

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research

جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم

University Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculty of Sciences and Technology

قسم الهندسة المدنية

Civil engineering department



N° d'ordre :

M...../GC/2022

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière :** Travaux Publics

**Spécialité :** Voies et Ouvrages d'Arts (VOA)

### *Thème*

ETUDE DE LA PENETRANTE DE RELIZANE SUR 70 KMS  
LOT N° 05: DU PK 24+000 AU PK 30+000

**Présenté par :**

- Mr DJEDDI HABIB.
- Mr CHEKROUN YUCEF.

**Soutenu le 03 /07/ 2022 devant le jury composé de :**

**Président :** Mr MEBROUKI Abdelkader      Professeur UMAB Mostaganem  
**Examineur :** Mr TALIA Ahmed              MAA      UMAB Mostaganem  
**Invité :** Mr BOUARFA Zohir                  MAA      UMAB Mostaganem  
**Encadrant :** Mr ROUAM SERIK Mohamed    MAA      UMAB Mostaganem

**Année Universitaire : 2021 / 2022**

# *Dédicaces*

Je dédie ce mémoire A mes chers parents ma mère et mon père

Pour leur patience, leur amour,  
leur soutien et leurs encouragements.

A mes chères sœurs et mon frère.

A tout ma grande famille et toute qu'a une relation avec elle  
soit proche ou lointain.

A mes amies et les collègues de la classe.

Sans oublier tous les enseignants qui ont contribué à mon soutien  
scolaire.

*Mr.Chekroun Youcef*

# *Dédicaces*

Je dédie ce mémoire A mes chers parents ma mère et mon père

A mes frères qui mon toujours aidé et qui ont été ma première source  
d'inspiration et de courage, et à ma très chère sœur.

A toute ma familles oncles, tantes et cousins.

A tous mes amis et amies.

A tous ceux que J'ai côtoyé au cours de mes études, profs et étudiants.

A vous tous.

*Mr.Djeddi Habib*

## *Remercîments*

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

*nous remercions nos familles pour les sacrifices qu'elles ont faits pour que nous puissions terminer nos études.*

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance à nos encadreurs Monsieur **Mr ROUAM SERIK MOHAMED**, pour leurs conseils et orientations bénéfiques et indispensables.*

*Notre gratitude et notre remerciement sont adressés également à Mr MEBROUKI ABDELKADER, président du jury ainsi qu'à Mr TALIA AHMED examinateur et Mr BOUARFA ZOUHIR membre invité au sein du jury pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Ainsi à tous nos amis trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères.*

*Nous remercions chaleureusement tous les enseignants et le personnel du département de génie civile et d'architecture et à tous les étudiants et étudiantes de génie civil Travaux publics.*

CHEKROUN YUCEF

DJEDDI HABIB

# SOMMAIRE

## *CHPITRE I : Présentation du projet*

I.1.Introduction.....	01
I.2 Presentation du projet.....	01
I.2.1 Présentation de la wilaya.....	01
I.2.2 Situation géographique .....	02
I.2.3 Infrastructures de base existantes .....	02
I.2.3.1 Réseau routier de Relizane .....	02
I.2.3.2 AEP et Assainissement.....	03
I.3. Objectif du projet.....	04
I.4 Localisation du projet.....	04

## *CHPITRE II : Normes géométrique et données de bases*

II.1.Généralités.....	05
II.1.1. Environnement de la route.....	05
II. 2 Calcul de la dénivelée cumulée moyenne.....	06
II. 3. Catégorie de la route .....	14
II.4. La vitesse de référence.....	15

## *CHPITRE III : Etude de trafic*

III.1. Généralités.....	16
III.2. Différents types de trafics.....	16
III.3. Analyse du trafic.....	17
III.4. Modèles de présentation de trafic.....	18
III.5. Calcul de la capacité .....	19
III.6. application au projet .....	21

IV.1. Distance de freinage.....	23
IV.2. Temps de réaction.....	24
IV.3. Distance d'arrêt.....	25
IV.4. Manœuvre de dépassement.....	26
IV.5. Espacement entre deux véhicules.....	27
IV.6. Application au projet.....	27

### ***CHPITRE V: trace en plan***

V.1. Introduction.....	29
V.2. La vitesse de référence (de base).....	29
V.3. Paramètres fondamentaux (B40).....	29
V.4. Règles et principes du tracé en plan.....	30
V.5. Les éléments du tracé en plan.....	30
V.6. Courbes en plan.....	33
V.7. courbes de raccordements.....	36

### ***CHPITRE VI: profil en long***

VI.1. Définition.....	41
VI.2. Règles à respecter dans le tracé de la ligne rouge.....	41
VI.3. Coordination du tracé en plan et profil en long.....	42
VI.4. Elément géométrique du profil en Long.....	42
VI.5. Valeurs limites.....	43
VI.6. Détermination pratique du profil en long.....	44
VI.7. Exemple de calcul du profil en long.....	46
VI.8. COORDINATION ENTRE LE TRACE EN PLAN ET LE PROFIL EN LONG.....	48

### ***CHPITRE VII : Profil en travers***

VII.1. Introduction.....	49
VII.2. types du profil en travers.....	49
VII.3. les elements du profil en travers.....	50
VII.4. Le profil en travers type pour le projet.....	53

### ***CHPITRE VIII: calcul cubatures***

VIII.1. Généralités.....	55
VIII.2. Définition.....	55
VIII.3. Méthode de calcul des cubatures.....	55
VIII.4. Application au projet.....	59

### ***CHPITRE IX: Dimensionnement du corps de chaussée***

IX.1. Introduction.....	60
IX.2. La chaussée.....	61
IX.3. Les différentes catégories de chaussée.....	62
IX.4. Les principales méthodes de dimensionnement.....	63
IX.5. Application au projet.....	65

### ***CHPITRE X: Etude géotechnique***

X.1 Introduction.....	67
X.2 Objectif de la géotechnique routière.....	67
X.3 Moyens de reconnaissance .....	67
X.4 Réglementation algérienne en géotechnique.....	68
X.5 Les essais en géotechnique .....	68
X.5.1 Essais physiques .....	69
X.5.2 Essais mécaniques .....	84
X.5.3 Essais chimiques .....	88
X.5.4 Essais des Enrobées .....	89

## ***CHPITRE XI: Assainissement***

XI.1. Généralités .....	92
XI.2. Objectif de l'assainissement .....	92
XI.3. Assainissement de la chaussée .....	93
XI.4. Définitions des termes hydrauliques .....	94

## ***CHPITRE XII: Signalisation et éclairage***

XII.1.1 Signalisation.....	.96
XII.1.2 Objectifs de signalisation routière.....	96
XII.1.3 Critères à respecter pour les signalisations.....	96
XII.1.4 type de signalisation.....	97
XII.1.5 Application au projet.....	100
XII.2.1 Eclairage.....	108
XII.2.2 Catégorie d'éclairage.....	108
XII.2.3 Paramètres d'implantation des luminaires.....	108
XII.2.4 Eclairage d'un point singulier.....	109

## ***CHPITRE XIII : : Impact sur l'environnement***

XIII.1. Impacts du projet sur l'environnement.....	110
XIII.2. Mesures d'atténuation.....	110
XIV. Devis quantitatif et estimatif.....	112
<b><i>CONCLUSION GENERALE</i></b> .....	113
<b><i>BIBLIOGRAPHIE</i></b> .....	114

# LISTE DES TABLEAUX



<b>Tableau n°01</b> :Réseau routier de la wilaya de relizane .....	02
<b>Tableau n°02</b> :Dénivelé de chaque profil.....	06
<b>Tableau n°03</b> :Détermination de la nature des terrains.....	12
<b>Tableau n°04</b> :Sinuosité.....	13
<b>Tableau n°05</b> :Environnement de la route.....	14
<b>Tableau n°06</b> :Vitesse de référence.....	15
<b>Tableau n°07</b> :Valeurs du coefficient P.....	20
<b>Tableau n°08</b> :Valeurs de K1 en fonction de l'environnement.....	20
<b>Tableau n°09</b> :Valeurs de K2 en fonction de l'environnement.....	20
<b>Tableau n°10</b> :Valeurs de la capacité théorique.....	21
<b>Tableau n°11</b> :Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40.....	24
<b>Tableau n°12</b> :Les valeurs du temps et de perception réaction t en fonction de E, CAT .....	25
<b>Tableau n°13</b> :Lois de distance d'arrêt.....	26
<b>Tableau n°14</b> :Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse.....	26
<b>Tableau n°15</b> :Devers en fonction de l'environnement.....	33
<b>Tableau n°16</b> :Dévers [Normes B40].....	34
<b>Tableau n°17</b> :Valeur du coefficient $f_t$ .....	34
<b>Tableau n°18</b> :Valeur du coefficient « F"».....	35
<b>Tableau n°19</b> :Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques.....	35
<b>Tableau n°20</b> :Les rayons en plan selon [NormesB40].....	35
<b>Tableau n°21</b> :Valeurs minimales des rayons du tracé en plan.....	44
<b>Tableau n°22</b> :Valeurs de la tangente et de la flèche.....	47
<b>Tableau n°23</b> :Coefficient d'équivalence des matériaux.....	64
<b>Tableau n°24</b> :Nature du sol en fonction d'E.S.....	78
<b>Tableau n°25</b> : Qualification des horizons en fonction de leur .....	84
<b>Tableau n°26</b> : Modulation de la ligne continue.....	99

# LISTE DES FIGURES

<b>Figure n°1</b> : Présentation de la wilaya.....	03
<b>Figure n°2</b> : Situation de couloire.....	04
<b>Figure n°3</b> :Distance de freinage.....	23
<b>Figure n°4</b> :Temps de réactions.....	24
<b>Figure n°5</b> :Distance d'arrêt.....	25
<b>Figure n°6</b> :Espace entre véhicule.....	27
<b>Figure n°7</b> : Elément du tracé en plan.....	31
<b>Figure n°8</b> : Elément de la Clothoïde.....	37
<b>Figure n°9</b> : Détermination du profil en long.....	44
<b>Figure n°10</b> :Raccordement convexe et concave.....	46
<b>Figure n°11</b> :Différents types de profil en travers.....	49
<b>Figure n°12</b> :Eléments constitutifs du profil en travers normal.....	50
<b>Figure n°13</b> :Détail de terre-plein central (TPC) .....	50
<b>Figure n°14</b> :Detail de profil en travers .....	54
<b>Figure n°15</b> :Volume déblai, remblai.....	56
<b>Figure n°16</b> :Calcul volume déblai, remblai.....	57
<b>Figure n°17</b> :Les différentes catégories de chaussée.....	62
<b>Figure n°18</b> :Les couches du corps de chaussée.....	66
<b>Figure n°19</b> :Matériels d'essai teneur en eau.....	71
<b>Figure n°20</b> :Analyse granulométrique.....	72

<b>Figure n°21</b> : Tamisage électrique et manuel.....	73
<b>Figure n°22</b> :Méthode d'essai.....	74
<b>Figure n°23</b> :Mode opératoire 01.....	75
<b>Figure n°24</b> :Mode opératoire 2.....	75
<b>Figure n°25</b> :Matériels utilisés dans l'essai équivalent de sable.....	77
<b>Figure n°26</b> :L'essai d'équivalent de sable.....	78
<b>Figure n°27</b> :Matériels utilisés.....	80
<b>Figure n°28</b> :Limite de plasticité.....	81
<b>Figure n°29</b> :Appareillage.....	82
<b>Figure n°30</b> :Tamisage de l'échantillon.....	82
<b>Figure n°31</b> :Pesé l'échantillon.....	82
<b>Figure n°32</b> :Mode opératoire de l'essai carbonate.....	83
<b>Figure n°33</b> :Modalité d'exécution des essais Proctor modifié.....	84
<b>Figure n°34</b> :Matériels de l'essai Proctor.....	85
<b>Figure n°35</b> :Les étapes de l'essai Proctor.....	86
<b>Figure n°36</b> :Matériels d'essai CBR.....	86
<b>Figure n°37</b> :Matériels d'essai CBR.....	87
<b>Figure n°38</b> :L'appareil de compacité (nucléo-densimètre).....	89
<b>Figure n°39</b> :Exemple d'un essai de carottage.....	91
<b>Figure n°40</b> :Flèche de sélection.....	101
<b>Figure n°41</b> :Marque sur la chaussée.....	102
<b>Figure n°42</b> : Flèche de rabattement.....	103
<b>Figure n°43</b> :Schéma de signalisation stop sur chaussée.....	103
<b>Figure n°44</b> :Schémas de marquage par hachures (sur le nez d'ilot) .....	104
<b>Figure n°45</b> :Panneaux spéciaux (type A). .....	107
<b>Figure n°46</b> :Les signaux d'identification des routes (type E) .....	107
<b>Figure n°47</b> :Paramètres de l'implantation des luminaires.....	109

# **Chapitre I :**

## **PRESENTATION DU PROJET**

## **I.1 Introduction :**

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale. La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études de pénétrantes D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la conception du pénétrantes d'un tronçon routier reliant Tiaret à l'autoroute Est – Ouest Relizane comme il représente aussi une importance stratégique pour le réseau routier national. Ce projet de pénétrante étant nécessaire, compte tenu de l'importance de la route existante qui doit supporter :

- L'intensité du trafic actuel.
- Des différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région.

La demande croissante en matière de transport de marchandises qui traverse cet axe.

## **I.2. PRESENTATION DU PROJET :**

### **2.1 Présentation de la wilaya de relizane**

La Wilaya de Relizane est une wilaya d'Algérie en Afrique du Nord. Elle compte 754 505 habitants sur une superficie de 4 851 km<sup>2</sup>. La densité de population de la Wilaya de Relizane est donc de 155,5 habitants par km<sup>2</sup>. Relizane, Oued Rhiou et Yellel sont les plus grandes villes de la Wilaya de Relizane parmi les 38 villes qui la compose. Le Climat méditerranéen avec été chaud est le climat principal de la Wilaya de Relizane. La Wilaya de Relizane est divisée en 13 daïras

## 2.2 Situation géographique :

La wilaya de relizane est située au Nord-ouest du pays. Elle est limitée par les wilayas suivantes :

- Au nord par la wilaya de Mostaganem et Chlef ;
- Au sud par la wilaya de Mascara et Tiaret ;
- A l'ouest par la wilaya de Mascara, Mostaganem;
- A l'est par la wilaya de Chlef, Tiaret et Tissemsilt

Le Chef-lieu de la wilaya est située à 280 km à l'Ouest de la capitale, Alger.

## 2.3 Infrastructures de base existantes :

Désignation	Longueur (Km)
Autoroute Est Ouest	87,4
Routes Nationales	314,677
Chemins de wilaya	496,136
Chemins communaux	1684,85

### 2.3.1 Réseau routier de Relizane :

## 1. Tableau Réseau routier de la wilaya de relizane

### 2.3.1 Réseau routier de la zone d'étude :

La zone d'étude enregistre un réseau routier avec des axes de différentes catégories entre routes nationale et chemins wilaya, dont :

la **RN 04** qui traversent le chef-lieu Est au Ouest de la wilaya de Relizane passant par les commune de oued rhiou, Oued Eldjemaa, Elhmadna, chef-lieu de wilaya, Yellel, Elmatmar,

la **RN 23** traverse les commune de la wilaya de Relizane yellel, Zemmoura, Mendes, Oued Essalam.

la **RN 90 A** traversé les agglomérations de sidi khattab , Elhmadna.

Par ailleurs, ces routes sont reliées aux chefs-lieux des villes et villages par des chemins de Wilaya.



Figure 1 : Présentation de la wilaya

### **2.3.2 AEP et Assainissement**

- Taux de raccordement en AEP : 77,5% ;
- Taux de raccordement en réseaux d'assainissement : 69,8%

## **I.3 Objectif du projet**

L'objet de la présente étude est de chercher d'une nouvelle tracé pour relier Tiaret à l'autoroute Est - Ouest Tiaret – Relizane et pour arracher la capitale des Hauts-Plateaux de l'Ouest à son enclavement né de sa position géographique peu favorable

## **I.4 localisation du projet**

commence fin pénétrante mostaganem-l'autoroute Est – Ouest dans le gératoire de Elhmadna en passant par Zemmora en suivant tantôt la RN 23, tant le tracé de la voie ferrée Relizane – Tiaret



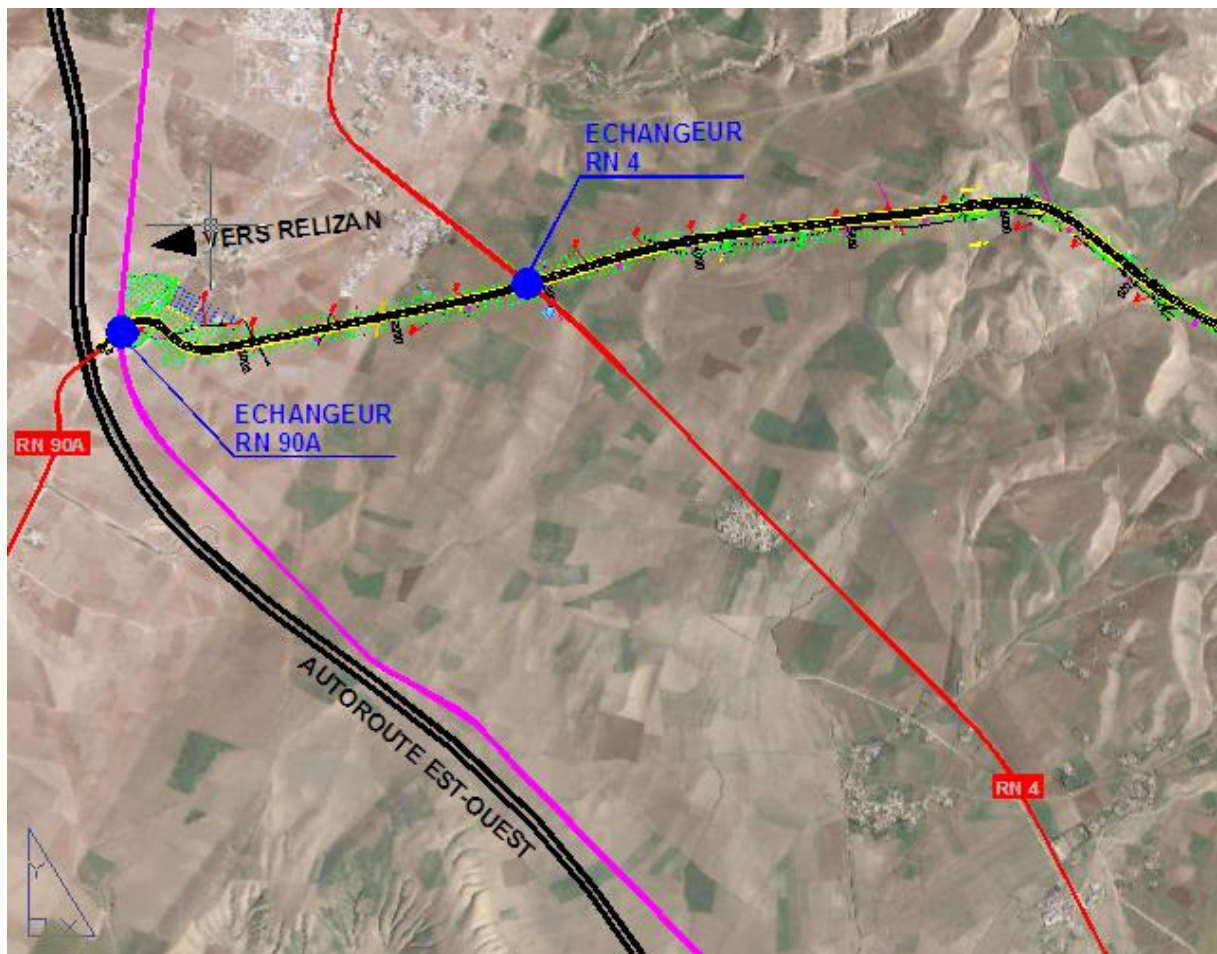


Figure 2. Situation de couloire

# **Chapitre II :**

## **Normes géométriques et données de base**

## **II.1 Généralités :**

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance du terrain, à ce niveau se concentre le rôle de l'étude géotechnique soit pour prévoir les matériaux et les méthodes adéquats aux travaux de terrassement dans la phase d'exécution. Pour déterminer l'environnement de la route on doit se référer à la norme de la B40.

