0	2838.3	0.0	0.0
529	5140.000	0.0	2659.0	0.0	0.0
530	5150.000	0.0	2468.8	0.0	0.0
531	5160.000	0.0	2163.2	0.0	0.0
532	5170.000	0.0	1926.2	0.0	0.0
533	5180.000	0.0	1790.9	0.0	0.0
534	5190.000	0.0	1602.1	0.0	0.0
535	5200.000	0.0	1191.3	0.0	0.0
536	5210.000	1.5	747.6	0.0	0.0
537	5220.000	69.0	503.9	0.0	0.0
538	5230.000	90.7	560.4	0.0	0.0
539	5240.000	49.1	864.4	0.0	0.0
540	5250.000	14.0	1303.5	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
541	5260.000	1.6	1778.8	0.0	0.0
542	5270.000	15.2	2022.5	0.0	0.0
543	5280.000	41.0	1976.0	0.0	0.0
544	5290.000	64.5	1765.3	0.0	0.0
545	5300.000	47.4	1597.3	0.0	0.0
546	5310.000	31.0	1485.6	0.0	0.0
547	5320.000	140.5	1310.5	0.0	0.0
548	5330.000	541.3	972.5	0.0	0.0
549	5340.000	1219.7	558.2	0.0	0.0
550	5350.000	2103.4	236.9	0.0	0.0
551	5360.000	2720.2	91.2	0.0	0.0
552	5370.000	3154.0	2.6	0.0	0.0
553	5380.000	3782.8	0.0	0.0	0.0
554	5390.000	4747.4	0.0	0.0	0.0
555	5400.000	5915.9	0.0	0.0	0.0
556	5410.000	7096.2	0.0	0.0	0.0
557	5420.000	8269.3	0.0	0.0	0.0
558	5430.000	9588.3	0.0	0.0	0.0
559	5440.000	11132.8	0.0	0.0	0.0
560	5450.000	12497.1	0.0	0.0	0.0
561	5460.000	13443.9	0.0	0.0	0.0
562	5470.000	13979.5	0.0	0.0	0.0
563	5480.000	14545.1	0.0	0.0	0.0
564	5490.000	15073.3	0.0	0.0	0.0
565	5500.000	15149.0	0.0	0.0	0.0
566	5510.000	14984.8	0.0	0.0	0.0
567	5520.000	15169.1	0.0	0.0	0.0
568	5530.000	16291.6	0.0	0.0	0.0
569	5540.000	17571.5	0.0	0.0	0.0
570	5550.000	18116.0	0.0	0.0	0.0
571	5560.000	17555.0	0.0	0.0	0.0
572	5570.000	16409.7	0.0	0.0	0.0
573	5580.000	15252.1	0.0	0.0	0.0
574	5590.000	14358.6	0.0	0.0	0.0
575	5600.000	13591.8	0.0	0.0	0.0
576	5610.000	12737.1	0.0	0.0	0.0
577	5620.000	9042.0	0.0	0.0	0.0
578	5625.023	5903.5	0.0	0.0	0.0
579	5630.000	8730.3	0.0	0.0	0.0
580	5640.000	11493.8	0.0	0.0	0.0
581	5650.000	11109.7	0.0	0.0	0.0
582	5660.000	10509.3	0.0	0.0	0.0
583	5670.000	9708.7	0.0	0.0	0.0
584	5680.000	8540.1	0.0	0.0	0.0
585	5690.000	6451.9	0.0	0.0	0.0
586	5700.000	3734.5	0.0	0.0	0.0
587	5710.000	1090.0	0.0	0.0	0.0
588	5720.000	0.0	761.2	0.0	0.0
589	5730.000	0.0	2972.8	0.0	0.0
590	5740.000	0.0	4399.5	0.0	0.0
591	5750.000	0.0	4620.0	0.0	0.0
592	5760.000	4.8	4107.3	0.0	0.0
593	5770.000	109.4	3558.2	0.0	0.0
594	5780.000	296.3	3237.9	0.0	0.0
595	5790.000	363.3	3157.9	0.0	0.0
596	5800.000	266.2	1935.7	0.0	0.0
597	5802.023	226.8	1616.2	0.0	0.0
598	5810.000	432.9	2919.2	0.0	0.0
599	5820.000	414.7	3129.6	0.0	0.0