### **II.1.1 Environnement de la route**

La B40 (Norme Technique d'Aménagement des Routes Algériennes) propose trois environnements (E1, E2, E3) chaque classe d'environnement est caractérisée par deux indicateurs à savoir :

La dénivelée cumulée moyenne ( $H/L=DC$ ).

La sinuosité  $\sigma$

**La dénivelée cumulée moyenne** : c'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire. Le rapport de la dénivelée cumulée totale  $H$  à la longueur de l'itinéraire  $L$  permet de mesurer la longueur du relief

$P$  : pente du terrain

$L$  : longueur de l'itinéraire ( $L=L_1+L_2+L_3+\dots+L_n$ ).

## II. 2 Calcul de la dénivelée cumulée moyenne :

Tableau :

<b>PT N</b>	<b>PK</b>	<b>distance entre profil</b>	<b>Z terrain naturel</b>	<b>DH</b>
985	24000	25	475,46	
986	24025	25	472,95	-2,51
987	24050	25	470,18	-2,77
988	24075	25	467,22	-2,96
989	24100	25	467,25	0,03
990	24125	25	468,32	1,07
991	24150	25	470,91	2,59
992	24175	25	473	2,09
993	24200	25	474,04	1,04
994	24225	25	474,79	0,75
995	24250	25	474,9	0,11
996	24275	25	474,48	-0,42
997	24300	25	473,67	-0,81
998	24325	25	472,76	-0,91
999	24350	25	472,25	-0,51
1000	24375	25	472,33	0,08
1001	24400	25	472,22	-0,11
1002	24425	25	471,15	-1,07
1003	24450	25	469,86	-1,29
1004	24475	25	468,2	-1,66
1005	24500	25	466,14	-2,06
1006	24525	25	467,19	1,05
1007	24550	25	469,3	2,11
1008	24575	25	471,71	2,41
1009	24600	25	473,33	1,62
1010	24625	25	474,8	1,47
1011	24650	25	476,16	1,36

1012	24675	25	477,07	0,91
1013	24700	25	477,27	0,2
1014	24725	25	476,56	-0,71
1015	24750	25	475,13	-1,43
1016	24775	25	473,35	-1,78
1017	24800	25	471,57	-1,78
1018	24825	25	469,65	-1,92
1019	24850	25	467,53	-2,12
1020	24875	25	465,49	-2,04
1021	24900	25	463,4	-2,09
1022	24925	25	460,8	-2,6
1023	24950	25	458,45	-2,35
1024	24975	25	455,97	-2,48
1025	25000	25	454,14	-1,83
1026	25025	25	452,82	-1,32
1027	25050	25	450,5	-2,32
1028	25075	25	452,49	1,99
1029	25100	25	454,78	2,29
1030	25125	25	457,4	2,62
1031	25150	25	460,25	2,85
1032	25175	25	463,28	3,03
1033	25200	25	466,9	3,62
1034	25225	25	469,81	2,91
1035	25250	25	472,62	2,81
1036	25275	25	478,69	6,07
1037	25300	25	478,96	0,27
1038	25325	25	481,59	2,63
1039	25350	25	484,34	2,75
1040	25375	25	486,8	2,46
1041	25400	25	489,21	2,41
1042	25425	25	491,19	1,98
1043	25450	25	492,74	1,55
1044	25475	25	494,2	1,46
1045	25500	25	495,29	1,09
1046	25525	25	495,7	0,41
1047	25550	25	495,44	-0,26
1048	25575	25	494,51	-0,93
1049	25600	25	493,54	-0,97
1050	25625	25	492,42	-1,12
1051	25650	25	490,69	-1,73
1052	25675	25	490,01	-0,68
1053	25700	25	489,5	-0,51

1054	25725	25	489,05	-0,45
1055	25750	25	488,32	-0,73
1056	25775	25	487,66	-0,66
1057	25800	25	486,77	-0,89
1058	25825	25	486,14	-0,63
1059	25850	25	485,57	-0,57
1060	25875	25	485,28	-0,29
1061	25900	25	486,68	1,4
1062	25925	25	487,43	0,75
1063	25950	25	487,76	0,33
1064	25975	25	488,08	0,32
1065	26000	25	489,49	1,41
1066	26025	25	490,89	1,4
1067	26050	25	492,2	1,31
1068	26075	25	493,03	0,83
1069	26100	25	494,09	1,06
1070	26125	7,54	495,6	1,51
1071	26150	1,75	495,91	0,31
1072	26175	25	496,78	0,87
1073	26200	25	497,77	0,99
1074	26225	25	498,6	0,83
1075	26250	25	499,49	0,89
1076	26275	25	500,25	0,76
1077	26300	25	500,98	0,73
1078	26325	25	501,59	0,61
1079	26350	25	502,13	0,54
1080	26375	25	502,64	0,51
1081	26400	25	503,2	0,56
1082	26425	25	503,92	0,72
1083	26450	25	504,89	0,97
1084	26475	25	505,7	0,81
1085	26473,33	23,33	506,93	1,23
1086	26475	25	507,01	0,08
1087	26500	25	508,47	1,46
1088	26525	25	510,11	1,64
1089	26550	25	512,43	2,32
1090	26575	25	513,89	1,46
1091	26600	25	515,06	1,17
1092	26625	25	515,98	0,92
1093	26650	25	516,55	0,57
1094	26675	25	517,07	0,52
1095	26700	25	517,35	0,28

1096	26725	25	517,47	0,12
1097	26750	25	517,43	-0,04
1098	26775	25	517,23	-0,2
1099	26800	25	516,86	-0,37
1100	26825	25	516,66	-0,2
1101	26850	25	516,51	-0,15
1102	26875	25	516,27	-0,24
1103	26900	25	516,02	-0,25
1104	26925	25	515,71	-0,31
1105	26950	25	515,26	-0,45
1106	26975	25	513,82	-1,44
1107	27000	25	515,78	1,96
1108	27025	25	513,74	-2,04
1109	27050	25	513,37	-0,37
1110	27075	25	513,09	-0,28
1111	27100	25	513,52	0,43
1112	27125	25	513,14	-0,38
1113	27150	25	511,54	-1,6
1114	27175	25	509,4	-2,14
1115	27200	25	509,33	-0,07
1116	27225	25	510,98	1,65
1117	27250	25	511,67	0,69
1118	27275	25	511,36	-0,31
1119	27300	25	510,84	-0,52
1120	27325	25	509,23	-1,61
1121	27350	25	506,84	-2,39
1122	27375	25	504,83	-2,01
1123	27400	25	502,56	-2,27
1124	27425	25	500,26	-2,3
1125	27450	25	497,79	-2,47
1126	27475	25	495,3	-2,49
1127	27500	25	492,25	-3,05
1128	27525	25	489,56	-2,69
1129	27550	25	486,71	-2,85
1130	27575	25	483,72	-2,99
1131	27600	25	481,45	-2,27
1132	27625	25	479,42	-2,03
1133	27650	25	479,52	0,1
1134	27675	25	482,66	3,14
1135	27700	25	485,07	2,41
1136	27725	25	487,02	1,95
1137	27750	25	489,82	2,8

1138	27775	25	491,58	1,76
1139	27800	25	493,48	1,9
1140	27825	25	495,07	1,59
1141	27850	25	497,27	2,2
1142	27875	25	499,09	1,82
1143	27900	25	499,88	0,79
1144	27925	25	500,43	0,55
1145	27950	25	500,95	0,52
1146	27975	25	501,16	0,21
1147	28000	25	500,99	-0,17
1148	28025	25	500,38	-0,61
1149	28050	25	498,71	-1,67
1150	28075	25	496,59	-2,12
1151	28100	25	494,57	-2,02
1152	28125	25	492,36	-2,21
1153	28150	25	490,3	-2,06
1154	28175	25	488,37	-1,93
1155	28200	25	486,83	-1,54
1156	28225	25	485,54	-1,29
1157	28250	25	484,42	-1,12
1158	28275	25	482,86	-1,56
1159	28300	25	480,94	-1,92
1160	28325	25	479,83	-1,11
1161	28350	25	478,46	-1,37
1162	28375	25	477,2	-1,26
1163	28400	25	475,97	-1,23
1164	28425	25	474,88	-1,09
1165	28450	25	473,92	-0,96
1166	28475	25	472,86	-1,06
1167	28500	25	471,81	-1,05
1168	28525	25	470,95	-0,86
1169	28550	25	470,08	-0,87
1170	28575	25	469,17	-0,91
1171	28600	25	468,17	-1
1172	28625	25	467,02	-1,15
1173	28650	25	467,96	0,94
1174	28675	25	470,56	2,6
1175	28700	25	473,3	2,74
1176	28725	25	476,71	3,41
1177	28750	25	480,09	3,38
1178	28775	25	483,61	3,52
1179	28800	25	487,57	3,96



1180	28825	25	491,43	3,86
1181	28850	25	494,79	3,36
1182	28875	25	498,98	4,19
1183	28900	25	502,64	3,66
1184	28925	25	506,27	3,63
1185	28950	25	508,41	2,14
1186	28975	25	507,97	-0,44
1187	29000	25	508,21	0,24
1188	29018,57	18,6	508	-0,21
1189	29025	6,3	508,26	0,26
1190	29050	25	508,08	-0,18
1191	29075	25	507,95	-0,13
1192	29100	25	507,56	-0,39
1193	29125	25	506,81	-0,75
1194	29150	25	504,71	-2,1
1195	29175	25	501,41	-3,3
1196	29200	25	497,73	-3,68
1197	29225	25	493,79	-3,94
1198	29250	25	486,94	-6,85
1199	29275	25	471,62	-15,32
1200	29300	25	461,34	-10,28
1201	29315,7	25	453,31	-8,03
1202	29325	15,7	456,48	3,17
1203	29350	9,3	468,2	11,72
1204	29375	25	476,6	8,4
1205	29400	25	480,13	3,53
1206	29425	25	483,34	3,21
1207	29450	25	486,03	2,69
1208	29475	25	488,27	2,24
1209	29500	25	490,68	2,41
1210	29525	25	492,83	2,15
1211	29550	25	494,95	2,12
1212	29575	25	496,94	1,99
1213	29600	25	498,97	2,03
1214	29625	25	501,29	2,32
1215	29650	25	503,51	2,22
1216	29675	25	505,2	1,69
1217	29700	25	506,58	1,38
1218	29725	25	509,08	2,5
1219	29750	25	510,46	1,38
1220	29775	25	511,06	0,6
1221	29800	25	511,17	0,11

1222	29825	25	511,46	0,29
1223	29850	25	511,63	0,17
1224	29875	25	511,74	0,11
1225	29900	25	511,85	0,11
1226	29925	25	511,76	-0,09
1227	29950	25	511,48	-0,28
1228	29975	25	511,25	-0,23
1229	30000	25	510,99	-0,26
		6000		35,53

**Tableau n°2 : Dénivelé de chaque profil.**

Alors  $H/L=35.53/6000$

**Dc=0.59%**

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	Dc<1.5%
2	Plat mais inondable	Dc=1.5%
2	Terrain vallonné	1.5%<Dc≤4%
3	Terrain montagneux	Dc>4%

**Tableau n°3 : Détermination de la nature des terrains.**

**Ce qui conduit à un terrain plat à partir du (tableau 1)**

### **Sinuosité :**

La sinuosité  $\sigma$  d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L sur la longueur totale de l'itinéraire.

La longueur sinueuse Ls est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à

200 m.

### **Calcul de la sinuosité :**

$$\sigma = l_s / L = 0$$

**Avec :**

- Ls : la somme des développées des rayons inférieurs ou égale à 200m ( $R \leq 200m$ ).
- L : la longueur totale de la route.
- Ls=0 si aucun rayon n'est inférieur à 200m.

<b>N°</b>	<b>Classification</b>	<b>Sinuosité</b>
<b>1</b>	<b>Sinuosité faible</b>	<b><math>\sigma &lt; 0.10</math></b>
<b>2</b>	<b>Sinuosité moyenne</b>	<b><math>0.10 &lt; \sigma &lt; 0.30</math></b>
<b>3</b>	<b>Sinuosité forte</b>	<b><math>\sigma &gt; 0.30</math></b>

**Tableau n°4 : Sinuosité.**

Dans notre cas :

$L = 6000\text{m}$

$L_s = 0$

$\sigma = 0$  , caractéristique d'une sinuosité faible (tableau4).

<b>Sinuosité et relief</b>	<b>Faible</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Forte</b>
<b>Plat</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	/
<b>vallonné</b>	<b>E2</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
<b>Montagneux</b>	/	<b>E3</b>	<b>E3</b>

**Tableau n°5 : Environnement de la route.**

**Un terrain Plat /Une Sinuosité Faible /**

**L'environnement de la route E1 (tableau 4)**

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

Dans notre cas :

### **II.3. Catégorie de la route :**

Selon la B40 (norme technique d'aménagement des routes algériennes) les routes sont classées en Cinq catégories fonctionnelles, correspondants aux finalités économiques et administratives).

Les Cinq catégories de la route sont :

- **CAT 1 : Liaison entre les grands centres économiques.**

- **CAT 2** : Liaison entre d'industrie de transformation et d'industrie légère.
- **CAT 3** : Liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de dairas non desservie par le Réseau de CAT1 et CAT 2.
- **CAT 4** : Liaison des centres de vie non relie au réseau de CAT 1-2-3.
- **CAT 5** : Routes et pistes non comprises dans les CAT précédentes.

**Dans le cas de notre projet, et après l'analyse des données il s'avère que**

**La catégorie de notre projet rentre dans la **CAT1****

#### **II.4. La vitesse de référence :**

La vitesse de référence représente la vitesse de circulation des véhicules sur une route a circulation normale et au-dessous de laquelle les véhicules rapides peuvent circuler normalement. Elle est déterminée en fonction de l'importance des liaisons assurées par la section de la route et par les conditions géographiques. La vitesse est donc en fonction de (catégories, environnement).

<b>Environnement</b>	<b>E1</b>	<b>E 2</b>	<b>E3</b>
<b>Catégorie</b>			
<b>CAT 1</b>	<b>120-100-80</b>	<b>100-80-60</b>	<b>80-60-40</b>
<b>CAT 2</b>	<b>120-100-80</b>	<b>100-80-60</b>	<b>80-60-40</b>
<b>CAT 3</b>	<b>120-100-80</b>	<b>100-80-60</b>	<b>80-60-40</b>
<b>CAT 4</b>	<b>100-80-60</b>	<b>80-60-40</b>	<b>60-40</b>
<b>CAT 5</b>	<b>80-60-40</b>	<b>60-40</b>	<b>40</b>

**Tableau n°6 : Vitesse de référence.**

Pour notre projet et après analyse des données il s'avère que **Vr 120km/h.**

# **Chapitre III**

## **Etude du trafic**

### **III.1 Généralité :**

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

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

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

Apprécier la valeur économique des projets.

Estimer les coûts d'entretien du réseau routiers, qui sont en fonction du volume de circulation.

Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues (nombre de voies).

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

### **III.2 Différents types de trafic :**

#### **a) Trafic normal:**

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

#### **b) Trafic dévié:**

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

#### **c) Trafic total:**

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



#### **d) Trafic induit:**

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

### **III.3 Analyse des trafics existants :**

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

#### **3.3.1- Mesure des trafics :**

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

✓ **Les comptages** : permettent de quantifier le trafic.

✓ **Les enquêtes** : permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

**3.3.2- Comptages** : C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types

de comptage :

✓ Les comptages manuels.

✓ Les comptages automatiques

**a) Comptages manuels** : Ils sont réalisés par les enquêteurs 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 les transports en commun, Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A)

**b) Comptages automatiques** : Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires.

**3.3.3 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.

### **III.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 humaine.

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

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

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

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

Le trafic  $T_n$  à l'année  $n$  sera:

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

Ou :

$$\left\{ \begin{array}{l} T_0 : \text{est le trafic à l'arrivée pour l'origine.} \\ \tau : \text{est le taux de croissance.} \end{array} \right.$$

#### **4.2. Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques:**

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

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

### 4.3. Modèle gravitaire:

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

### 4.4. Modèle de facteurs 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.

## III.5 Calcul de la capacité :

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passer sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée.

La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

### 5-1 à un horizon Trafic donné:

Du fait de la croissance annuelle du trafic.

$$TJMA_n = MTJMA_0 (1+\tau)^n$$

**Tel que:**

**TJMA<sub>n</sub>** : trafic journalier moyen à l'année n.

**TJMA<sub>0</sub>** : trafic journalier moyen à l'année 0.

**τ** : taux d'accroissement annuel.

**n** : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

### 5-2 Trafic effectif:

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminé en fonction du type de route et de l'environnement.

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + PZ] T_{JMA_n}$$

**Tel que :**

**Z** : le pourcentage de poids lourds.

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

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

**Tableau 07** : valeur du coefficient « **P** »

<b>Routes</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
<b>2 voies</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>12</b>
<b>3 voies</b>	<b>2.5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>4 voies</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>

### 5-3 Evaluation de la demande:

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon.

$$Q = 0.12T_{\text{eff}} \quad (\text{UVP/h})$$

### 5-4 Evaluation de l'offre:

C'est le débit admissible que peut supporter une route :

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

Tel que :

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

**K<sub>1</sub>** : coefficient qui dépend de l'environnement.

**K<sub>2</sub>** : coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

**Tableau 08** : valeur de k1 en fonction de l'environnement

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

**Tableau**

**09** : valeur de k2 en fonction de l'environnement

Environnement	Catégorie de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

### 5-5 Calcul du nombre de voies :

Chaussée bidirectionnelle :

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

$$Q \leq Q_{adm}$$

**Tableau 10** : Capacité théorique « Cth »

**Chaussée unidirectionnelle :**

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

$$N = \frac{s \cdot Q}{Q_{adm}}$$

**Tel que :**

**Tableau 10 : Valeurs de la capacité théorique**

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

**Q<sub>adm</sub>** : débit admissible par voie.

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

**Q<sub>adm</sub>** : débit admissible par voie.

### **III.6 Application au projet:**

#### **6-1 Les données de trafic :**

Selon les résultats des comptages et de prévisions, effectués par le service spécialisé nous avons :

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

- Le trafic à l'année 2019 **TJMA<sub>2019</sub>=11651** v/j
- La vitesse de base sur le tracé **V<sub>b</sub>=120km/h**
- Année de référence : **2022**
  
- Année de mise en service : **2022**.
- Le pourcentage des poids lourds : **Z =30%**.
- Taux de croissance annuelle de trafic : **τ= 4%**.
- La durée de vie:**20ans**

#### **➤ Projection future de trafic :**

$$\mathbf{TJMA}_{2022} = \mathbf{TJMA}_{2019} (1 + \tau)^3$$

$$\mathbf{TJMA}_{2022} = 11651 (1 + 0.04)^3$$

$$TJMA_{2022} = 13106 \text{ v/j.}$$

➤ **Trafic à l'année (2042) pour une durée de vie de 20 Ans :**

$$TJMA_{2042} = 13106 (1 + 0.04)^{20}$$

$$TJMA_{2042} = 28717 \text{ v/j.}$$

➤ **Calcul du trafic effectif :**

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

$$T_{\text{eff}2042} = [(1 - 0.30) + 3 \times 0.30] 28717.$$

$$T_{\text{eff}2042} = 45947 \text{ uvp/j.}$$

➤ **Débit de pointe horaire normale :**

$$Q_{2042} = 0.12 \times T_{\text{eff}2042}$$

$$Q_{2042} = 0.12 \times 45947$$

$$Q_{2042} = 5514 \text{ uvp/h.}$$

➤ **Débit admissible :**

$$Q \leq Q_{\text{adm}} = K1 \times K2 \times C_{\text{th}}$$

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

$C_{\text{th}} = 1800$  (pour E1, C1 et pour une chaussée séparées à deux voies)

$$Q_{\text{adm}} = 1800 \times (0.75 \times 1)$$

$$Q_{\text{adm}} = 1350 \text{ uvp/h.}$$

**6-2 Le nombre des voies :**

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

$$N = (2/3) \times (5514/1350) = 2.72$$

$$N = 2,72 \text{ voie}$$

**Donc l'autoroute est de (2 x 3) voies.**

# **Chapitre IV**

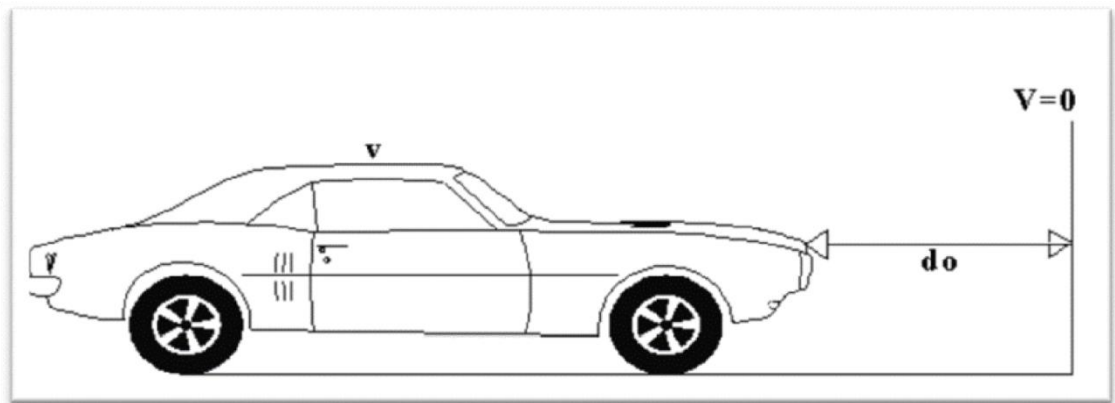
## **Paramètres Cinématique**



#### **IV.1) Distance de freinage :**

Les possibilités de freinage sont limitées, du fait du jeu de l'adhérence, il existe une distance minimum pour obtenir l'arrêt complet du véhicule.

La distance de freinage  $d_0$  est la distance parcourue pendant l'action de freinage pour annuler la vitesse dans une condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant la pente longitudinale de la chaussée



**Figure n°3 : Distance de freinage.**

Dans le cas général, la route est déclinée c'est-à-dire elle est en rampe ou en pente.

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v^2}{(f_l \pm i)}$$

Dans ce cas la formule  $d_0$  sera :

$$\text{Rampe : } d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v r^2}{(f r_l + e)}$$

$$\text{Pente : } d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v r^2}{(f r_l - e)}$$

**En palier ( $e=0$ ) on aura :**

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v r^2}{(f r_l)}$$

**$v_r$  :** Vitesse de référence en Km/h.

**$e$  :** Déclivité.

**$f_r$  :** Coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse  $v_r$ .

Le coefficient de frottement longitudinal  $f$  varie avec l'état des pneus de la chaussée  
 Comme il peut varier avec la vitesse du véhicule.

Vr (Km/h)		40	60	80	100	120	140
f <sub>rl</sub>	Catégorie 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	Catégorie 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/

**Tableau n°11 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40.**

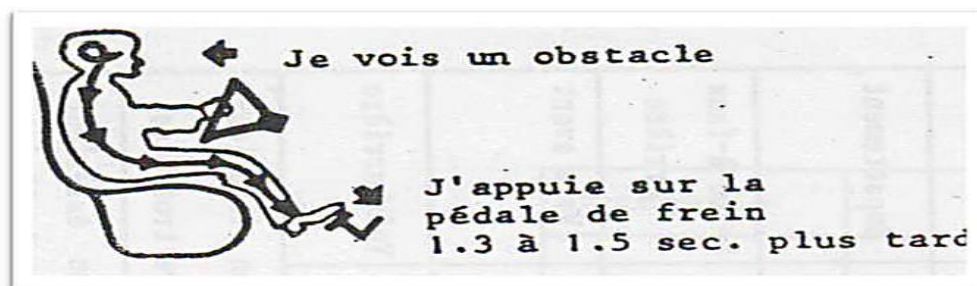
D'après les valeurs du tableau des normes B40 et en ce qui concerne notre projet

On a  $f_l = 0.33$

#### **IV.2) Temps de réaction :**

Souvent l'obstacle est imprévisible et le conducteur a besoin d'un temps pour réaliser la nature de l'obstacle ou du danger qui lui apparaît. Ce temps est en général appelé temps de perception du conducteur, il diffère d'une personne à une autre et varie en fonction de l'état psychique et physiologique.

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



**Figure  
 Figure n°4  
 : Temps de  
 réactions**

#### **Dans une attention concentrée :**

$t = 1.2$  s pour un obstacle imprévisible

$t = 0.6$  s pour un obstacle prévisible

On prend  $t = 1.8$  s par rapport à la catégorie et la vitesse :

CAT	CAT 1-2		CAT 3-4-5	
Env				
VITESSE	> 80	<80	>60	<60
E1 et E2	1.8s	2s	1.8s	2s
E3	1.8s			

Tableau n°12 : Les valeurs du temps de perception réaction  $t$  en fonction de E, CAT et Vr.

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

$d_1 = v \times t$  Avec :  $v$  : m/s  $t$  : s

### IV.3) Distance d'arrêt :

La distance parcourue par le conducteur entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est désigné sous le nom de distance d'arrêt(d).

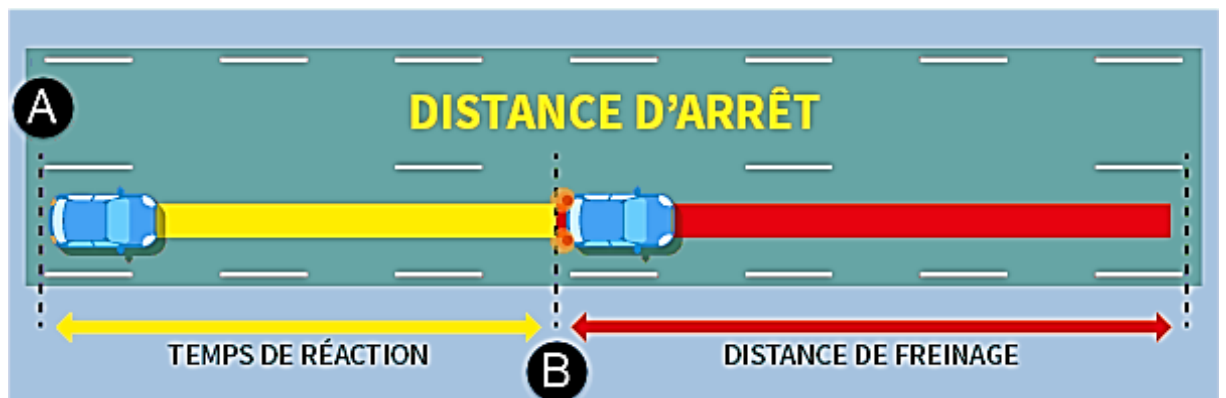


Figure n°5 : Distance d'arrêt.

T(s)	Nature de route	Alignement droit	courbe
1.8		$D_1=d_0+0.50v$	$D_1=1.25d_0+0.50v$
2		$D_1=d_0+0.55v$	$D_1=1.25d_0+0.55v$

Tableau n°13 : Lois de distance d'arrêt.

$D_1$  : distance d'arrêt

$D_0$  : distance de freinage

$V$  : vitesse (km/h)

#### IV.4) Manœuvre de dépassement :

$dvd_m$  : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

$dvd_N$  : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

$dmd$  : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement

$V_r(Km/h)$	40	60	80	100	120	140
Distance						
$dvd_m$	$4v$	$4v$	$4v$	$4.2v$	$4.6v$	$5v$
	160	240	320	420	550	700
$dvd_N$	$6v$	$6v$	$6v$	$6.2v$	$6.6v$	$7v$
	240	360	480	620	790	980
$dmd$	70	120	200	300	425	/

Tableau n°14 :

Valeur de  $dvd$  et  $dmd$  en fonction de la vitesse.

D'après le tableau des normes de la B40, on tire les valeurs de  $d_{vdm}$ ,  $d_{vdn}$  et  $d_{md}$  en fonction de la vitesse.

#### IV.5) Espacement entre deux véhicules :

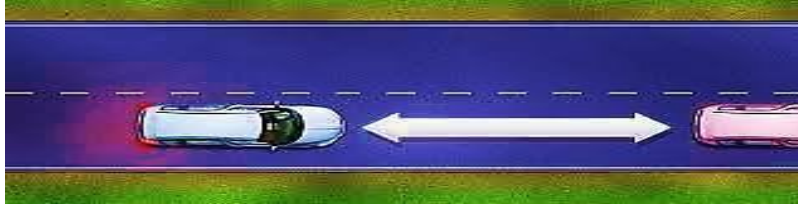


Figure n°6: Espacement entre véhicule.

L'espacement entre deux véhicules : est une notion. Il s'agit de la distance qu'un conducteur doit conserver entre son véhicule et celui qui le précède, celle-ci dépend directement de la vitesse du véhicule. Elle correspond à la distance parcourue pendant deux secondes, durée supérieure au temps de réaction : ainsi si les deux véhicules ont la même capacité de freinage, il n'y aura pas de collision

$$E = 8 + 0.2V + 0.003V^2$$

#### IV.6) Application au projet :

##### Distance de freinage :

Pour notre projet on a  $f_l = 0.33$

➤ En alignement droit :  $e = 0$  (cas purement théorique)

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v^2}{(f_l \pm e)}$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{120^2}{(0.33)} =$$

174.54 m

➤ En rampe :  $e = +0.005$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v^2}{(f_l \pm e)}$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{120^2}{(0.33+0.005)} =$$

171.94 m

➤ En pente :  $e = -0.0412$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v^2}{(fl \pm e)}$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{120^2}{(0.33 - 0.0412)} = 199.44 \text{ m}$$

### Distance d'arrêt :

a) En alignement droit :

On a  $V_r = 120 \text{ km/h}$   $t = 1.8 \text{ s}$   $d = d_0 + 0.50V_r$

➤ En palier :  $d = 174.54 + (0.50 \times 120) = 234.54 \text{ m}$

➤ En rampe :  $d = 171.94 + (0.50 \times 120) = 231.94 \text{ m}$

➤ En pente :  $d = 199.44 + (0.50 \times 120) = 259.44 \text{ m}$

b) En courbe:

On a  $V_r = 120 \text{ km/h}$   $t = 1.8 \text{ s}$   $d = 1.25d_0 + 0.50V_r$

➤ En palier :  $d = 1.25 \times 174.54 + (0.50 \times 120) = 278.175 \text{ m}$

➤ En rampe :  $d = 1.25 \times 171.94 + (0.50 \times 120) = 274.925 \text{ m}$

➤ En pente :  $d = 1.25 \times 199.44 + (0.50 \times 120) = 309.3 \text{ m}$

$D_{vdm} = 550 \text{ m}$

$mdvdN = 792 \text{ m}$

$d_{md} = 425 \text{ m}$

Espacement entre véhicules :

$$E = 8 + 0.2v + 0.003v^2$$

$$E = 8 + 0.2(120) + 0.003(120)^2$$

$$E = 75.2$$

# **Chapitre V**

## **Tracé en Plan**

## **V.1) Introduction**

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir de la route dans le site concerné.

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

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

## **V.2) La vitesse de référence (de base)**

La vitesse de référence ( $V_b$ ) c'est le paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers 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 (traverser d'une ville, modification du relief... etc.).

### **V.2.1. Choix de la vitesse de référence :**

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

## **V.3) Paramètres fondamentaux (B40) :**



Pour le cas de notre projet d'après les normes la route à aménager on opte pour une vitesse de référence de 120 km/h qui correspond à la catégorie L1 selon la norme établie par l'ICTAAL 2000.

#### **V.4) Règles et principes du tracé en plan**

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans la B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes :

- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à  $RHnd$  (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total du tracé.

#### **V.5) Les éléments du tracé en plan**

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- Des droites (alignements).
- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement(CR) de courbures progressives.



**Figure n°7 : Elément du tracé en plan.**

### **V.5.1. Alignements droit**

Il existe une longueur minimale d'alignement  $L_{min}$  qui 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, Ove, S, ou à sommet. La longueur maximale  $L_{max}$  est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

Avec V en

$L_{min} = 5V$	➔	(m/s).
$L_{max} = 60V$		

Pour des raisons de sécurité de circulation et d'esthétique, on évitera les cas particuliers suivants :

- Réunion de 2 longues courbes par un alignement court

Solution : alignement à supprimer.

- Réunion de 2 longues alignements par une courbe courte s'est à dire de faible rayon

Solution : augmenter le rayon de sa courbe.

### **V.5.2. Les arcs de cercle**

Trois problèmes se posent :

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

Dans un virage de rayon R, un véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge en

inclina la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente

### Remarque

- ❖ Le devers « d » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas)
- ❖ Le devers « d » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux.  
Ceci nous conduit à la série de couples (Catégorie, d).
- ❖ Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu  $RH_m$  avec :

Environnement Devers	Facile	moyen	Difficile
<b>Devers Minimal</b>			
- Cat 1-2	2.5%	2.5%	2.5%
- Cat 3-4-5	3%	3%	3%
<b>Devers Maximal</b>	7%	7%	7%
- Cat 1-2	8%	8%	7%
- Cat 3-4	9%	9%	9%
- Cat 5			

Tableau n°15 : Devers en fonction de l'environnement.

## V.6) Courbes en plan :

### V.6.1. Le rayon minimal absolu $RH_m$ :

C'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal et Parcourue par la vitesse de référence

$$RH_m = \frac{vr^2(km/h)}{127(d+ft)}$$

### V.6.2. Le rayon minimal normal $RH_n$ :

Le rayon minimal normal ( $RH_n$ ) doit permettre à des véhicules dépassant  $V_r$  de 20km/h de

Rouler en sécurité.

$$RHN = \frac{(Vr+20)^2}{127(d+ft)}$$

### V.6.3 . Le rayon au devers minimal RHd :

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

Dévers associé

$$RHd = \frac{Vr^2}{127(2.dmin)}$$

dmin = 2.5% en catégorie 1-2

dmin = 3% en catégorie 3-4

### V.6.4 . Le rayon non déversé RHnd :

C'est le rayon tel que l'accélération centrifuge résiduelle que peut parcourir un véhicule roulant à la vitesse V = Vr et présente un dévers vers l'extérieur.

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(F'' - dmin)}$$

	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
d min	-2.50%	-2.50%	-3%	-3%	-4%

d max	7%	7%	8%	8%	9%
-------	----	----	----	----	----

V.6.5 Détermination des dévers  $d_{\max}$  et  $d_{\min}$  :

Tableau n°16 : Dévers.

V.6.6. Détermination du coefficient transversal  $f_t$  :

Tableau n°17: Valeur du coefficient  $f_t$ .

<b>Vr</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>Cat 1-2</b>	<b>0.22</b>	<b>0.16</b>	<b>0.13</b>	<b>0.11</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>
<b>Cat 3-4-5</b>	<b>0.22</b>	<b>0.18</b>	<b>0.15</b>	<b>0.125</b>	<b>0.11</b>	<b>/</b>

V.6.7.

Détermination du coefficient  $F''$  en fonction de la catégorie :

<b>Catégories</b>	<b>Cat 1</b>	<b>Cat 2</b>	<b>Cat 3</b>	<b>Cat 4</b>	<b>Cat 5</b>
<b>F''</b>	<b>0.06</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.075</b>	<b>0.075</b>

Tableau n°18 : Valeur du coefficient « F'' ».

• Tableau récapitulatif :

<b>Vitesse réf</b>	<b>120km/h</b>
<b>dmax</b>	<b>7 %</b>
<b>dmin</b>	<b>2,50 %</b>
<b>d=dmax-2%</b>	<b>0.05</b>
<b>Ft</b>	<b>0,1</b>
<b>f''</b>	<b>0,06</b>

Tableau n°19 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques.

### V.6.8. Rayons en plan d'après les normes B40 :

<b>RHm =</b>	<b>650,00</b> <b>m</b>	<b>RHN =</b>	<b>950,00</b> <b>m</b>	<b>RHd =</b>	<b>2500,00</b> <b>m</b>	<b>RHnd =</b>	<b>3500,00</b> <b>m</b>
<b>d(RHm)=</b>	<b>7,0%</b>	<b>d(RHN)=</b>	<b>5,0%</b>	<b>d(RHd)</b> <b>=</b>	<b>2,5%</b>	<b>d(RHnd)</b> <b>=</b>	<b>-2,5%</b>

**Tableau n°20 : Les rayons en plan selon B40.**

$$R_{hm} = \frac{Vr^2(Km/h)}{127(d+ft)} R_{hm} = \frac{120^2}{127(0.1+0.07)} = 666.97 \text{ m}$$

$$R_{HN} = \frac{(Vr+20)^2(Km/h)}{127(d+ft)} R_{HN} = \frac{(120+20)^2}{127(0.1+0.07)} = 907.82$$

$$R_{Hd} = \frac{Vr^2(Km/h)}{127 \times (2 \times d_{min})} R_{Hd} = \frac{120^2}{127 \times 2 \times 0.025} = 2267.71 \text{ m}$$

$$R_{Hnd} = \frac{Vr^2(Km/h)}{127(f'' - d_{min})} R_{Hnd} = \frac{120^2}{127(0.06 - 0.025)} = 3239.59 \text{ m}$$

On remarque que les valeurs calculées correspondent réellement aux valeurs du tableau N°20(normesB40).

### V.6.4. Visibilité en courbe

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur de la courbe par un talus de déblai, ou par une construction ou forêt. Pour assurer une visibilité étendue au

conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

#### **V.6.4. Sur largeur**

Un long véhicule à deux (2) 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 égale à :

$$S = 50 / R \quad R : \text{rayon de l'axe de la route.}$$

### **V.7) courbes de raccordements**

Le fait que le tracé soit constitué d'alignement et d'arc ne suffit pas, il faut donc prévoir des raccordements à courbure progressif, qui permettent d'éviter la variation brusque de la courbe lors du passage d'un alignement à un cercle ou entre deux courbes circulaires et ça pour assurer :

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

#### **V.7.1. Clothoïde**

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il infini jusqu'au point asymptotique ou il s'annule, 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.

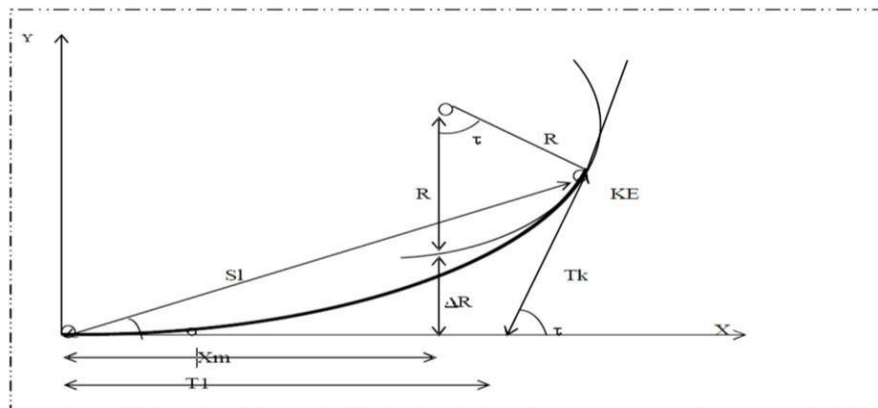
#### **V.7.2. Expression mathématique de la Clothoïde**

La Courbure  $K$  linéairement proportionnellement à la longueur curviligne.

$$K = C.L$$

On pose:  $1/C = A^2 \Rightarrow L.R = A^2$

### V.7.3. Elément de la Clothoïde



**Figure n°8 : Elément de la Clothoïde**

R : rayon du cercle.