600	5830.000	331.0	2990.1	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
601	5840.000	256.6	3058.2	0.0	0.0
602	5850.000	208.6	3118.4	0.0	0.0
603	5860.000	236.5	3141.3	0.0	0.0
604	5870.000	254.9	2968.7	0.0	0.0
605	5880.000	206.1	2717.1	0.0	0.0
606	5890.000	177.7	2370.0	0.0	0.0
607	5900.000	202.0	2020.7	0.0	0.0
608	5910.000	256.0	1697.4	0.0	0.0
609	5920.000	274.5	1344.0	0.0	0.0
610	5930.000	255.7	1035.6	0.0	0.0
611	5940.000	232.4	724.8	0.0	0.0
612	5950.000	253.1	494.5	0.0	0.0
613	5960.000	282.2	364.8	0.0	0.0
614	5970.000	376.1	284.8	0.0	0.0
615	5980.000	547.0	167.8	0.0	0.0
616	5990.000	853.5	81.2	0.0	0.0
617	6000.000	1207.7	68.8	0.0	0.0
618	6010.000	1529.8	6.8	0.0	0.0
619	6020.000	1889.1	2.9	0.0	0.0
620	6030.000	2280.4	0.0	0.0	0.0
621	6040.000	2639.5	0.0	0.0	0.0
622	6050.000	2972.6	0.0	0.0	0.0
623	6060.000	3306.6	0.0	0.0	0.0
624	6070.000	3645.4	0.0	0.0	0.0
625	6080.000	4030.7	0.0	0.0	0.0
626	6090.000	4487.6	0.0	0.0	0.0
627	6100.000	4778.4	0.0	0.0	0.0
628	6110.000	4705.8	0.0	0.0	0.0
629	6120.000	4322.3	0.0	0.0	0.0
630	6130.000	3959.5	0.0	0.0	0.0
631	6140.000	3702.9	0.0	0.0	0.0
632	6150.000	3371.1	0.0	0.0	0.0
633	6159.570	1583.4	0.0	0.0	0.0
634	6160.000	1644.1	0.0	0.0	0.0
635	6170.000	2915.5	0.0	0.0	0.0
636	6180.000	2771.4	0.0	0.0	0.0
637	6190.000	2672.4	0.0	0.0	0.0
638	6200.000	2537.8	0.0	0.0	0.0
639	6210.000				
640	6220.000				
641	6230.000				
642	6231.570				
643	6240.000				
644	6250.000				
645	6260.000				
646	6270.000				
647	6280.000				
648	6290.000				
649	6300.000				
650	6310.000				
651	6320.000				
652	6330.000				
653	6340.000				
654	6350.000				
655	6360.000				
656	6370.000				
657	6380.000				
658	6390.000				
659	6400.000				
660	6410.000				

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
661	6420.000				
662	6430.000				
663	6440.000				
664	6450.000				
665	6460.000				
666	6470.000				
667	6480.000				
668	6490.000				
669	6500.000				
670	6510.000				
671	6520.000				
672	6530.000				
673	6540.000				
674	6550.000				
675	6560.000				
676	6570.000				
677	6580.000				
678	6590.000				
679	6600.000				
680	6610.000				
681	6620.000				
682	6630.000				
683	6640.000				
684	6650.000				
685	6660.000				
686	6670.000				
687	6680.000				
688	6690.000				
689	6700.000				
690	6710.000				
691	6720.000	0.0	703.6	0.0	0.0
692	6730.000	2098.6	640.1	0.0	0.0
693	6740.000	3258.4	1221.7	0.0	0.0
694	6750.000	4085.4	1642.1	0.0	0.0
695	6760.000	4669.3	1930.9	0.0	0.0
696	6770.000	5070.4	2401.9	0.0	0.0
697	6780.000	5256.7	3054.7	0.0	0.0
698	6790.000	5324.1	3126.2	0.0	0.0
699	6800.000	5983.3	2710.4	0.0	0.0
700	6810.000	6797.9	2459.5	0.0	0.0
701	6820.000	6673.1	2391.1	0.0	0.0
702	6830.000	6679.0	2307.7	0.0	0.0
703	6840.000	7633.4	2206.8	0.0	0.0
704	6850.000	8316.6	2143.4	0.0	0.0
705	6860.000	8857.5	2126.4	0.0	0.0
706	6870.000	9060.4	2108.9	0.0	0.0
707	6880.000	8577.4	1943.0	0.0	0.0
708	6890.000	6532.8	1491.9	0.0	0.0
709	6896.469	3567.2	908.2	0.0	0.0
710	6900.000	4492.4	1203.5	0.0	0.0
711	6910.000	6016.4	1514.9	0.0	0.0
712	6920.000	7609.7	1623.1	0.0	0.0
713	6930.000	8529.4	1740.2	0.0	0.0
714	6940.000	9684.3	2.1	0.0	0.0
715	6950.000	11384.5	0.0	0.0	0.0
716	6960.000	11512.3	0.0	0.0	0.0
717	6968.469	7045.7	0.0	0.0	0.0
718	6970.000	8107.2	0.0	0.0	0.0
719	6980.000	13832.6	0.0	0.0	0.0
720	6990.000	14458.4	0.0	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
721	7000.000	14262.2	0.0	0.0	0.0
722	7010.000	14472.5	0.0	0.0	0.0
723	7020.000	13110.6	0.0	0.0	0.0
724	7030.000	11678.7	0.0	0.0	0.0
725	7040.000	11256.6	0.0	0.0	0.0
726	7050.000	10352.0	0.0	0.0	0.0
727	7060.000	8333.1	0.0	0.0	0.0
728	7070.000	6691.9	0.0	0.0	0.0
729	7080.000	5699.0	0.0	0.0	0.0
730	7090.000	5686.8	0.6	0.0	0.0
731	7100.000	6864.3	0.0	0.0	0.0
732	7110.000	7002.3	0.0	0.0	0.0
733	7120.000	7359.0	0.0	0.0	0.0
734	7130.000	6499.0	0.0	0.0	0.0
735	7136.057	4650.1	0.0	0.0	0.0
736	7140.000	7028.6	0.0	0.0	0.0
737	7150.000	11622.1	0.0	0.0	0.0
738	7160.000	13292.5	0.0	0.0	0.0
739	7170.000	15045.6	0.0	0.0	0.0
740	7180.000	16060.9	0.0	0.0	0.0
741	7190.000	17177.6	0.0	0.0	0.0
742	7200.000	16201.3	0.0	0.0	0.0
743	7208.057	9457.8	0.0	0.0	0.0
744	7210.000	11387.6	0.0	0.0	0.0
745	7220.000	20270.7	0.0	0.0	0.0
746	7230.000	21627.4	0.0	0.0	0.0
747	7240.000	21387.3	0.0	0.0	0.0
748	7250.000	21238.3	0.0	0.0	0.0
749	7260.000	20520.4	0.0	0.0	0.0
750	7270.000	19893.0	0.0	0.0	0.0
751	7280.000	19751.0	0.0	0.0	0.0
752	7290.000	19696.1	0.0	0.0	0.0
753	7300.000	19799.0	0.0	0.0	0.0
754	7310.000	20265.4	0.0	0.0	0.0
755	7320.000	22182.6	0.0	0.0	0.0
756	7330.000	23493.9	0.0	0.0	0.0
757	7340.000	24756.6	0.0	0.0	0.0
758	7350.000	25761.2	0.0	0.0	0.0
759	7360.000	24972.2	0.0	0.0	0.0
760	7370.000	22488.9	0.0	0.0	0.0
761	7380.000	19718.1	0.0	0.0	0.0
762	7390.000	15594.2	0.0	0.0	0.0
763	7400.000	11213.6	0.0	0.0	0.0
764	7410.000	6859.2	0.0	0.0	0.0