KA: origine de la Clothoïde.

KE : extrémité de la Clothoïde.

$\Delta R$ : ripage :  $\Delta R = L^2 / 24 * R$

$\tau$ : angle des tangentes :

$$\tau = L / 2 * R$$

$T_C$  : tangente courte.

$T_L$  : tangente longue

$\sigma$ : angle polaire.

SL : corde KE KA.

M: centre du cercle d abscisse  $X_m$ .

$X_m$ : abscisse du centre du cercle M à partir de KA.

$Y_m$ : ordonnée du centre du cercle M à partir de KA.

X: abscisse de KE



Y : ordonnée de KE

#### **V.7.4. Longueur de Clothoïde**

La longueur de la Clothoïde doit satisfaire les trois conditions suivantes :

##### **Condition d'optique :**

Pour la condition d'optique, on adoptera les conditions suivantes :

$$\tau \geq 3'' \text{ soit } \tau \geq 1/18 \text{ rads}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rads} \rightarrow L > R/9 \text{ soit } A > R/3$$

$$\boxed{R/3 \leq A \leq R}$$

**Règle générale (B40) :**

$$\begin{matrix} \text{+} & R \leq 1500m & \Delta R = 1m & (\text{éventuellement } 0.5m) \end{matrix}$$

$$\boxed{L = \sqrt{24R\Delta R}}$$

$$\begin{matrix} \text{+} & 1500 < R \leq 5000m \end{matrix}$$

$$\boxed{L \geq R/9}$$

$$\begin{matrix} \text{+} & R > 5000m & \Delta R = 2.5 m \end{matrix}$$

$$\boxed{L = 7.75 \sqrt{R}}$$

##### **Condition de gauchissement :**

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

$$\boxed{L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_B}$$

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

$\Delta d$  : variation de dévers.

##### **Condition de confort dynamique :**

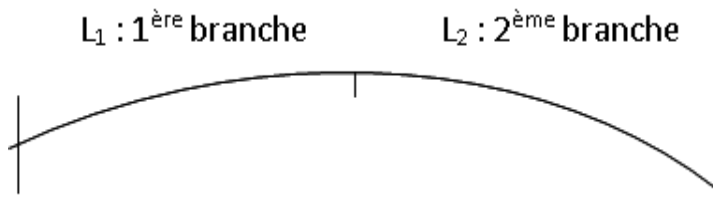
Cette condition consiste à limiter le temps de parcours t du raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

$$L_3 \geq \frac{Vr^2}{18} \left[ \frac{Vr^2}{127 R} - \Delta d \right]$$

Enfin, la longueur de la Clothoïde sera le Max entre les L des 3 conditions.

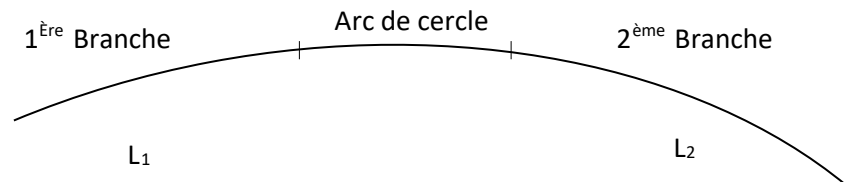
### **V.7.5- Vérification de non chevauchement**

**1<sup>er</sup> cas :**  $\tau < \frac{v}{2}$ : Les deux alignements droits sont raccordés par les 2 branches de Clothoïde donc non chevauchement.



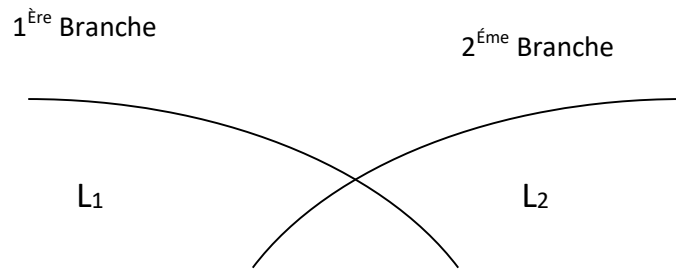
### **Clothoïde sans arc de cercle :**

**2<sup>ème</sup> cas :**  $\tau = \frac{v}{2}$ : les 2 alignements droits sont raccordés par les 2 branches de Clothoïde sans arc de cercle.



### **Clothoïde avec arc de cercle :**

**3<sup>ème</sup> cas :**  $\tau > \frac{v}{2}$ : la construction de la Clothoïde est impossible == chevauchement.



### **Clothilde impossible.**

Pour résoudre le problème, il faut jouer avec les 2 inconnues L et R et comme L est limitée par les 3 conditions précédentes (condition d'optique, de gauchissement et de confort dynamique).

La seule solution est d'augmenter le rayon R.

# **Chapitre VI**

## **Profil en long**

## **VI.1 Définition :**

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

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers.

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

## **VI.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :**

Dans ce paragraphe, on citera des règles à respecter –sauf dans des cas exceptionnels- lors de la conception du profil en long. L'élaboration du profil en long s'appuiera sur les règles suivantes :

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

### **VI.3 Coordination du tracé en plan et profil en long :**

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

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

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.

- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

$R_{\text{vertical}} > 6 R_{\text{horizontal}}$  pour éviter un défaut d'inflexion.

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

### **VI.4 Elément géométrique du profil en Long :**

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements circulaires (ou paraboliques) caractérisés par leur rayon.

- **Les types de rayons :**

- Les rayons en angles rentrants (concaves).
- Les rayons en angle saillant (convexes).

- **Les rayons en angle saillant (convexes) :**

Les rayons correspondants doivent être dimensionnés au regard des Contraintes de sécurité et de visibilité. En fonction des caractéristiques du Tracé en plan, on s'attachera à garantir la visibilité sur obstacle ou pour dépassement. Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

- **condition de confort :**

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable. Et pour assurer la condition de confort on limite cette accélération.

**-Conditions de visibilité :**

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

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

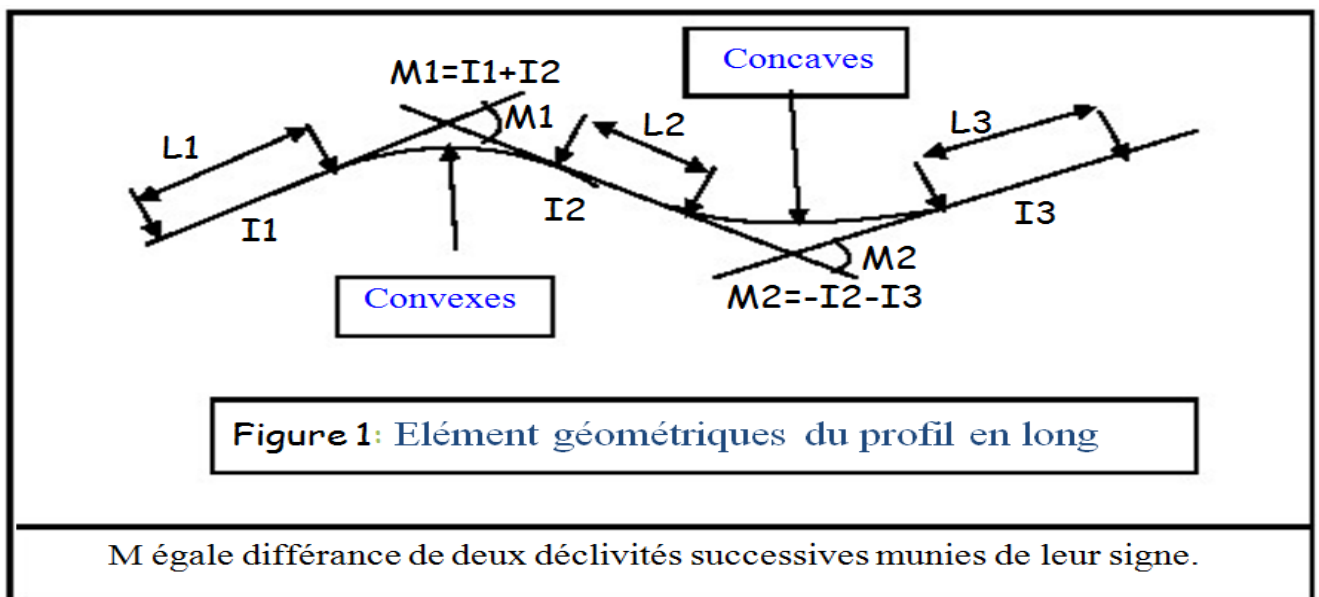
➤ **Les rayons en angles rentrants (concaves) :**

Ces rayons ne posent pas de problèmes de sécurité majeurs mais leur dimensionnement est essentiellement conditionné par des contraintes de Confort dynamiques, les conditions de visibilité nocturnes et l'évacuation des Eaux de ruissellement.

Est la tangente de l'angle entre les alignements du profil en long et l'horizontale. Elle est dénommée rampe si la route s'élève dans le sens du kilométrage, et pente dans le cas contraire.

➤ **Déclivité :**

Est la tangente de l'angle entre les alignements du profil en long et l'horizontale. Elle est dénommée rampe si la route s'élève dans le sens du kilométrage, et pente dans le cas contraire.



### **VI.5 Valeurs limites:**

Les paramètres du profil en long doivent respecter les valeurs limites données dans le tableau suivant :

<b>Catégorie</b>	<b>L1</b>
Déclivité maximale (%)	5
Rayon minimal en angle saillant $RV^{\wedge}$ (m)	12500
Rayon minimal en angle rentrant $RV_{\vee}$ (m)	4200

**Tableau 21 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan**

### **VI.6 Détermination pratique du profil en long :**

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$$X^2 + Y^2 - 2R Y = 0$$

À l'équation de la parabole

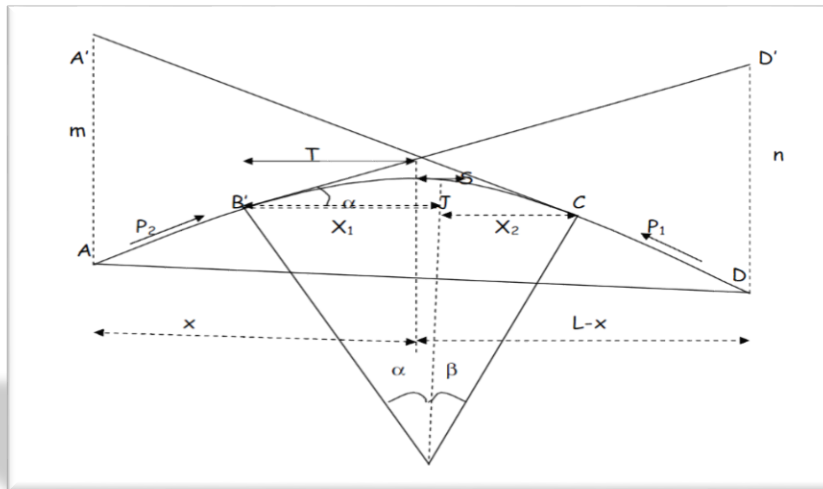
$$X^2 - 2RY = 0 \rightarrow Y = \frac{X^2}{2R}$$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) des points A et D.
- Donnée La pente P1 de la droite (AS).



- Donnée la pente P2 de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.



Figure/n°9 :Détermination du profil en long

### 6.1. Détermination de La position du point de rencontre (S):

On a :

$$Z_{D'} = Z_A + L.P_2 ; m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_{A'} = Z_D + L.P_1 ; n = Z_{D'} - Z_D$$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L-x} \quad x = \frac{mL}{m+n}$$

$$S \quad X_S = X + X_A.$$

$$Z_S = P_1.X + Z_A.$$

### 6.2. Calculs de La tangente :

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2|$$

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires, on prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes E et F.

$$E \left\{ \begin{array}{l} X_E = x_s - T \\ Z_E = z_s - T \cdot P_1 \end{array} \right\} ; F \left\{ \begin{array}{l} X_F = x_s + T \\ Z_F = z_s - T \cdot P_2 \end{array} \right\}$$

**6.3. Projection horizontale de la longueur de raccordement:**

$$LR=2T$$

**6.4. Calcul de la flèche :**

$$H = \frac{T^2}{2R}$$

**6.5. Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un point courant M sur la courbe :**

$$M \left\{ \begin{array}{l} H_x = x^2 / 2R \\ Z_M = Z_B + X_{p1} - X^2 / 2R \end{array} \right.$$

**6.6. Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (T) :**

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$X1=Rp1 ; X2= Rp2J \quad X_J = X_E + R \cdot P_1$$

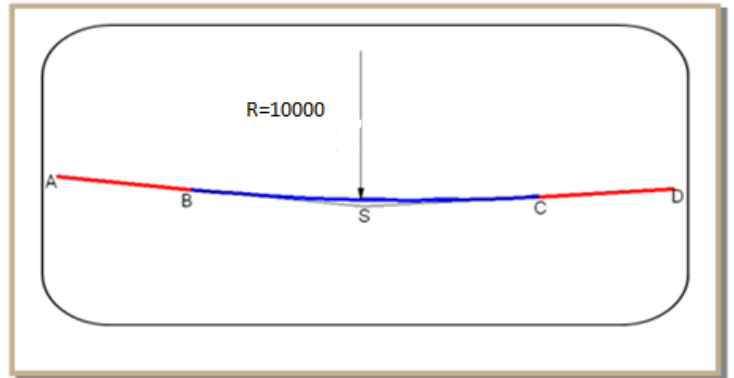
$$\left\{ \begin{array}{l} X_j = X_E + R \cdot P_1 \\ Z_j = Z_E + X_1 \cdot P_1 \frac{X_1^2}{2R} \end{array} \right.$$

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne de projet et ne présente aucun intérêt. Par contre dans le cas des pentes de sens contraire, La connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, le partage des eaux de ruissellement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J ver A et D.

## VI.7 Exemple de calcul de profil en long

➤ Cas d'un Raccordements concave :

R=10000



m

$$A : \begin{cases} S_A = 26181.11\text{m} \\ Z_A = 497.82\text{m} \end{cases}$$

$$S : \begin{cases} S_S = 26712.5\text{m} \\ Z_S = 519.70\text{m} \end{cases}$$

$$D : \begin{cases} S_D = 27300\text{m} \\ Z_D = 510.96\text{m} \end{cases}$$

Figure n°10 :Raccordement convexe et concave

➤ Calcul des pentes :

$$P_1 = | (Z_S - Z_A) / (S_S - S_A) | = 4.11\%$$

$$P_2 = | (Z_S - Z_D) / (S_S - S_D) | = 1.48\%$$

Calcul de la tangente :

➤ Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire

$$T = \frac{Rv}{200} |P_1 + P_2|$$

➤ Dans le cas où les déclivités sont de même sens :

$$T = \frac{Rv}{200} |P_1 - P_2|$$

**R<sub>v</sub> = 13650 m.**

$$T = \frac{13650}{200} |0.5 - 4.12|$$

$$T = 247.06 \text{ m}$$

La longueur L du raccordement verticale :

$$L = 2 \times T$$

$$L = 2 \times 247.06$$

$$L = 494.12 \text{ m}$$

La flèche F :

$$F = \frac{T^2}{2RV}$$

$$F = \frac{247.06^2}{2(13650)}$$

$$F = 2.23 \text{ m}$$

Le tableau suivant donne les différentes valeurs relatives à notre projet :

Élément Sommet	P1 P2	Nature du rayon	Sens des pentes	Les rayons	T	L	F
<b>S1</b>	0.5 4.12	Rentrant	<b>même sens</b>	13650	<b>247.06</b>	<b>494.12</b>	<b>2.23</b>
<b>S2</b>	1.42 1.01	Rentrant	<b>même sens</b>	10000	<b>20.5</b>	<b>41</b>	<b>0.0861</b>

Tableau n°22 : Valeurs de la tangente et de la flèche.

## VI.8 Coordination entre le tracé en plan et le profil en long :

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble afin d'assurer une bonne insertion dans le site,

Autre les objectifs d'intégration dans le site, cette coordination vise également en termes de sécurité à assurer pour l'utilisateur :

- La perception des points singuliers de l'itinéraire.
- La prévision anticipée des évolutions du tracé
- L'appréciation de l'adaptation au terrain sans être abusé par des trompes –l'œil ou gêné par des brisures ou des discontinuités.

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 :

- associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :  
 $R_{\text{vertical}} > 6R_{\text{horizontal}}$ , pour éviter un défaut d'inflexion.
- supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de surcoût sensible ; lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.
- Eviter qu'un début de courbe faible (<300) se situe en point haut de profil en long car cela entraîne une dégradation de la perception du virage.
- Eviter de positionner des carrefours ou accès en point haut, courbes ou zone de visibilité réduite (éventuellement coté externe des courbes non déversées après vérification des conditions de visibilité).

# **Chapitre VII**

## **Profil en travers**

## **VII.1. Introduction :**

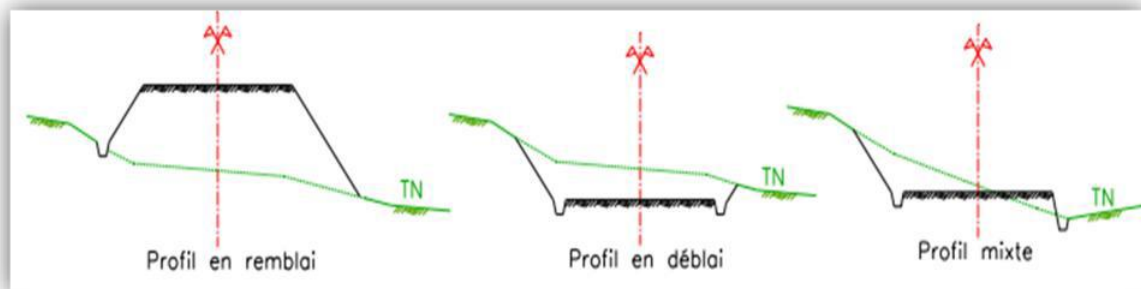
Le profil en travers d'une route c'est la coupe transversale de la chaussée et de ses dépendances. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers 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, ...etc.).

Les profils en travers permettent de calculer les paramètres suivants :

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

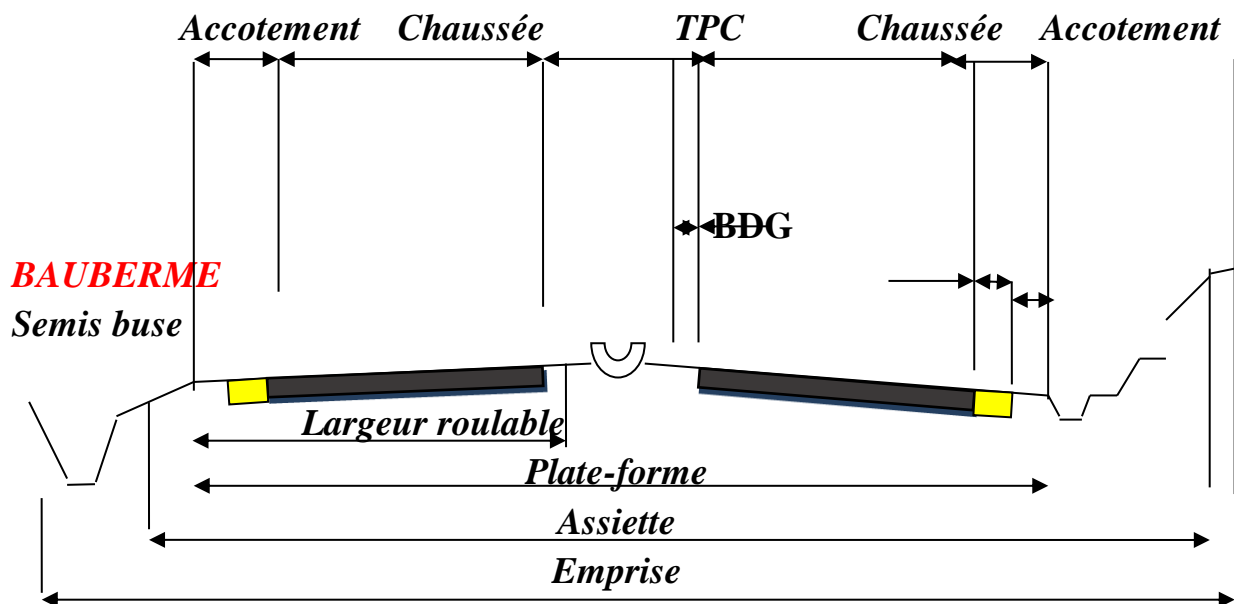
## **VII.2. TYPES DE PROFILS EN TRAVERS :**

Il existe trois types de profils en travers : Les profils en remblai, en déblai ou bien les profils mixtes.