765	7420.000	3136.4	224.0	0.0	0.0
766	7430.000	898.6	1703.8	0.0	0.0
767	7440.000	0.0	3521.0	0.0	0.0
768	7450.000	0.0	4753.4	0.0	0.0
769	7460.000	0.0	3921.4	0.0	0.0
770	7465.313	0.0	2532.2	0.0	0.0
771	7470.000	0.0	3662.4	0.0	0.0
772	7480.000	0.0	4842.2	0.0	0.0
773	7490.000	0.0	4973.1	0.0	0.0
774	7500.000	0.0	5383.1	0.0	0.0
775	7510.000	0.0	6150.1	0.0	0.0
776	7520.000	0.0	8094.3	0.0	0.0
777	7530.000	0.0	6788.4	0.0	0.0
778	7537.313	0.0	3703.6	0.0	0.0
779	7540.000	0.0	4578.8	0.0	0.0
780	7550.000	0.0	6405.2	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
781	7560.000	1659.3	6043.2	0.0	0.0
782	7570.000	1934.5	5816.6	0.0	0.0
783	7580.000	1845.7	5367.3	0.0	0.0
784	7590.000	1967.1	4585.5	0.0	0.0
785	7600.000	2452.2	3619.9	0.0	0.0
786	7610.000	3184.3	2672.9	0.0	0.0
787	7620.000	4338.2	1951.0	0.0	0.0
788	7630.000	5535.4	1293.2	0.0	0.0
789	7640.000	6362.1	647.8	0.0	0.0
790	7650.000	6503.1	131.1	0.0	0.0
791	7660.000	6110.9	0.2	0.0	0.0
792	7670.000	5592.8	0.0	0.0	0.0
793	7680.000	5166.0	0.0	0.0	0.0
794	7690.000	4714.6	3.8	0.0	0.0
795	7700.000	4741.6	1011.4	0.0	0.0
796	7710.000	5202.2	1738.9	0.0	0.0
797	7720.000	5421.9	2113.6	0.0	0.0
798	7730.000	5185.5	2304.2	0.0	0.0
799	7740.000	4642.8	2093.4	0.0	0.0
800	7750.000	3469.2	1690.0	0.0	0.0
801	7760.000	1871.9	1491.1	0.0	0.0
802	7768.915	475.6	985.7	0.0	0.0
803	7770.000	486.2	1131.5	0.0	0.0
804	7780.000	279.2	3065.8	0.0	0.0
805	7790.000	75.3	4502.2	0.0	0.0
806	7800.000	0.0	5676.4	0.0	0.0
807	7810.000	842.0	6405.6	0.0	0.0
808	7820.000	1121.8	7348.7	0.0	0.0
809	7830.000	0.0	8583.7	0.0	0.0
810	7840.000	0.0	5415.3	0.0	0.0
811	7840.915	0.0	5016.7	0.0	0.0
812	7850.000	3558.7	8510.7	0.0	0.0
813	7860.000	0.0	8458.0	0.0	0.0
814	7870.000	0.0	7587.9	0.0	0.0
815	7880.000	0.0	6182.9	0.0	0.0
816	7890.000	0.0	4536.9	0.0	0.0
817	7900.000	2.9	3162.4	0.0	0.0
818	7910.000	232.6	2159.7	0.0	0.0
819	7920.000	892.4	1600.1	0.0	0.0
820	7930.000	1453.4	1312.1	0.0	0.0
821	7940.000	1764.4	1380.4	0.0	0.0
822	7950.000	2054.4	1663.0	0.0	0.0
823	7960.000	2345.0	1609.7	0.0	0.0
824	7970.000	2821.1	1106.2	0.0	0.0
825	7980.000	3392.6	616.1	0.0	0.0
826	7990.000	3664.5	77.0	0.0	0.0
827	8000.000	3753.6	0.0	0.0	0.0
828	8010.000	3973.9	0.0	0.0	0.0
829	8020.000	4383.7	0.1	0.0	0.0
830	8030.000	4270.5	0.2	0.0	0.0
831	8040.000	3814.3	0.0	0.0	0.0
832	8050.000	3345.0	3.5	0.0	0.0
833	8060.000	2913.8	4.1	0.0	0.0
834	8070.000	2229.6	85.9	0.0	0.0
835	8080.000	1397.2	254.7	0.0	0.0
836	8090.000	967.7	250.3	0.0	0.0
837	8095.015	599.4	188.9	0.0	0.0
838	8100.000	796.8	327.8	0.0	0.0
839	8110.000	611.4	469.6	0.0	0.0
840	8120.000	650.8	529.5	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
841	8130.000	935.0	163.2	0.0	0.0
842	8140.000	1479.6	0.0	0.0	0.0
843	8150.000	2854.6	0.0	0.0	0.0
844	8160.000	3263.5	0.0	0.0	0.0
845	8167.015	1574.8	0.0	0.0	0.0
846	8170.000	2105.1	0.0	0.0	0.0
847	8180.000	1970.6	355.1	0.0	0.0
848	8190.000	1100.2	1057.8	0.0	0.0
849	8200.000	546.2	1883.0	0.0	0.0
850	8210.000	217.6	2530.1	0.0	0.0
851	8220.000	56.2	3234.1	0.0	0.0
852	8230.000	0.0	3897.0	0.0	0.0
853	8240.000	0.0	4130.7	0.0	0.0
854	8250.000	0.0	4874.8	0.0	0.0
855	8260.000	0.0	5512.2	0.0	0.0
856	8270.000	0.0	5180.4	0.0	0.0
857	8280.000	0.0	4991.5	0.0	0.0
858	8290.000	0.0	4596.7	0.0	0.0
859	8300.000	0.0	4285.0	0.0	0.0
860	8310.000	0.0	4711.7	0.0	0.0
861	8320.000	0.0	5354.0	0.0	0.0
862	8330.000	0.0	5597.8	0.0	0.0
863	8340.000	0.0	6111.7	0.0	0.0
864	8350.000	0.0	6479.4	0.0	0.0
865	8360.000	0.0	7274.1	0.0	0.0
866	8370.000	0.0	7974.2	0.0	0.0
867	8380.000	0.0	8827.5	0.0	0.0
868	8390.000	0.0	10224.2	0.0	0.0
869	8400.000	0.0	11821.6	0.0	0.0
870	8410.000	0.0	13478.9	0.0	0.0
871	8420.000	0.0	15172.1	0.0	0.0
872	8430.000	0.0	16242.4	0.0	0.0
873	8440.000	0.0	16916.0	0.0	0.0
874	8450.000	0.0	15894.2	0.0	0.0
875	8460.000	0.0	14632.2	0.0	0.0
876	8470.000	0.0	10873.7	0.0	0.0
877	8475.253	0.0	7122.5	0.0	0.0
878	8480.000	0.0	10487.7	0.0	0.0
879	8490.000	0.0	13322.8	0.0	0.0
880	8500.000	0.0	12315.5	0.0	0.0
881	8510.000	2503.8	11339.8	0.0	0.0
882	8520.000	0.0	9879.9	0.0	0.0
883	8530.000	0.0	8483.7	0.0	0.0
884	8540.000	0.0	6282.5	0.0	0.0
885	8547.253	0.0	3351.0	0.0	0.0
886	8550.000	0.0	4224.8	0.0	0.0
887	8560.000	0.0	6473.2	0.0	0.0
888	8570.000	0.0	6556.9	0.0	0.0
889	8580.000	0.0	6538.9	0.0	0.0
890	8590.000	0.0	6745.4	0.0	0.0
891	8600.000	0.0	7477.7	0.0	0.0
892	8610.000	0.0	8076.0	0.0	0.0
893	8620.000	0.0	8279.9	0.0	0.0
894	8630.000	0.0	7847.4	0.0	0.0
895	8640.000	0.0	6583.0	0.0	0.0
896	8650.000	0.0	5039.3	0.0	0.0
897	8660.000	0.0	4062.1	0.0	0.0
898	8670.000	0.0	3514.9	0.0	0.0
899	8680.000	0.0	2521.0	0.0	0.0
900	8686.073	0.0	1335.7	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
901	8690.000	0.0	1588.0	0.0	0.0
902	8700.000	19.1	1417.6	0.0	0.0
903	8710.000	121.3	1007.6	0.0	0.0
904	8720.000	260.8	722.2	0.0	0.0
905	8730.000	402.4	508.3	0.0	0.0