**Fig.11** Différents types de profil en travers

### VII.3. LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERSESES :



*Fig12.Eléments constitutifs du profil en travers normal*

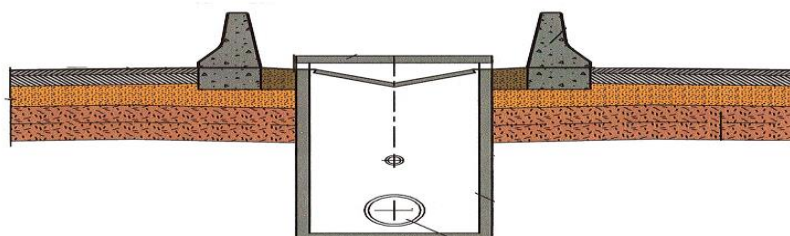
#### **1.1 La chaussée :**

D'après l'étude de trafic, nous avons trouvé une chaussée de 2×3 voies larges de **3,50 m**.

#### **1.2 Terre-plein central (T.P.C) :**

Le terre-plein central a pour fonctions la séparation physique de deux sens de circulation, d'éviter les mouvements de traversée des véhicules et les mouvements de tourne-à-gauche vers les accès éventuels, l'implantation de signalisation ...etc.

Ses caractéristiques dépendent essentiellement du milieu traversé, des fonctions de la route et de la limitation de vitesse.





### **Fig13. Détail de terre-plein central (TPC)**

#### **a. Bande dérasée gauche (B.D.G) :**

Elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité. Elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation.

#### **b. Bande médiane (B.M) :**

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux) et d'éventuelles piles d'ouvrages. Sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés. Si elle est inférieure ou égale à **3 m**, elle est stabilisée et revêtue pour en faciliter l'entretien.

### **1.3 Accotement :**

L'accotement comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) revêtue et bordée à l'extérieur d'une berme.

#### **❖ La zone de sécurité :**

La largeur de la zone de sécurité est, à compter du bord de la chaussée, de 8,50 m. En déblai, la zone de sécurité ne s'étend pas au-delà d'une hauteur de 3 m.

Dans la zone de sécurité, doit être isolé (sinon exclu), tout dispositif agressif tel :

- obstacle : arbre, poteau, maçonnerie, support de signalisation directionnelle, paroi rocheuse, appui d'ouvrage d'art...
- Caniveau non couvert.
- Fossé dépassant 50 cm de profondeur, sauf fossé de pente inférieure à 25%.
- Talus de déblai ou un merlon dont la pente dépasse 70%.
- Remblai de plus de 4 m de haut, dont la pente dépasse 25%, ou de plus de 1 m en cas de dénivellation brutale.

#### **❖ La bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) :**

- **La B.A.U** facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, la récupération d'un véhicule déviant de sa trajectoire, l'évitement d'un obstacle sur la chaussée, l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitation.

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

Sa largeur lorsque le trafic poids lourd excède 2 000 v/j (deux sens confondus) est : **L(B.A.U) = 2.5 m.**

- **La berme** : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisation verticale...). Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de **1,00 m** minimum.

La berme extérieure présente une pente transversale de 8% qui peut être portée jusqu'à 25% dans le cas où elle est intégrée au dispositif d'assainissement.

## **2. PROFILS EN TRAVERS AU DROIT DES OUVRAGES D'ART :**

Au droit de tout ouvrage d'art courant, les voies de circulation, les B.A.U et les bandes dérasées conservent la même largeur qu'en section courante.

Pour un passage supérieur, le choix du type d'ouvrage (nombre, position et largeur des piles) nécessite d'en intégrer les conséquences quant aux éléments du profil en travers. Par ailleurs, l'ouvrage doit dégager une hauteur libre de 5,75 m au minimum en tout point de la largeur rouable de l'autoroute.

En outre, une revanche – habituellement de 0,10 m – est réservée pour permettre un rechargement ultérieur de la chaussée. La hauteur libre d'une structure légère (passerelle piétons, portique de signalisation...) est majorée de 0,50 m.

Pour notre projet, nous avons implanté une hauteur libre de 5,75 m en tout point de la largeur rouable de l'autoroute.

## **PENTES TRANSVERSALES :**

### **2.1 Valeurs du dévers :**

- En alignement et en courbe non déversée, la pente transversale d'une chaussée est de 2,5 vers l'extérieur.

- Les courbes de rayon inférieur à  $R_{nd}$  sont déversées vers l'intérieur de la courbe. La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de  $1/R$ , entre 2,5% pour  $R_{nd}$  et 7% pour  $R_m$ .

La berme extérieure présente une pente transversale de 8% qui peut être portée jusqu'à 25% dans le cas où elle est intégrée au dispositif d'assainissement.

### **2.2 Changement de dévers :**

La variation du dévers est habituellement linéaire le long du raccordement progressif.

#### **a. Point de rotation des dévers**

Le point de rotation des dévers se situe habituellement sur l'axe de la plateforme.

#### **b. Evacuation des eaux de ruissellement**

Lorsqu'il est nécessaire d'introduire un changement de dévers, la longueur de la chaussée sur laquelle règnent les dévers compris entre -1% et +1% est déterminée de manière à ne compromettre ni l'écoulement des eaux de ruissellement, ni l'aspect du tracé.

Dans la zone de basculement du dévers, l'évacuation des eaux de ruissellement sur la chaussée requiert une pente résultante de 0,5% en tout point de la chaussée. En courbe déversée, le T.P.C. est équipé de façon à évacuer les eaux de ruissellement de la chaussée extérieure.

## **VII.4. Le profil en travers type pour le projet :**

Le profil en travers type considéré pour la section courante de notre projet, comprendra **3voies** dans chaque sens, une terre plein central (TPC), des bandes d'arrêt d'urgence à droite et gauche et des bermes.

Le profil en travers aura une largeur d'assiette, composée comme suit :



# **Chapitre VIII**

## **Cubatures**

### **VIII.1) Généralités :**

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

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

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

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

### **VIII.2) Définition :**

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

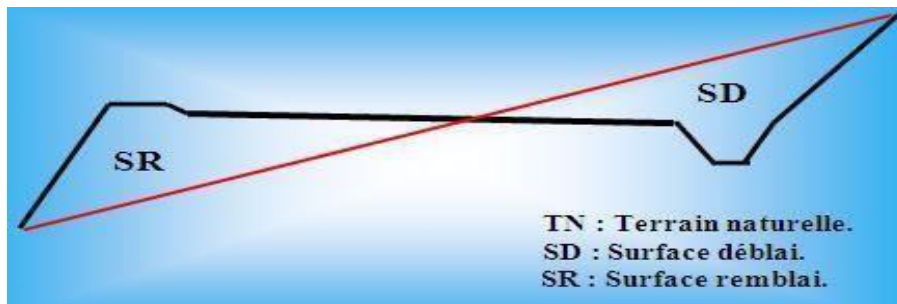
### **VIII.3) Méthode de calcul des cubatures :**

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

fastidieuses, mais il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifient le calcul.

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

On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.



**Figure n°15 : Volume déblai, remblai.**

### **VIII.3.1. Formule de Mr SARRAUS :**

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste à calculer le volume déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs

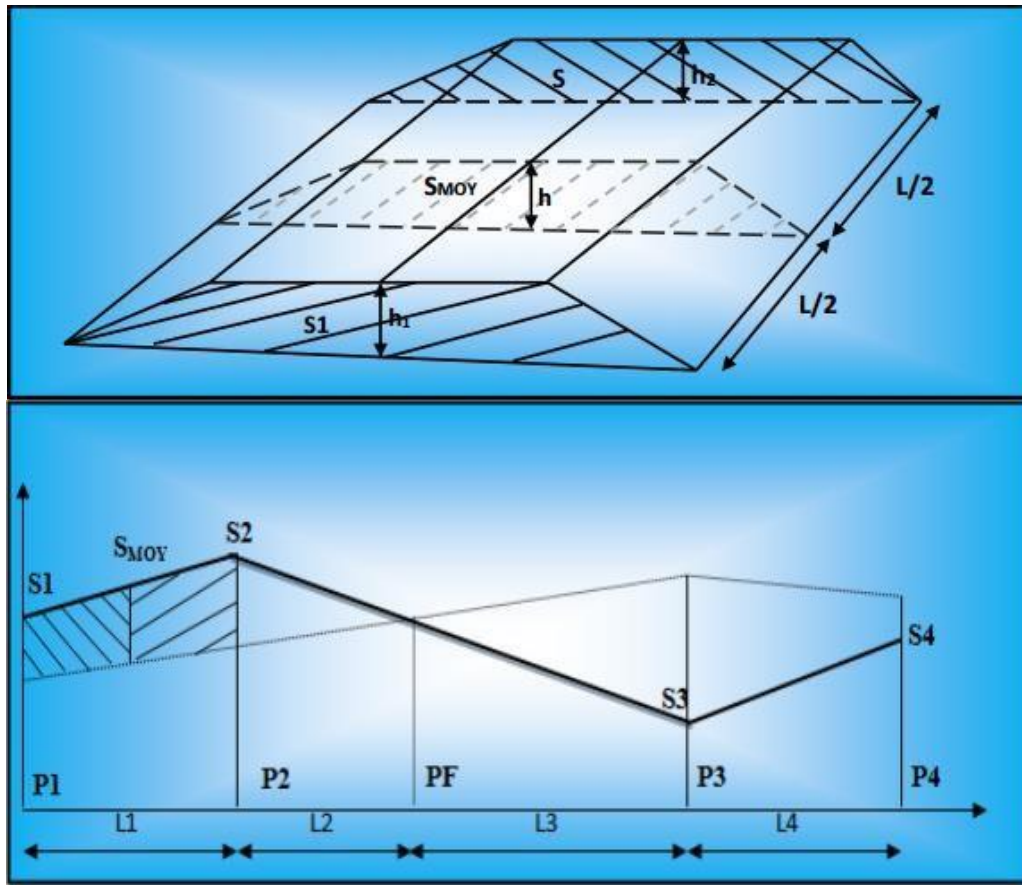


Figure n°16 : Calcul volume déblai ; Remblai.

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

**PF** : profil fictive, surface nulle.

- ✓ **S<sub>i</sub>** : surface de profil en travers P<sub>i</sub>.
- ✓ **L<sub>i</sub>** : distance entre ces deux profils.
- ✓ **S<sub>MOY</sub>**: surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance L<sub>i</sub>).

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions **S<sub>MOY</sub>** et **(S<sub>1</sub>+S<sub>2</sub>)/2** ; Ceci donne :

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



Donc les volumes seront :

$$\text{Entre P1 et P2 : } v_1 = \frac{L_1}{2} \times (s_1 + s_2)$$

$$\text{Entre P2 et PF : } v_2 = \frac{L_2}{2} \times (s_2 + 0)$$

$$\text{Entre Pf et P3 : } v_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + s_3)$$

$$\text{Entre P3 et P4 : } v_4 = \frac{L_4}{2} \times (s_3 + s_4)$$

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

$$V = \frac{L_1}{2} s_1 + \frac{L_1 + L_2}{2} s_2 + \frac{L_2 + L_3}{2} \times 0 + \frac{L_3 + L_4}{2} s_3 + \frac{L_4}{2} s_4$$

### **VIII.3.2. Méthode de GULDEN :**

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

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

### **VIII.3.3. Méthode linéaire :**

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

#### **VIII.4. Application au projet**

Dans notre projet, le calcul est fait par logiciel Covadis. Les résultats détaillés sont en annexe.

L'objectif fixé est de réduire au maximum la différence entre les volumes de déblais et remblais.

Volume total de décapage = 180.000,0 m<sup>3</sup>

Volume des déblais :  $V_D = 140.607,7\text{m}^3$

Volume des remblais :  $V_R = 280.960,0\text{m}^3$

Excès de remblai :  $= 140.082,3\text{m}^3$

# **Chapitre IX**

**Dimensionnement**

**Du**

**Corps de chaussée**

## **IX.1. Introduction**

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

Et aussi des conditions thermiques, pluie, neige, verglas etc.....

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vide.

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

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

Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

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

### 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**

La charge maximale autorisée sur un jumelage isolé est de 65 KN (6,5 tonnes) soit un essieu standard de 130 KN (13 T).

Il arrive également que cette charge maximale dépassée à cause de phénomène de surcharge.

- **Des intempéries**

Les variations de la température peuvent engendrer dans les solides élastiques des champs de contrainte et engendrer aussi : les effets du gel, les efforts de l'ensoleillement sur la déformation des mélanges bitumineux, et sur le vieillissement du bitume.

- **Des efforts tangentiels**

Lorsqu'un véhicule est en mouvement apparaissent des efforts horizontaux du fait :

- De la transmission de l'effort moteur ou du freinage.
- De la mise en rotation des roues non motrices.
- De la résistance aux efforts transversaux.

Toutes ces actions tangentielles s'accompagnent de frottement dans lesquels se dissipent de l'énergie et qui usent les pneumatiques et les chaussées.

## **IX.2. La chaussée :**

- **Définition :**

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

### ❖ Couche de surface :

Elle composée de la couche de roulement et la couche de liaison et elle est en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieure. Son rôle est de :

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer la sécurité (adhérence) et le confort (bruit et uni.)
- Assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

### ❖ Couche de base

Elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

### ❖ Couche de fondation

Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

### ❖ Couche de forme

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

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

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

## **IX.3. Les différentes catégories de chaussée**

Il existe deux catégories de chaussées :

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

### Structures de chaussée

Structure souple	Structure semi rigide	Structure rigide
<ul style="list-style-type: none"><li>• B.B</li><li>• G.N.T</li><li>• SOL SUPPORT</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• B.B</li><li>• G.T +G.B ou G.T</li><li>• SOL SUPPORT</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• BETON DE CIMENT</li><li>• G.T</li><li>• SUPPORT</li></ul>

Figure n°17 : Les différentes catégories de chaussée.

BB : béton bitumineux

GB : grave bitume

GT : grave traité

G.N.T : grave non trait.

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier car la qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisée, la chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas... Etc.

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie.

La qualité de la construction de chaussées joue à ce titre 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.

Enfin, on examinera les différentes méthodes de dimensionnements avec une application au projet.

#### **IX.4. Les principales méthodes de dimensionnement**

On distingue deux familles des méthodes :

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

Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées.

- **Method C.B.R (California – Bearing – Ratio)**

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

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

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

Avec :

e: épaisseur équivalente.

I: indice CBR (sol support).

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



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

Log : logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

$a_1 \times e_1$  : couche de roulement

$a_2 \times e_2$  : couche de base

$a_3 \times e_3$  : couche de fondation

Où :

$a_1, a_2, a_3$  : coefficients d'équivalence.

$e_1, e_2, e_3$  : épaisseurs réelles des couches.

### Coefficient d'équivalence

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

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

**Tableau n°23: Coefficient d'équivalence des matériaux.**

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

$$e = \sum_{i=0}^n a_i \cdot e_i$$

## IX.5. Application au projet

### 1. Application au projet :

#### 5-1 Méthode de C.B.R :

❖ **Données de l'étude :**

- Année de comptage : **2019**.
- TJMA<sub>2019</sub>=**11651 v/j**
- Mise en service : **2022**
- Durée de vie : **20 ans**
- Taux d'accroissement :  $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds : **Z = 30 %**
- C.B.R=**5,2**

❖ **Répartition de trafic :**

$$\text{TJMA}_{2042} = 28717 \text{ (V/j)}.$$

$$\text{TJMA}_{2042} = 14359 \text{ (V/j/sens)}$$

$$\text{TPL}_{2042} = 0,30 \times 14359 = 4308 \text{ PL /j/sens}$$

$$E = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \times \log \frac{4308}{10})}{5,2 + 5}$$

$E \approx 62 \text{ cm.}$
----------------------------

❖ **Epaisseur équivalente :**

$$E_{\text{équivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3.$$

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :  $a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 62 \text{ cm.}$

#### **Couche de roulement « Béton bitumineux BB »**

D'après le tableau ci-dessous

$$a_1 = 2.00$$

$$e_1 = 2 \times 7 = 14 \text{ cm}$$

#### **Couche de Base « Grave Bitume GB » :**

$$a_2 \times e_2 = 15 \times 1.5 = 22.50 \text{ cm}$$

### Couche de Fondation «Grave Non Traité GNT»:

$$a_3 = 1$$

### Épaisseur équivalente :

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :

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

$$e = 7 \times 2 + 15 \times 1.5 + e_3 \times 1 = \mathbf{62 \text{ cm}}$$

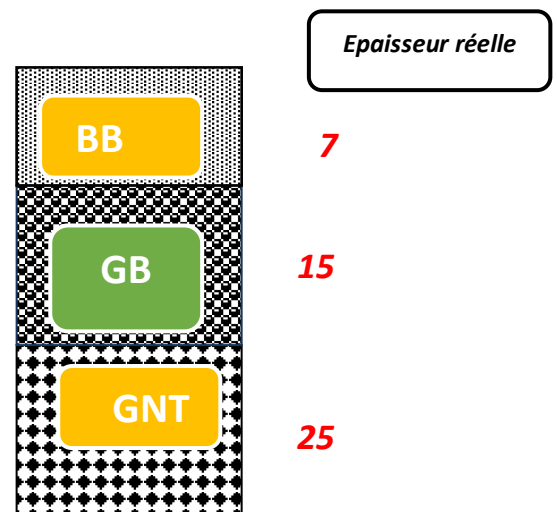
$$e_3 = [62 - (7 \times 2 + 15 \times 1.5)] / 1 = \mathbf{25,5 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm}}$$

$$e_3 = 25 \times 1 = \mathbf{25 \text{ cm}}$$

Donc l'épaisseur réelle est de

$$7(\mathbf{BB}) + 15(\mathbf{GB}) + 25(\mathbf{GNT})$$

Figure n°18 : Les couches du corps de chaussée



**Conclusion :** D'après les vérifications des déformations, on remarque bien que la méthode CBR nous donne le corps de chaussée le plus économique et tout en sachant que cette méthode est la plus utilisée en Algérie, donc on choisit les résultats de la méthode CBR.

# **Chapitre X**

## **Etude Géotechnique**

## **X.1 Introduction :**

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

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

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

La reconnaissance de sol, utilisant différents équipements et instrumentation sur terrain ou au laboratoire est un moyen pour le géotechnicien, à mieux connaître les sols et surtout le massif de sol étudié appelé à supporter dans de bonnes conditions le projet.

La géotechnique routière est la branche de la géotechnique qui traite des problèmes intéressant la route, dans toutes ses parties. Elle étudie notamment : les remblais, les fondations de chaussée et la construction des diverses couches de la chaussée.

## **X.2 Objectif de la géotechnique routière :**

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

## **X.3 Moyens de reconnaissance :**

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

- L'étude des archives et documents existants (cartes géologiques et géotechniques)

- Les visites sur site.
- Les essais « in-situ ».
- Les essais de laboratoire.

#### **X.4 Réglementation algérienne en géotechnique :**

La géotechnique couvre un grand champ qui va de la reconnaissance des sols au calcul et à l'exécution des ouvrages en passant par les essais de sols en laboratoire ou en place (in situ). Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols couramment réalisés en laboratoire dans le cadre des études géotechnique.

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

#### **X.5 Les essais en géotechnique :**

##### **Introduction :**

La détermination des caractéristiques d'un sol nécessite la réalisation d'essais. Certains essais (relatifs au comportement à court terme), peuvent être effectués de deux façons :

- Au laboratoire après prélèvement d'échantillon intacts (ou non remaniés).
- Au sein du massif de sol, par un essai en place ou in situ.

Les essais permettant la détermination des caractéristiques à long terme sont réalisés au laboratoire sur des échantillons de sol intacts.

Les essais in situ en géotechnique permettent d'approfondir l'étude des sols et des roches avant toute construction en surface ou en profondeur. Parfois discrédités au profit des essais de laboratoire, ils évitent pourtant toute contrainte de transport et de conservation susceptible d'altérer les prélèvements et leurs résultats.

##### **Les avantages de l'essai in situ sont les suivants :**

- Son exécution est rapide, donc on peut le multiplier pour permettre une meilleure reconnaissance du sol.

- Il est parfois le seul à réaliser lorsqu'on ne peut pas extraire des échantillons intacts.
- Il donne des résultats globaux par rapport aux essais de laboratoire qui donnent des résultats discontinus.

### **L'implantation des puits de reconnaissance :**

Les puits de reconnaissance creusés à ciel ouvert, réalisés à l'aide d'une pelle mécanique jusqu'au refus ou stoppée à 3.00 m de profondeur avaient pour objectif :

- La détermination des agencements lithologiques des strates rencontrées.
- La prise des échantillons remaniés en vue des essais de laboratoire.

D'autre part des densités in situ et des teneurs en eau ont été mesurés au droit de chaque puits à l'aide du gamma densimètre

### **X.5.1 Essais physiques :**

#### **1) La teneur en eau naturelle « W » : NF P 94-050**

##### **a. Définition :**

On désigne par teneur en eau la quantité d'eau contenue dans un échantillon de matière, par exemple un échantillon de sol, de roche, de céramique ou de bois, la quantité étant évaluée par un rapport de poids humides sur poids secs.

##### **b. But :**

L'essai de teneur en eau permet de déterminer quel est le pourcentage massique (W%) d'eau dans le sol étudié, c'est-à-dire quelle est la masse d'eau présente par rapport à 100 grammes de sol sec.

##### **c. Appareillages utilisés :**

- Etuve sèche
- Des récipients
- Balance :

- Balance sensible à 0,01 g près pour les sols fins
- Balance sensible à 0,1g près pour les sols sableux
- Balance sensible au gramme près pour les sols grossiers.

**d. Mode opératoire :**

**N.B :** l'essai doit se faire sur deux prises pour en fin prendre la moyenne.

- Rendre un récipient propre, sec et taré, y placer un échantillon de sol humide d'un poids minimum de :
  - 30g pour les sols fins
  - 300g pour les sols moyens
  - 3000g pour les sols grossiers
- On les place à l'étuve après 15 heures on prend le poids. En principe entre les deux pesées, de la différence est inférieure à 0,1%.

**Calcul de la teneur en eau :**

Soit Ph le poids humide de l'échantillon et Ps le poids sec de l'échantillon

$$W = \frac{Ps}{Ph} \times 100$$

❖ **Phase 1 :** Déterminer "Ph" le poids Humide

- Sur le terrain, disposer d'une balance type balance de cuisine et d'une poêle à frire.
- Poser la poêle sur la balance et faire la tare. (La balance doit indiquer « 00 » lorsque la poêle est dessus).
- Répartir dans la poêle une couche de sol épaisse d'environ 2cm.
- Noter le poids indiqué par la balance. C'est le poids humide (Ph).

❖ **Phase 2 :** Déterminer Ps



- Installer le réchaud à Gaz sur un endroit plan et abrité.
- Utiliser des gants et une spatule afin de prévenir tout risque de brûlure. Allumer le réchaud et « cuire » le sol en le mélangeant jusqu'à obtenir un mélange poudreux et totalement sec. (En laboratoire on évapore l'humidité du sol en le plaçant 24 heures dans une étuve à 105°).
- Laisser la poêle et le mélange refroidir sous surveillance.
- Peser le mélange et noter le poids sec indiqué. C'est le poids sec (Ps).

❖ **Phase 3 : Déterminer W%**

- A l'aide de la calculatrice, en prenant garde aux priorités de calcul, remplacer les valeurs de Ps et Ph dans la formule mathématique et déterminer la teneur en eau (W) du sol étudié.

$$[(Ph - Ps) : Ps] \times 100 = \text{Teneur en eau (W)}$$



**Figure n°19 : Matériels d'essai teneur en eau.**

**2) Masse volumique (NF P 94-054, NF P 94-053)**

**a. Définition :**

( $\gamma$ ) est la masse d'un volume unité de sol :



$$\gamma = W / V$$

On calcule aussi la masse volumique sèche :

$$\gamma_{ds} = W_s / V$$

### **b. Principe de l'essai :**

On utilise le principe de la poussée d'Archimède.

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 leur volume permet de calculer le poids volumique des grains solides.

### **c. But de l'essai :**

Le but de cet essai est de déterminer expérimentalement au laboratoire de certaines caractéristiques physiques des sols.

### **d. Domaine d'utilisation :**

Cet essai est utilisé pour classer les différents types de sols.

## **3) Analyse granulométrique par tamisage :**

### **a. Définition :**

L'analyse granulométrique est l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille, ...). Par métonymie, c'est aussi le nom donné au résultat de cette analyse.

**Granularité :** distribution dimensionnelle des grains.

**Refus :** sur un tamis : matériau qui est retenu sur le tamis.

**Tamisât (ou passant) :** matériau qui passe à travers le tamis.

C'est la fraction d'un matériau comprise entre 80  $\mu\text{m}$  et 50 mm, détermination de la classe granulométrique.

Par deux méthodes :

- Tamisage par voie humide (NFP P 94-041)
- Tamisage à sec après lavage (NF NP P 94-056)

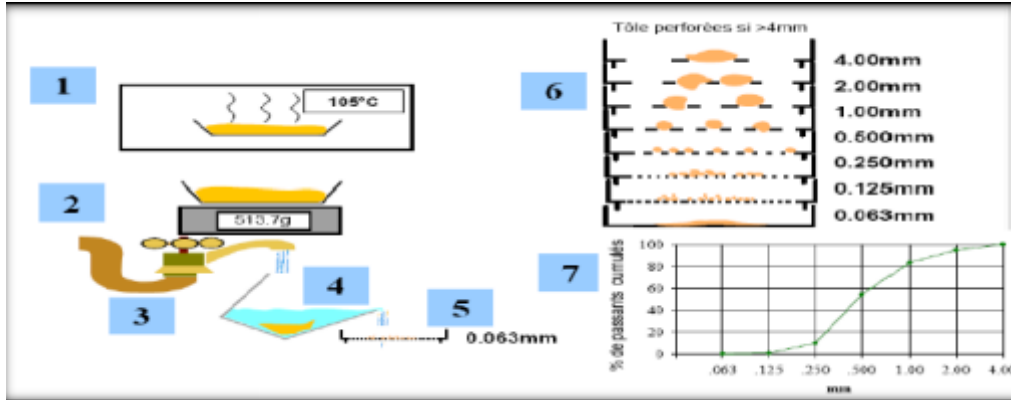


Figure n°20 : Analyse granulométrique.

#### b. But de l'essai :

L'analyse granulométrique permet de déterminer la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles de grains constituant l'échantillon.

#### c. Principe de l'essai :

L'essai consiste à séparer les grains agglomérés d'une masse connue de matériau par brassage sous l'eau à fractionner ce sol, une fois séché au moyen d'une série de tamis et à peser successivement le refus cumulé sur chaque tamis.

#### d. Matériel utilisé :

- Appareillage spécifique à la norme P 18-553.
- Bacs, brosses, pinceaux.
- Balance dont la portée limite est compatible avec les masses à peser et permettant de faire toutes les pesées avec une précision relative de 0,1 %.
- Étuve ventilée réglée à  $105 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ .
- Un dispositif de lavage.
- Colonne de tamis.



**Figure n°21 : Tamisage électrique et manuel.**

**e. Préparation de l'échantillon pour l'essai :**

L'échantillon doit être préparé suivant les prescriptions de la norme **P 18-553**. La masse  $M$  de l'échantillon pour l'essai doit être supérieure à  $0,2 D$ , avec  $M$  exprimé en kilogrammes et  $D$  la plus grande dimension spécifiée en millimètres. (Voir figure)



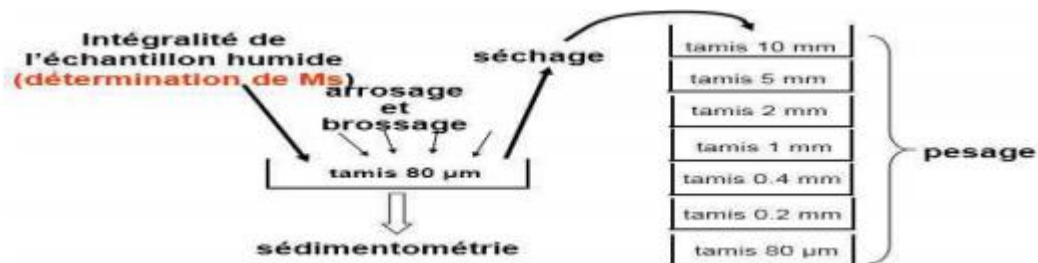
**Figure n°22 : Méthode d'essai.**

**f. Mode opératoire :**

**1- Mode opératoire N°1 :**

- Calcul de la masse sèche :  $M_s$
- Faire une teneur en eau :  $w$
- Peser l'échantillon humide :  $M$
- $M_s = M / (1+w)$
- Tamisage par voie humide (OBLIGATOIRE)

- Tamis de 80µm
- Séchage des refus à 80µm (sables et graviers)
- Tamisage à sec des refus à 80 µm
- Pesage des refus secs La figure ci-dessus représente le premier mode opératoire :



**Figure n°23 : Mode opératoire 01.**

## 2- Mode opératoire N°2 :

Pesage des refus cumulés ( $R_i$ ) :

- $R_1, (R_1 + R_2), R_1 + R_2 + R_3, \dots$  etc

Calcul du pourcentage des refus (%) ( $PR_i$ ) :

- $R_1 / M_s = PR_1$
- $(R_1 + R_2) / M_s = PR_2$
- $(R_1 + R_2 + R_3) / M_s = PR_3 \dots$  etc

Calcul du pourcentage des tamisas (%) ( $T_i$ ) :

- $T_1 = 1 - PR_1$
- $T_2 = 1 - PR_2$
- $T_3 = 1 - PR_3$

La figure suivante représente le deuxième mode opératoire :



## **Figure n°24: Mode opératoire 2.**

### **4) Equivalent de sable selon la norme : NFP18-598**

#### **a. Définition :**

L'essai d'équivalent de sable, permettant de mesurer la propreté d'un sable, et effectué sur la fraction d'un granulat passant au tamis à mailles carrées de 5 mm. Il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments fins, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments sableux qui sédimentent et les éléments fins qui flocculent.

La valeur de l'équivalent de sable (ES) est le rapport, multiplié par 100, de la hauteur de la partie sableuse sédimentée, à la hauteur totale du flocculat et de la partie sableuse sédimentée.

#### **b. But de l'essai :**

Le but de cet essai est de permettre de mesurer rapidement l'importance relative des éléments fins au sien d'un matériau sableux, il rend compte globalement de la qualité et la quantité des éléments fins qui flocculent et l'élément sableux qui sédimentent.

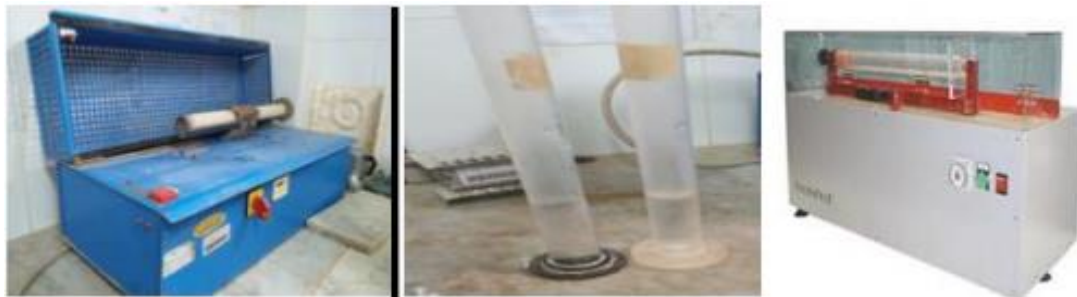
#### **c. Principe :**

L'essai consiste à verser un échantillon de sable et une petite quantité de solution flocculant dans un cylindre gradué et d'agiter de façon à détacher les revêtements argileux des particules de sable de l'échantillon. On complète alors le sable en utilisant le reste de solution flocculant afin de faire remonter les particules de fines en suspension au-dessus du sable. Après 20 min, les hauteurs des produits sont mesurées. L'équivalent de sable est le rapport hauteur du sable sur la hauteur totale, exprimé en pourcentage.

#### **d. Matériels utilisés :**

- Tamis de 5 mm d'ouverture de mailles avec fond.

- Spatule et cuillère.
- Récipients de pesée pouvant recevoir environ 200 ml.
- Balance dont la portée limite est compatible avec les masses à peser et permettant de faire toutes les pesées avec une précision relative de 0,1 %.
- Chronomètre donnant la seconde.
- Règle de 500 mm, gradué en millimètres.
- Goupillon pour le nettoyage des éprouvettes. (Voir figure)
- Bacs pour tamisage



**Figure n°25 : Matériels utilisés dans l'essai équivalent de sable.**

#### **e. Préparation de l'échantillon pour essai :**

L'échantillon pour laboratoire doit être préparé suivant les prescriptions de la norme

**P 18-598.** Sa masse doit être telle que la fraction passant au tamis de 5 mm pèse 500 à 700 g.

Si l'échantillon pour laboratoire n'est pas humide, l'humidifier afin d'éviter les pertes de fines et la ségrégation. Sur celui-ci, procéder à la préparation d'un échantillon pour la détermination de la teneur en eau  $w$  et de deux échantillons pour essai.

L'essai s'effectue sur le sable à sa teneur en eau naturelle, la masse sèche de l'échantillon pour essai doit être de  $120 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ .

#### **f. Mode opératoire :**

- Tamisez l'échantillon (tamis de 5mm), et prenez 120 g.
- Remplir l'éprouvette jusqu'au trait inférieur avec la solution lavande, puis ajouter la masse de l'échantillon, et laisser la manipulation pendant 10 mn
- Après les 10 mn on ferme l'éprouvette avec un bouchon et on la pose dans un agitateur et le démarrer (agitation pendant 30s)

- Laver avec la tige d'eau de la solution lavande jusqu'à le trait supérieur
- Après 20 mn, mesurer avec la règle h1 jusqu'au niveau qui sépare le liquide et le matériau. Et avec le piston on mesure h2
- Refaire l'essai 3 fois.



**Figure n°26: L'essai d'équivalent de sable**

Selon la norme française **NFP 18-598**, l'observation de l'essai et la classification des échantillons se résume dans le tableau suivant :

N°	Equivalent de sable en %	Observation
01	ESV < 65	Sable argileux; risque de retrait ou de gonflement de béton.
02	65 > ESV < 75	Sable léguèrent argileux ; de propreté admissible.
03	75 > ESV < 85	Sable propre ; convenant au béton à haute qualité.
04	ESV > 85	Sable très propre ; absence de plasticité de béton.

**Tableau n°24 : Nature du sol en fonction d'E.S.**

### **5) Limites d'Atterberg : NF P 94-051**

#### **a. Définition :**

Les limites d'Atterberg sont des constantes physiques conventionnelles qui marquent le seuil entre ces différents états elles ont pour valeur la teneur en eau du sol a l'état de transition ont les définis aussi par les notions suivantes telles que :

- La limite de liquidité  $W_L$  qui sépare l'état liquide au plastique
- La limite plasticité  $W_P$  qui sépare l'état plastique au solide
- La limite plasticité  $W_s$  qui sépare l'état solide avec retrait et l'état solide sans retrait (peu utilisé)
- L'indice de plasticité  $I_P$  définit par l'étendu du domaine plastique



- L'indice de consistance relative  $I_c$  définit par l'état naturel d'un sol en fonction de sa teneur en eau
- L'indice de liquidité  $I_L$  fournit une approche inverse de l'indice de consistance relative Relation entre ces différents facteurs :
  - $I_c = WL - Wp$
  - $I_L = W - Wp$
  - $I_p = WL - Wp$

### **b. But de l'essai :**

Le but de cet essai est de déterminer les limites de plasticité et de liquidité d'un matériau et son état de consistance dans des proportions importantes en fonction de sa teneur en eau.

### **c. Principe de détermination des limites de consistance :**

L'essai s'effectue en deux phases :

- Détermination de la teneur en eau  $WL$  pour laquelle une rainure pratiquée dans une coupelle se forme, suite à des chocs répétés pour un nombre de coups donnés (cette limite de liquidité correspond à une résistance à un cisaillement conventionnel).
- Détermination de la teneur en eau  $WP$  pour laquelle un rouleau de sol se fissure (cette limite de plasticité correspond à une résistance à la traction conventionnelle).

### **d. Préparation de l'échantillon :**

- On tamise une quantité de sol (tamis 0,400) pour obtenir 200 grammes de mortier préalablement au tamisage on prendra soin de briser les mottes de terre au pilon et d'écartier manuellement les grosses particules.
- On ajoute progressivement une quantité d'eau au sol et on malaxe rigoureusement.
- On couvrit le mélange et laisser reposer pendant la durée nécessaire à rhomogénéisqtiofr.de l'humidité. Une période de repos de 24 heures est

nécessaire pour les argiles, et quelques minutes sont suffisantes pour les limons.

## e. Détermination de la limite de liquidité :

### e.1 Matériels utilisés :

- Spatule, coupelle, marbre pour malaxage, godet
- Balance, étuve à 105°C, socle en bois, bac et pinceau
- Appareil de limite (CASAGRANDE)
- Outil à rainurer
- Les tares



Figure n°27: Matériels utilisés.

### e. 2 Préparation de l'appareil :

Avant de démarrer l'essai il est conseillé de réaliser les préparations suivantes :

- On nettoie le socle et la coupelle avec un chiffon propre.
- On marque le point de contact de la coupelle avec le socle.
- On règle la hauteur de chute de la coupelle à l'aide de la vis de réglage.

### e. 3 Mode opératoire :

- On remplit la coupelle au % avec le mélange de sol-eau en utilisant la spatule, pour obtenir une épaisseur maximum de 10 mm
- On réalise une rainure centrale qui partage le sol en deux avec l'outil à rainurer tenu perpendiculairement à la surface de la coupelle.

- A l'aide de la manivelle, on imprime à la coupelle une série de chocs régulière, à raison de deux chocs par seconde. On note le nombre de chocs qui correspond à la fermeture des lèvres de la rainure sur une longueur de 10 mm :
- On Utilise l'extrémité non biseautée de l'outil à rainurer pour vérifier. La première fermeture doit se faire entre 15 et 30 chocs. Si l'échantillon est sec, la fermeture se fera pour un nombre de chocs plus élevé, on ajoute un peu d'eau à l'échantillon et on malaxe vigoureuse et on reprend les opérations de 1 -4.
- On prélève à l'aide de la spatule une masse ;  $M_i$ , (humide) de sol à endroit où les lèvres se sont refermées et On procède à la mesure de sa teneur en eau et on met dans une tare de masse vide  $M_v$  et on pèse l'ensemble  $M_{eh}$  (tare+sol humide telle que  $M_h = M_{eh} - M_v$ ) puis on pose dans l'étuve et après 24 heures (la durée de séchage) on pèse mon échantillon  $M_{es}$  (tare+sol sec telle que  $M_s = M_{es} - M_v$ ).