906	8740.000	552.6	319.0	0.0	0.0
907	8750.000	742.4	107.7	0.0	0.0
908	8758.073	526.7	7.5	0.0	0.0
909	8760.000	653.9	4.1	0.0	0.0
910	8770.000	1260.5	0.0	0.0	0.0
911	8780.000	765.4	2.3	0.0	0.0
912	8790.000	517.5	9.3	0.0	0.0
913	8800.000	429.0	23.5	0.0	0.0
914	8810.000	435.0	10.1	0.0	0.0
915	8820.000	985.7	0.1	0.0	0.0
916	8830.000	1367.9	0.0	0.0	0.0
917	8840.000	2037.7	0.0	0.0	0.0
918	8850.000	3189.7	0.0	0.0	0.0
919	8860.000	4053.2	0.0	0.0	0.0
920	8870.000	4237.7	0.0	0.0	0.0
921	8880.000	4382.3	0.0	0.0	0.0
922	8890.000	4548.0	0.0	0.0	0.0
923	8900.000	4148.0	0.0	0.0	0.0
924	8910.000	3750.7	0.0	0.0	0.0
925	8920.000	3563.1	0.0	0.0	0.0
926	8930.000	3319.7	0.0	0.0	0.0
927	8940.000	2966.8	0.0	0.0	0.0
928	8950.000	2630.4	0.0	0.0	0.0
929	8959.825	1276.2	0.0	0.0	0.0
930	8960.000				
931	8970.000				
932	8980.000				
933	8990.000				
934	9000.000				
935	9010.000				
936	9020.000				
937	9029.825				
938	9030.000				
939	9040.000				
940	9050.000				
941	9060.000				
942	9070.000				
943	9080.000				
944	9090.000				
945	9100.000				
946	9110.000				
947	9120.000				
948	9130.000				
949	9140.000				
950	9150.000				
951	9160.000				
952	9170.000				
953	9180.000				
954	9190.000				
955	9200.000				
956	9210.000				
957	9220.000				
958	9230.000				
959	9240.000				
960	9250.000				

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
961	9260.000				
962	9270.000				
963	9280.000				
964	9290.000				
965	9300.000				
966	9310.000				
967	9320.000				
968	9330.000				
969	9335.920				
970	9340.000				
971	9350.000				
972	9360.000				
973	9370.000				
974	9380.000				
975	9390.000				
976	9400.000				
977	9405.920	0.0	2000.5	0.0	0.0
978	9410.000	0.0	2720.4	0.0	0.0
979	9420.000	0.0	3475.3	0.0	0.0
980	9430.000	0.0	2840.7	0.0	0.0
981	9440.000	0.0	2450.2	0.0	0.0
982	9450.000	0.0	2466.6	0.0	0.0
983	9460.000	0.0	2350.9	0.0	0.0
984	9470.000	0.0	1896.0	0.0	0.0
985	9480.000	0.0	1386.2	0.0	0.0
986	9490.000	0.0	1153.8	0.0	0.0
987	9500.000	3348.8	974.3	0.0	0.0
988	9510.000	0.0	818.2	0.0	0.0
989	9520.000	0.0	626.9	0.0	0.0
990	9530.000	0.0	489.5	0.0	0.0
991	9540.000	0.0	425.8	0.0	0.0
992	9550.000	0.0	477.3	0.0	0.0
993	9560.000	0.0	643.9	0.0	0.0
994	9570.000	0.0	773.6	0.0	0.0
995	9580.000				
996	9590.000				
997	9600.000				
998	9610.000				
999	9620.000				
1000	9630.000				
1001	9640.000				
1002	9650.000				
1003	9660.000				
1004	9660.039				
1005	9670.000				
1006	9680.000				
1007	9690.000				
1008	9700.000				
1009	9710.000				
1010	9720.000				
1011	9730.000				
1012	9740.000				
1013	9743.039				
1014	9750.000				
1015	9760.000				
1016	9770.000				
1017	9780.000				
1018	9790.000				
1019	9800.000				
1020	9810.000				

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1021	9820.000				
1022	9830.000				
1023	9840.000				
1024	9850.000				
1025	9860.000	0.0	7413.2	0.0	0.0
1026	9870.000	0.0	4670.6	0.0	0.0
1027	9880.000	0.0	4726.5	0.0	0.0
1028	9890.000	0.0	5018.8	0.0	0.0
1029	9900.000	0.0	5043.7	0.0	0.0
1030	9910.000	0.0	5125.0	0.0	0.0
1031	9920.000	0.0	5365.7	0.0	0.0
1032	9930.000	1506.3	5574.7	0.0	0.0
1033	9940.000	0.0	5736.2	0.0	0.0
1034	9950.000	0.0	6028.4	0.0	0.0
1035	9960.000	0.0	6464.5	0.0	0.0
1036	9970.000	0.0	6405.4	0.0	0.0
1037	9980.000	0.0	5783.2	0.0	0.0
1038	9990.000	0.0	4671.6	0.0	0.0
1039	10000.000	44.6	3246.8	0.0	0.0
1040	10010.000	105.4	2197.7	0.0	0.0
1041	10020.000	128.5	1490.3	0.0	0.0
1042	10030.000	178.3	234.8	0.0	0.0
1043	10040.000	236.2	851.4	0.0	0.0
1044	10050.000	346.3	769.4	0.0	0.0
1045	10060.000	417.3	668.7	0.0	0.0
1046	10070.000	322.7	386.9	0.0	0.0
1047	10080.000	89.7	623.6	0.0	0.0
1048	10090.000	0.0	730.9	0.0	0.0
1049	10100.000	0.0	546.5	0.0	0.0
1050	10110.000	50.1	399.2	0.0	0.0
1051	10120.000	30.8	400.2	0.0	0.0
1052	10130.000	25.9	334.3	0.0	0.0
1053	10140.000	145.8	326.6	0.0	0.0
1054	10150.000	203.3	1477.6	0.0	0.0
1055	10160.000	271.4	2073.1	0.0	0.0
1056	10170.000	185.6	2836.5	0.0	0.0
1057	10180.000	128.8	3364.9	0.0	0.0
1058	10190.000	11.7	3564.0	0.0	0.0
1059	10200.000	64.7	3894.7	0.0	0.0
1060	10210.000	129.6	5535.4	0.0	0.0
1061	10220.000	267.5	7215.8	0.0	0.0
1062	10230.000	158.1	8447.3	0.0	0.0
1063	10240.000	0.0	8444.0	0.0	0.0
1064	10250.000	79.0	7258.3	0.0	0.0
1065	10260.000	207.0	6239.1	0.0	0.0
1066	10270.000	379.9	4832.5	0.0	0.0
1067	10280.000	255.2	3454.9	0.0	0.0
1068	10290.000	304.4	2948.0	0.0	0.0
1069	10300.000	259.0	2992.2	0.0	0.0
1070	10310.000	243.8	2640.1	0.0	0.0
1071	10320.000	418.9	2581.1	0.0	0.0
1072	10330.000	556.5	2830.0	0.0	0.0
1073	10340.000	260.4	3520.7	0.0	0.0
1074	10350.000	635.7	4505.9	0.0	0.0
1075	10360.000	749.4	5883.9	0.0	0.0
1076	10370.000	866.3	6681.2	0.0	0.0
1077	10380.000	897.4	6975.4	0.0	0.0
1078	10390.000	770.3	7159.8	0.0	0.0
1079	10400.000	442.3	7319.8	0.0	0.0
1080	10410.000	159.8	7057.2	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1081	10420.000	0.0	6136.9	0.0	0.0