## **f. Détermination de la limite de plasticité :**

### **f.1 Mode opératoire :**

- On prend la quantité de sol réservée à la détermination de la limite de plasticité au démarrage de la manipulation.
- On assèche cette fraction de sol en le roulant entre les paumes des mains. On roule les poulettes sur une surface lisse de façon à former des rouleaux ou fuseaux qu'on amincit progressivement jusqu'à ce qu'ils atteignent un diamètre de 3mm et de longueur de 20 mm. ➤ On reforme les boulettes avec les fuseaux et On répète l'étape 2 jusqu'à ce que les rouleaux de 3 mm se cassent en morceaux lorsqu'ils soumièrent à leur propre poids. Dans cette situation on dit que le sol a atteint sa limite de plasticité.
- On place les morceaux, ainsi de chaque rouleau brisé, ans une coupelle et on détermine leur teneur en eau.

La limite de liquidité sera la moyenne des teneurs en eau de tous ces échantillons. La teneur en eau de chaque échantillon ne doit pas varier de plus de 1 des autres teneurs en eau trouvées sinon elle est écartée. (Voir la figure)



**Figure n°28 : Limite de plasticité.**

## **6) Essai d'évaluation des carbonates : NF P 94-048**

### **a. Définition :**

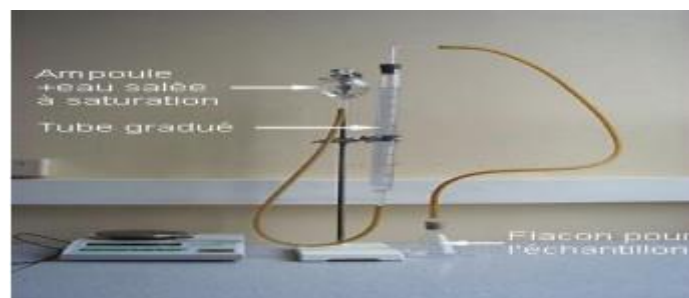
L'essai de carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) c'est la méthode de détermination de la teneur en carbonate dans des échantillons de sols (y compris les sédiments), de matières utilisées sur ou dans les sols et de déchets. Cette détermination est systématique sur les matières amendâtes mais pas sur les sols.

### **b. But de l'essai :**

Un calcimètre permet de mesurer le volume de  $\text{CO}_2$  dégagé par action de l'acide chlorhydrique ( $\text{HCl}$ ) sur le carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) d'un échantillon de sol ou de roche.

### **c. Matériel utilisé :**

- Fiole.
- Tamis de 0.200 mm
- Solution d'acide chlorhydrique.
- Calcimètre.
- Balance.



**Figure n°29 : Appareillage.**

#### d. Préparation de l'échantillon :

- Prélever une masse  $m=50g$  de l'échantillon.
- Tamiser l'échantillon au tamis 0.2mm.
- Peser une masse  $m_1$  à partir de la masse  $m$ . (Voir figure)



Figure n°30 : Tamisage de l'échantillon.



Figure n°31 : Pesé l'échantillon.

#### e. Mode opératoire :

- Verser la prise  $m_1$  dans la fiole.
- Introduire le tube qui contient 10ml de solution d'acide chlorhydrique.
- Relier la fiole au calcimètre.
- Equilibrer les pressions au zéro de la colonne.
- Verser l'acide contenu dans le tube sur la masse  $m_1$ .
- Agiter énergiquement la fiole.
- Suivre et équilibrer en permanence le niveau d'eau de la colonne et celui de l'ampoule jusqu'à la stabilisation de dégagement gazeux.
- Noter le volume  $V$  de gaz.
- Répété l'essai aplatir de l'étape de verser la masse dans la fiole mais pour  $m' = 0.050, 0.100, 0.200, 0.300g$ , et calculer  $V'$ .
- Tracer la courbe d'étalonnage.
- Déterminer à partir de la courbe la masse  $m_2$ .

La figure ci-contre représente le mode opératoire de l'essai carbonate :



**Figure n°32 : Mode opératoire de l'essai carbonate.**

La qualification de l'horizon dépende de la teneur en calcaire totale comme le montre le tableau suivant :

<b>Teneur en calcaire total</b>	<b>Qualificatif de l'horizon</b>
< 1 %	non calcaire
1à5%	peu calcaire
5à25%	modérément calcaire
25à50%	fortement calcaire
60à80%	très fortement calcaire
>80%	excessivement calcaire

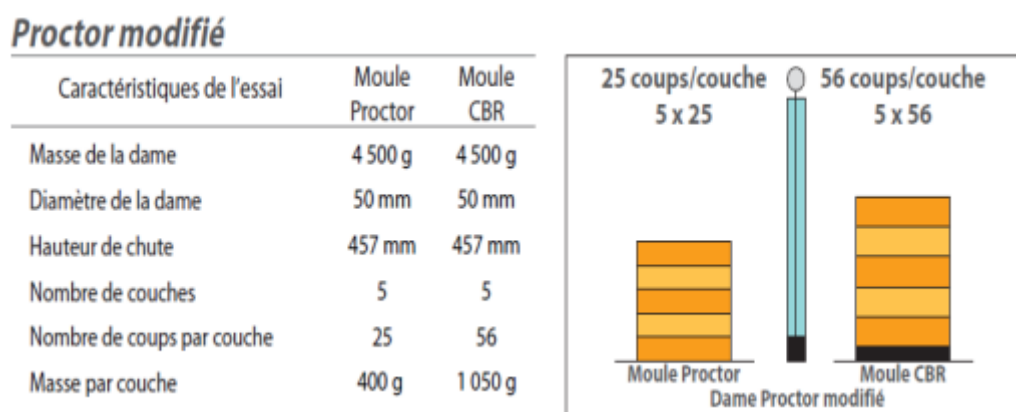
**Tableau n°25 : Qualification des horizons en fonction de leur teneur en calcaire total selon le GEPPA.**

## **II. X.5.2 Essais mécaniques :**

### **1) Essai Proctor modifié : NF P 94-093**

#### **a. Définition :**

L'essai Proctor, mis au point par l'ingénieur Ralph R. Proctor (1933), est un essai géotechnique qui permet de déterminer la teneur en eau nécessaire pour obtenir la densité sèche maximale d'un sol granulaire par compactage à une énergie fixée (dame de poids, nombre de coups et dimensions normés). Le protocole de l'essai Proctor suit la norme **NF P 94-093** (détermination des références de compactage d'un matériau). Les valeurs obtenues par l'essai sont notées pour la teneur en eau optimale, et pour la masse volumique sèche optimale. Une autre référence peut être déterminée pour une énergie supérieure (notamment pour des couches de chaussées granulaires), il s'agit de l'optimum Proctor modifié (OPM). (Voir figure)



**Figure n°33 : Modalité d'exécution des essais Proctor modifié.**

### **b. But de l'essai :**

L'essai a pour but de déterminer la teneur en eau optimum en fonction de la densité sèche optimale pour un sol de remblai donné et des conditions de compactage fixées qui conduit au meilleur compactage possible ou encore capacité portante maximum.

### **c. Principe de l'essai :**

Lorsqu'on compacte de façon identique des échantillons d'un même sol, au moins cinq teneurs en eau différentes, on constate que la densité sèche  $\rho_d$  varie

et passe par un maximum pour une teneur en eau déterminée (dite optimale  $W_{opt}$ ).

**d. Appareils utilisés :**

- Un moule Proctor et CBR
- Une dame Proctor et CBR
- Une règle à araser
- Un disque d'espacement, étuve
- Une burette, balance,
- Une éprouvette, truelle, un bac et un tamis de 5 et 20 (Voir figure)



**Figure n°34 : Matériels de l'essai Proctor.**

**e. Mode opératoire :**

- Peser 5500 g de Tuf.
- Tamiser la peser (série de passoir « 100-63-40-25-12,5 »).
- Noter la peser de chaque refus.
- Puis ajouter un pourcentage d'eau de 2% puis 4% puis 8% en mélangeant bien.
- La découper l'échantillon en 5 couches, ensuite les mettre l'une après les autres en compactant chaque couche avec la même énergie de compactage (56) coups/couches) jusqu'à la dernière couche.
- Araser bien et enfin peser et l'enlevé du moule.

La figure suivante montre les différentes étapes de l'essai Proctor :





**Figure n°35 : Les étapes de l'essai Proctor.**

Après le tracé de la courbe Proctor, on tire la densité sèche optimale et la teneur en eau optimale.

## **2) Essai CBR : NF P 94-078**

### **a. Définition :**

Pour les sols à vocations routière CALIFORNIA BEARING RATIO permet de définir un indice purement empirique dit indice portant cet indice connu grâce à des abaques permet de calculer l'épaisseur des couches de formation nécessaire d'une chaussée et ceci en fonction de la charge par essieu et du trafic attendu.



**Figure n°36 : Matériels d'essai CBR.**

### **b. But de l'essai :**

Cet essai a pour but de déterminer la portance d'un sol (l'indice CBR).

### **c. Principe de l'essai :**

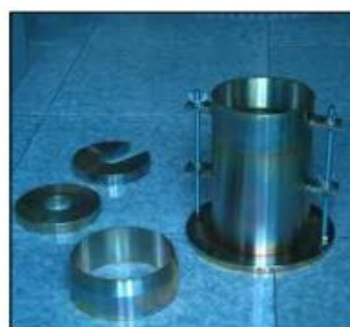
L'essai consiste à mesurer les forces à appliquer sur un poinçon cylindrique pour le faire pénétrer à vitesse constante (1.27 mm/min) dans une éprouvette de matériau, les valeurs particulières des deux forces ayant provoqué deux enfoncements (2.5 et 5.0 mm) conventionnels sont respectivement rapportées aux valeurs des forces observées sur un rapportées aux valeurs des forces observées sur un matériau de référence pour les mêmes enfoncements.

L'indice portant immédiat (IPI) est obtenu lorsqu'on effectue l'essai de poinçonnement, sans surcharge, aussitôt après la confection de l'éprouvette.

L'indice CBR immersion (I.CBRi) est mesuré après 4 jours d'immersion dans l'eau, dans ce cas, l'éprouvette est recouverte de surcharges permettant de frotter la surface de l'échantillon et l'on mesure le gonflement linéaire de l'éprouvette.

#### **d. Mode opératoire :**

Il est nécessaire d'effectuer au préalable un essai Proctor modifié afin de déterminer la teneur en eau optimal de compactage de l'échantillon, cette teneur étant connu on prépare le nombre d'éprouvette voulue pour moule CBR, la même énergie de compactage sera adoptée que pour le moule Proctor modifié. Avant compactage un disque est disposé au fond du moule et après compactage le moule est arasée pesé puis remis sur l'embase on y dispose alors le plateau de gonflement, l'anneau de surcharge, le compactage, le comparateur que l'on règle à zéro, le moule est ensuite mis à imbiber pendant 4 jours au cours des quels on mesure à l'aide du comparateur les gonflements éventuels de l'échantillon, l'imbibition terminée la phase de poinçonnement commence le moule est disposé sur le plateau de la presse le piston est au contact du sol à l'aide de l'indicateur de cadence le poinçonnement s'effectue à vitesse constante de 1.27 mm/min au cours de l'essai la pression correspondante aux enfoncements /0.625 / 1.25 / 2.00 / 2.5 / 5 / 7.5 / 10mm est noté en fin de l'essai l'échantillon est prélevé et sa teneur en eau est déterminée. (Voir figure).



## **Figure n°37 : Matériels d'essai CBR.**

### **e. Facteurs influents de l'essai :**

#### **1) Teneur en eau :**

Pour avoir un meilleur remblai on utilise le sol dont la courbe Proctor est aplatie c'est-à-dire le sable, par contre il faut éviter les sols dont la courbe présente un maximum marqué.

#### **2) L'énergie de compactage :**

La courbe Proctor varie si l'énergie de compactage varie, si la densité augmente W diminue.

### **f. Remarque :**

On mesure trois types d'indices en fonction du but :

a) L'indice caractérisant l'aptitude du sol à permettre la circulation des engins de chantier directement sur sa surface lors des travaux : indice portant immédiat (IPE)

b) L'indice caractérisant l'évolution de la portance d'un sol support compacté à différentes teneurs en eau : CBR immédiat

c) L'indice caractérisant l'évolution de la portance d'un sol support compacté à différentes teneurs en eau et soumis à des variations de régime hydrique : CBR APRES IMMERSION.

## **II. X.5.3 Essais chimiques :**

### **1) Essais au bleu de méthylène (ou à la tache) :**

#### **a. Définition :**

Les molécules de bleu de méthylène ont pour propriété de se fixer sur les surfaces externes et internes des feuillets d'argiles, la quantité de bleu adsorbée

par 100 grammes 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).

### **b. Principe de l'essai :**

L'essai consiste à mettre en suspension une fraction de sol (0/d) avec  $d \leq 10$  mm et à ajouter à cette suspension des doses successives de 5 ml d'une solution de bleu de méthylène jusqu'à apparition d'une auréole bleue autour de la tâche constituée par le sol, L'auréole bleue indique l'excès de cette solution dans les particules d'argile.

La valeur VBS est alors calculée à l'aide de la relation :

$$\text{VBS (\%)} = XP \times C \times 100$$

Avec :

X : La masse de bleu introduit

P : Masse sèche de la prise d'essai (100g)

C : Proportion de la prise d'essai dans le (0/50) mm

## **II. X.5.4 Essais des Enrobés :**

### **1) L'essai de compacité :**

#### **Définition de l'essai :**

L'essai proposé dans ce document a pour but de mesurer la compacité d'une fraction granulaire de masse déterminée lorsqu'elle est soumise, dans un cylindre, à une sollicitation mécanique définie. Le mode opératoire exposé s'applique aux granulats d'origine naturelle ou

artificielle utilisés dans le domaine du bâtiment et du génie civil. L'appareillage et les conditions des essais sont décrits mais aussi un exemple de feuille d'essai est donné pour permettre une bonne mise en œuvre de la méthode d'essai.

#### **La méthode du nucléo densimètre :**

Cette méthode consiste à placer à la surface du sol un appareil muni d'une source radioactive de rayons  $\gamma$  et d'un détecteur de particules protégés l'un et l'autre par

des blindages tels que toutes les radiations provenant de la source pénètrent dans le sol et que seules les radiations provenant du sol atteignent le détecteur.



**Figure n°38 : L'appareil de compacité (nucléo-densimètre).**

## **2) Essai de carottage :**

Les carottages sont des essais destructifs très riches en information sur l'état des couches traitées (aux liants hydrauliques ou bitumineux) des chaussées. Ils renseignent tant sur l'épaisseur et l'état des couches traitées que sur celui des interfaces ; ou des fissures.

Pour pouvoir exploiter ces informations dans des systèmes d'analyse automatique, il est nécessaire de les codifier.

La présente méthode s'attache à définir les conditions d'exécution des carottages routiers, et

Les règles de codification, voire d'agrégation, des observations faites lors de ces essais.

### **PRINCIPE :**

Le carottage est un essai qui consiste à découper et à extraire d'une chaussée un échantillon cylindrique, appelé carotte.

L'observation visuelle de la carotte, et de la paroi de la cavité ainsi pratiquée dans la chaussée, permet de connaître la nature et l'état des matériaux.

On déduit notamment de cet essai les caractéristiques suivantes :

Pour chaque couche de matériau, l'épaisseur  $E_p$ , l'indice d'état du matériau IEM, Et si une fissure traverse la carotte, l'indice d'état de la fissure, IEF pour chaque interface, l'indice IEI d'état de l'interface. Les couches et interfaces sont numérotées en ordre croissant du haut vers le bas.

### **APPAREILLAGE :**

Les carottages sont effectués avec une carotteuse type CECPA, ou équivalent. Sauf spécification contraire explicite, ils sont toujours réalisés à l'eau.

La carotteuse doit être capable de traverser l'épaisseur de la chaussée dans le diamètre requis par l'application. Elle doit être stable pendant l'essai. Sa broche doit être équipée d'un dispositif de contrôle et d'affichage en continu de la vitesse de rotation et de la poussée permettant d'optimiser la coupe avec le carottier choisi.

Cette broche, stable dans son porte broche, doit aider au centrage du carottier de sorte qu'il ne vibre pas pendant l'essai.

Il est recommandé de ne pas tolérer un excentrement supérieur à + 1 % du diamètre du carottier.

Le matériel accessoire doit comprendre :

- Une équerre d'angle permettant de s'assurer de l'orientation du Carottage par rapport à la surface de la chaussée (cf. « Condition d'exécution des carottages »),

- D'une pince permettant, le cas échéant, d'extraire les carottes sans les détériorer,
- Un appareil photographique.
- Le matériel peut aussi comprendre un endoscope pour l'observation fine de la paroi de la Cavité.

### **MODE OPERATOIRE :**

L'essai comprend quatre phases qui doivent être exécutées en respectant Les conditions décrites dans les paragraphes « Condition d'exécution des carottages » Et « Conditions d'observation des carottages »:

- La mise en place de la carotteuse,
- L'exécution du carottage proprement dit,
- L'extraction de la carotte,
- L'observation de la carotte et de la cavité de carottage.
- La mesure d'épaisseur n'est pratiquée exclusivement sur la carotte que lorsque celle-ci est intacte. Sinon, elle doit être confirmée par une mesure dans la cavité de carottage.



**Figure n°39 : Exemple d'un essai de carottage.**

# **Chapitre XI :**

## **Assainissement**



## **XI.1. Généralités**

Tout ouvrage routier comporte un réseau d'assainissement dont le rôle est de récupérer et d'évacuer toutes les eaux de ruissellements.

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines.

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.

## **XI.2. Objectif de l'assainissement**

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulent directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de visibilité.
- Réduction du cout d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de la chaussée. (Danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).

- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (Danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

### **XI.3. Assainissement de la chaussée**

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

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

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

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

#### **Fossé de crête de déblai :**

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

#### **Fossé de pied du talus de remblai :**

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

#### **Drain**

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

Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

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

### **Descentes d'eau :**

Dans les sections route en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2.50m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau.

Elles sont espacées généralement tous les 50m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1% Lorsque la pente est inférieure à 1%, leur espacement est varié entre 30m et 40m

## **XI .4. Définitions des termes hydrauliques**

### a) **Bassin versant :**

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

### b) **Collecteur principal (canalisation) :**

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

### c) **Chambre de visite (cheminée) :**

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et leur nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pentes longitudinales de la canalisation.

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

d) **Sacs :**

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

e) **Les ouvrages des écoulements des eaux :**

En général les ouvrages d'évacuations des eaux superficielles ou sous chaussée sont nombreux, parmi lesquels ceux qui ont traversé notre route sont les suivantes :

- Les passages submersibles.
- Les fossés.
- Les dalots.
- Les buses.

f) **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.

g) **Fossés :**

Ces sont des tranchées creusées en longueur dans le sol et servent à délimiter les terrains ou à l'écoulement de l'eau de ruissellement.

h) **Les dalots :**

Les dalots ont le même rôle que les buses, ils servent à évacuer les eaux sous chaussée, leurs dimensions aussi varient suivant l'importance de la profondeur du bassin versant, généralement ils sont rectangulaires ou carrés.

# **Chapitre XII :**

## **Signalisation et Eclairage**

### **XII.1.1. SIGNALISATION**

La signalisation routière est un moyen de communication avec les usagers.

- ✓ Bien signaler c'est bien communiquer.
- ✓ Bien signaler, c'est assurer l'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de circulation, de gestion du trafic et de sécurité routière.

### **XII.1.2 .OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE**

La signalisation routière a pour rôle :

- ✓ De rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.
- ✓ De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- ✓ D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- ✓ De donner des informations relatives à l'usage de la route.

### **XII.1.3. CRITERES A RESPECTER POUR LES SIGNALISATIONS**

Il est indispensable avant d'entamer la conception de la signalisation de respecter certains critères, afin que celle-ci soit bien vue, lue, et comprise :

- ✓ Homogénéité entre la géométrie de la route et la signalisation.
- ✓ Respecter les règles d'implantation
- ✓ Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- ✓ Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- ✓ Eviter la multiplication des signaux et des super signaux, car la surabondance nuit à l'efficacité.

## XII.1.4. TYPES DE SIGNALISATION

On distingue deux types de signalisation :

-Signalisation verticale.

-signalisation horizontale.