1082	10430.000	0.0	4966.7	0.0	0.0
1083	10440.000	0.0	3813.9	0.0	0.0
1084	10450.000	0.3	2718.2	0.0	0.0
1085	10460.000	96.4	1433.8	0.0	0.0
1086	10470.000	563.4	437.4	0.0	0.0
1087	10480.000	695.2	122.5	0.0	0.0
1088	10490.000	1103.6	362.6	0.0	0.0
1089	10500.000	579.7	524.3	0.0	0.0
1090	10510.000	309.6	741.0	0.0	0.0
1091	10520.000	1310.8	647.1	0.0	0.0
1092	10530.000	1881.1	1047.7	0.0	0.0
1093	10540.000	1873.3	1539.2	0.0	0.0
1094	10550.000	1812.9	2172.5	0.0	0.0
1095	10560.000	2107.8	2530.3	0.0	0.0
1096	10570.000	2187.4	2566.7	0.0	0.0
1097	10580.000	1858.1	2044.5	0.0	0.0
1098	10590.000	1411.1	1288.8	0.0	0.0
1099	10600.000	1182.2	657.2	0.0	0.0
1100	10610.000	696.7	586.5	0.0	0.0
1101	10620.000	88.5	1051.3	0.0	0.0
1102	10626.259	2453.5	1052.0	0.0	0.0
1103	10630.000	0.0	1812.4	0.0	0.0
1104	10640.000	0.0	4116.5	0.0	0.0
1105	10650.000	0.0	5721.8	0.0	0.0
1106	10660.000	0.0	7244.6	0.0	0.0
1107	10670.000	0.0	8799.6	0.0	0.0
1108	10680.000	0.0	10317.4	0.0	0.0
1109	10690.000	0.0	11728.9	0.0	0.0
1110	10700.000	0.0	12278.5	0.0	0.0
1111	10709.259	1515.1	6712.5	0.0	0.0
1112	10710.000	1631.9	7236.0	0.0	0.0
1113	10720.000	0.0	13682.7	0.0	0.0
1114	10730.000	0.0	13425.3	0.0	0.0
1115	10740.000	0.0	12759.7	0.0	0.0
1116	10750.000	0.0	11907.8	0.0	0.0
1117	10760.000	0.0	10863.7	0.0	0.0
1118	10770.000	0.0	9313.2	0.0	0.0
1119	10780.000	264.5	7408.7	0.0	0.0
1120	10790.000	991.1	5338.8	0.0	0.0
1121	10800.000	1671.7	3276.3	0.0	0.0
1122	10810.000	1867.0	1305.0	0.0	0.0
1123	10820.000	2331.1	389.3	0.0	0.0
1124	10830.000	1445.0	271.2	0.0	0.0
1125	10840.000	931.6	550.7	0.0	0.0
1126	10850.000	420.4	1422.3	0.0	0.0
1127	10860.000	111.8	2441.5	0.0	0.0
1128	10870.000	1.5	4229.1	0.0	0.0
1129	10880.000	0.0	6573.1	0.0	0.0
1130	10890.000	0.0	8884.1	0.0	0.0
1131	10900.000	0.0	9952.0	0.0	0.0
1132	10910.000	0.0	10445.9	0.0	0.0
1133	10920.000	3808.7	10772.3	0.0	0.0
1134	10930.000	0.0	12020.0	0.0	0.0
1135	10940.000	0.0	14044.1	0.0	0.0
1136	10950.000	0.0	16788.7	0.0	0.0
1137	10960.000	0.0	19759.6	0.0	0.0
1138	10970.000	0.0	22172.9	0.0	0.0
1139	10980.000	0.0	22731.7	0.0	0.0
1140	10990.000	0.0	20955.8	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1141	11000.000	0.0	17411.8	0.0	0.0
1142	11010.000	0.0	13954.5	0.0	0.0
1143	11020.000	0.0	10735.4	0.0	0.0
1144	11030.000	258.1	7626.2	0.0	0.0
1145	11040.000	542.0	2511.8	0.0	0.0
1146	11040.442	23.7	103.7	0.0	0.0
		3052836	2313947	0	0