**A. Signalisation verticale :** Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme. Elles peuvent être classées dans quatre classes :

- Signaux de danger : Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à

*150m* en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

- Signaux comportant une prescription absolue : Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

- Signaux à simple indication : Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminées en pointe de flèche :

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

- Signaux de position des dangers : Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

**B. Signalisation horizontale :** Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées, et 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.

La signalisation horizontale se divise en trois types :

### **Marquages longitudinales :**

#### ➤ **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 route où le dépassement est interdit.

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

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :



Type de modulation	Longueur du Trait (en mètres)	Epissure 16-18	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
T <sub>1</sub>	3.00	18 cm	10.00	Environ 3
T'1	1.50		5.00	
T2T'2	3.00	18 cm	3.50	Environ 3
	0.50		0.50	
T3T'3	3.00	18 cm	1.33	Environ 3
	20.00		6.00	

**Tableau n°26 : Modulation de la ligne continue.**

▪ **Largeur Des Lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité “ *u* ” différente selon Le type de route. On adopte les valeurs suivantes pour “ *u* ”.

*u* = 7,5 cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase campagne. *u* = 6 cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation.

*u* = 5 cm sur toutes les autres routes ;

*u* = 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

La valeur de “ *u* ” doit être homogène sur tout un itinéraire. En particulier, elle ne doit pas varier au passage d'un département à l'autre.

### **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 .Autres signalisation :**

- **Les flèches de rabattement :**

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

- **Les flèches de sélection :**

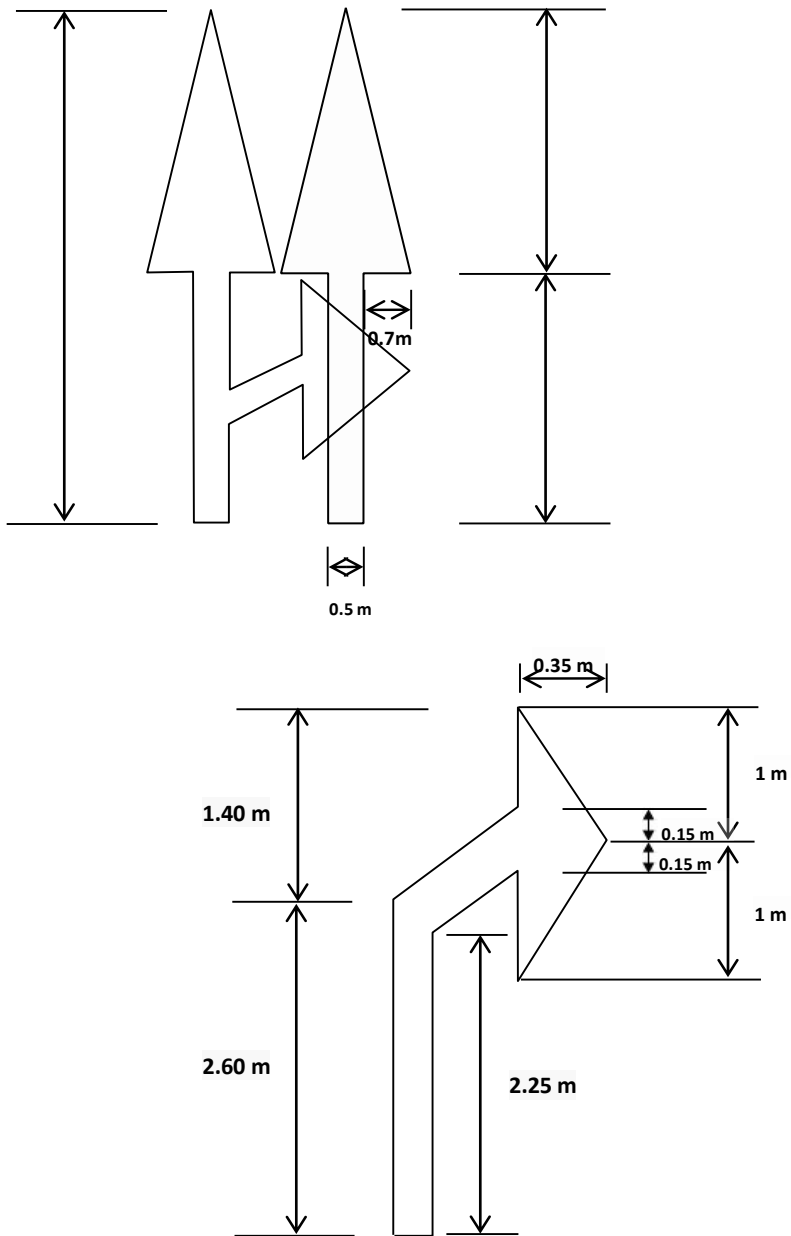
Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.

- ✓ Pour piétons,
- ✓ Pour cyclistes,
- ✓ Pour le stationnement,
- ✓ Pour les ralentisseurs de type dos d'âne.

## **XII.1.5. Application au projet**

### **A. Les signalisations horizontales :**

❖ **Flèche de sélection :**



**Figure n°40 : Flèche de sélection.**

❖ Marque sur la chaussée :

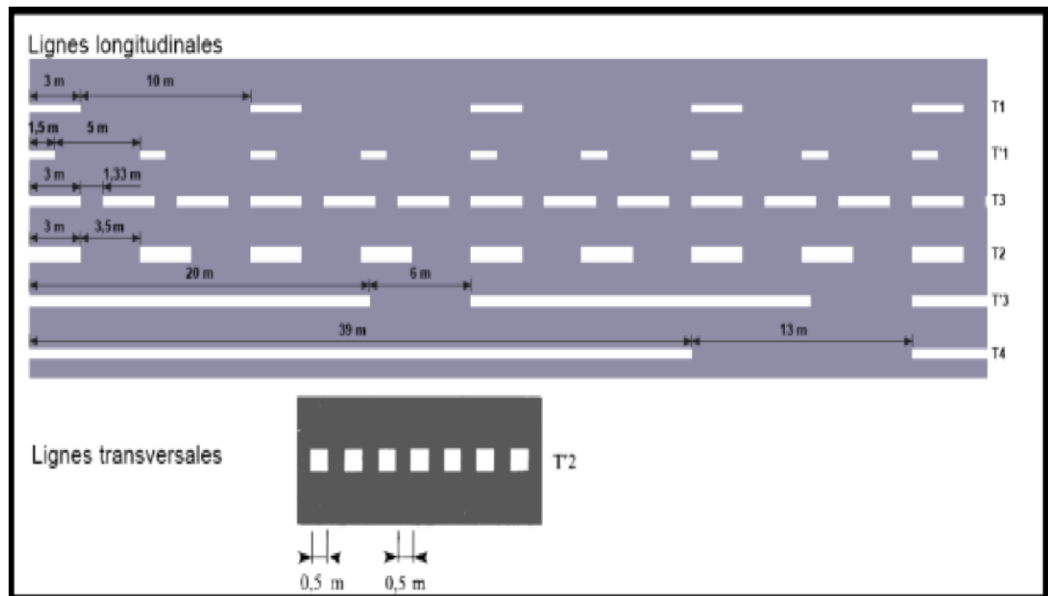


Figure n°41 : Marque sur la chaussée.

❖ Flèche de rabattement :

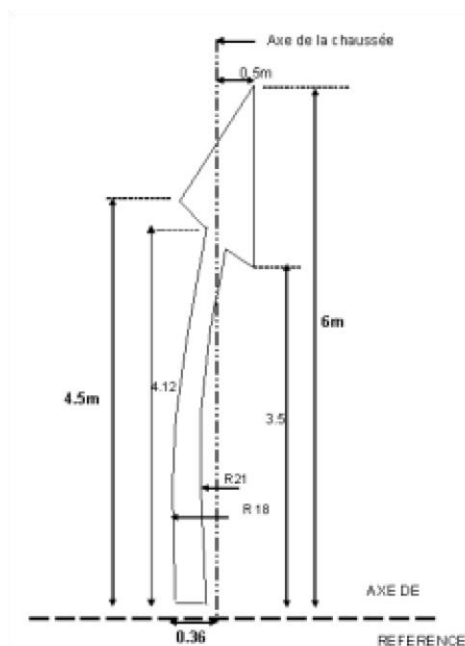


Figure n°42 : Flèche de rabattement.

❖ Schéma de signalisation stop sur chaussée :

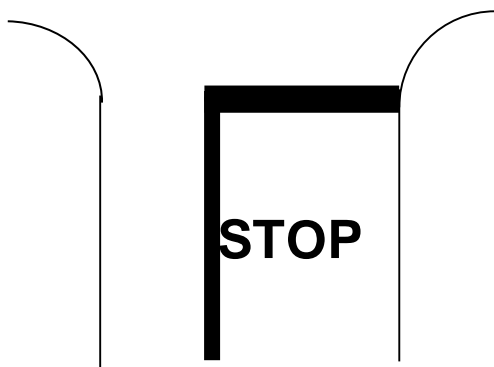
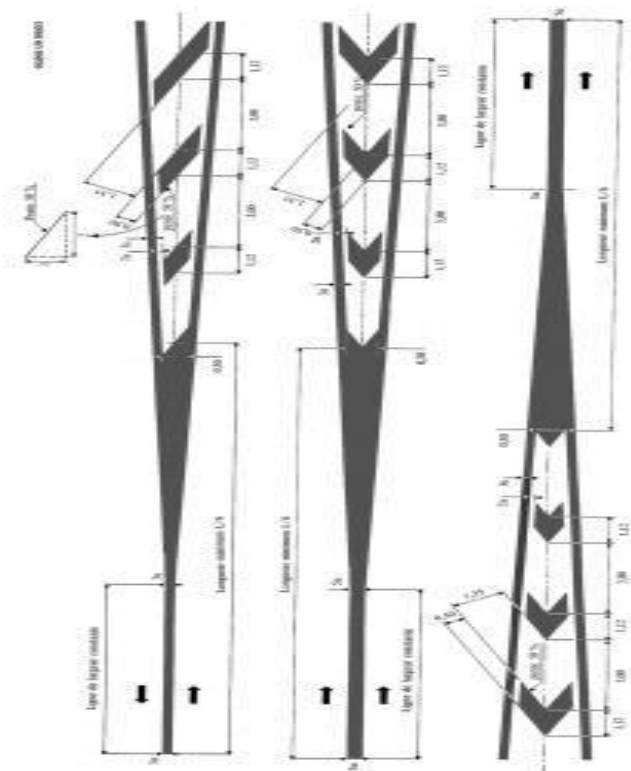


Figure n°43 : Schéma de signalisation stop sur chaussée.

❖ Schémas de marquage par hachures (sur le nez d'îlot) :



**Figure n°44: Schémas de marquage par hachures (sur le nez d'îlot).**

**B. Les signalisations verticales :**

**Plaques de signalisation :**

➤ **Les signaux de danger type A :**



**A1a**



**A1b**



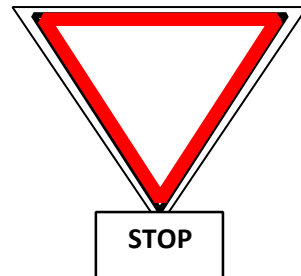
**A1c**



**A1d**

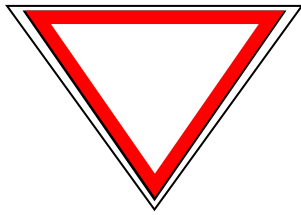


**A22**



**A23**

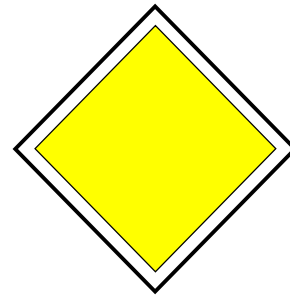
➤ **Les signaux d'intersection et de priorité type B :**



**B1**

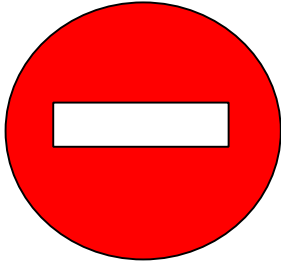


**B2**



**B3**

➤ **Les signaux d'interdiction de type C :**



C1



C11a



C7



C9



C8

➤ Les signaux d'obligation de type D :



❖

❖ Panneaux spéciaux type A :





Figure n°45 : Panneaux spéciaux (type A).

❖ Signaux d'identification des routes type E :



Figure n°46 : Les signaux d'identification des routes (type E).

**XII.2.1. Eclairage**

Dans un trafic en augmentation constante, l'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts sont de permettre

aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

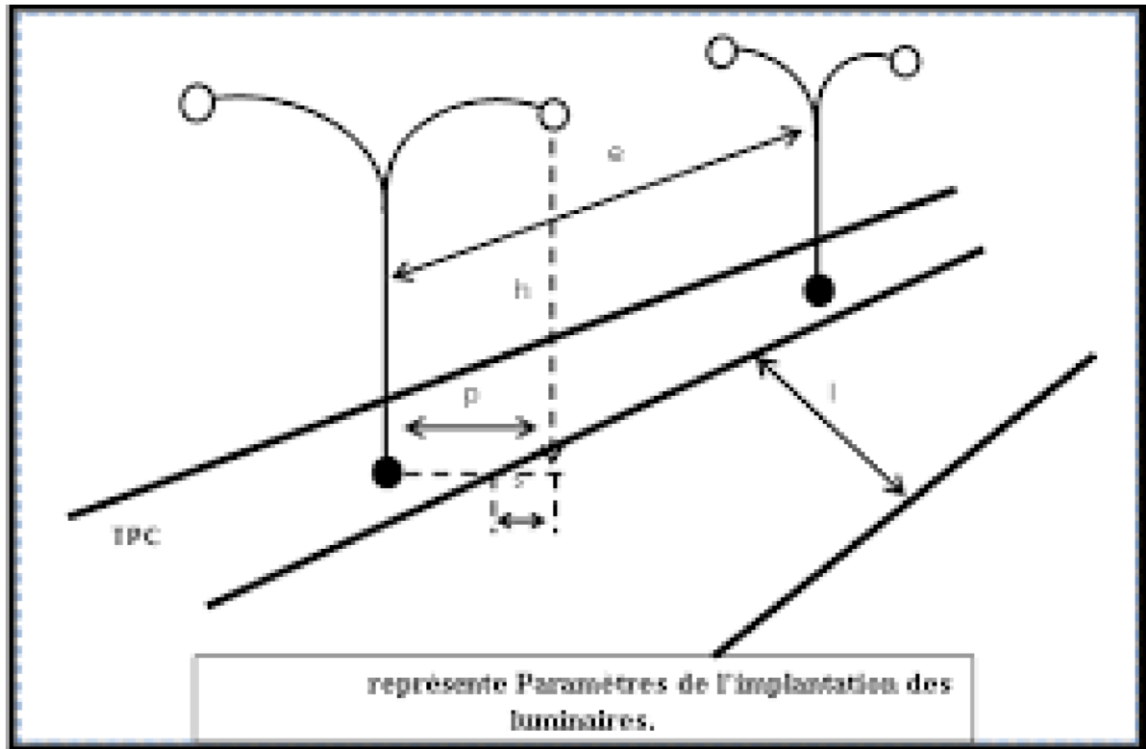
### **XII.2.2. Catégorie d'éclairage**

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

### **XII.2.3. Paramètres d'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 parfois 12 m pour les grandes largeurs de chaussée.
- ✓ 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 n°47 : Paramètres de l'implantation des luminaires.**

#### **XII.2.4. Eclairage d'un point singulier**

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

- Longue distance 800 à 1000 m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste
- Distance moyenne 300 à 500 m, idée de la configuration du point singulier.
- Faible distance distinguée sans ambiguïté les obstacles.
- La sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

# **Chapitre XIII :**

**Impact sur**

**L'Environnement**

## **XIII.1. Impacts du projet sur l'environnement :**

### **XIII.1.1. Les impacts négatifs :**

Au niveau des impacts négatifs identifiés, on retiendra ce qui suit :

- Les problèmes de santé et de nuisances diverses liés à la pollution de l'air par les poussières et les fumées des engins de terrassement et les véhicules de liaison.
- Les déchets liquides et solides des chantiers entraînant un risque faible de pollution des eaux de surface et des eaux souterraines. Cette intrusion dans le milieu naturel (pollution, contamination ...) a également des conséquences négatives sur les conditions de vie des populations (maladies).
- La destruction des espèces ligneuses situées sur le talus et les accotements des routes, les déviations, les virages à caractère accidentel, qui sont corrigés, et les zones d'emprunt.

### **XIII.1.2. Les impacts positifs :**

Au niveau des impacts positifs, l'essentiel se résume :

A la création d'emploi dans les travaux d'entretien de cette route ; au rapprochement de l'administration centrale des populations locales ; à la facilitation des évacuations sanitaires des villages vers les villes ; à la circulation qui sera améliorée ; aux activités économiques, échanges commerciaux, activités artisanales, culturelles et touristiques.

## **XIII.2. Mesures d'atténuation :**

### **XIII.2.1. Mesures d'atténuation formulées des impacts négatifs et renforcer les impacts positifs :**

- On peut noter un certain nombre d'atténuations citées ci-dessous : les clauses environnementales à insérer dans le cahier des charges des entreprises telles que l'arrosage des routes concernées pendant les travaux, la remise en état ou la revalorisation des sites d'emprunt si telle est la disposition retenue, la collecte et l'élimination des déchets solides et liquides des chantiers, le balisage et la mise en place des panneaux de signalisation.
- Les mesures de lutte contre l'érosion par des ouvrages de drainage (gabion, perrés maçonnés ou secs, diguettes de moellons).
- Les plantations d'arbres d'alignement à la traversée des agglomérations, la mise en place des bosquets villageois pour compenser les arbres abattus sur l'emprise des routes, des zones d'emprunt et des carrières.

- Les aménagements des carrières en mares au profit de l'élevage (abreuvement du bétail) ; de cultures de contre saison et de maraichage.
- Les mesures réglementaires concernant toute attaque visant à nuire à l'intégrité des forêts classées, des domaines protégés et des bois sacrés.

**Les mesures de renforcement des impacts positifs qui porte sur :**

- L'embauche de la main d'œuvre locale pendant les travaux.
- Le renforcement des capacités des infrastructures communautaires par des clôtures temporaires et permanentes au niveau des écoles et des Centres de santé de promotion sociale.
- L'entretien courant de la route, pour soutenir de façon durable toute action positive ci-dessus évoquée.

## XIV. Devis Quantitatif et Estimatif

ART.	Désignation des Travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Montant
<b>1</b>	<b>INSTALLATION DE CHANTIER</b>				
1.1	Installation et repliement de chantier	F	1.00	1,000,000.00	1,000,000.00
1.2	Etudes d'exécution	F	1.00	1,300,000.00	1,300,000.00
<b>SOUS TOTAL</b>					<b>2,300,000.00</b>
<b>2</b>	<b>TERRASSEMENT</b>				
<b>2.1</b>	<b>Terre végétale</b>				
2.1.1	Décapage de la terre végétale sur une épaisseur de 30 cm minimum y compris évacuation à la décharge publics.	m <sup>2</sup>	<i>180,000.00</i>	<i>50.00</i>	9,000,000.00
<b>2.2</b>	<b>Autres matériaux</b>				
2.2.1	Déblai	m <sup>3</sup>	<i>140,607.70</i>	<i>250.00</i>	35,151,925.00

2.2.2	Déblai mise en remblai	m <sup>3</sup>	280,960.00	350.00	98,336.000
<b>SOUS TOTAL</b>					<b>133,487,925.00</b>
<b>3</b>	<b>ASSAINISSEMENT</b>				
<b>3.1</b>	<b>Ouvrages Courants. Dalots et Buses</b>				
	Fourniture et pose d'Ouvrages Busés en Béton Armé				
	1- Ø 800	ml	30.00	23,000.00	690,000.00
3.1.1	2- Ø 1000	ml	30.00	28,000.00	840,000.00
	3- Ø 1200	ml	30.00	33,000.00	990,000.00
	y compris la construction des têtes d'ouvrages				
<b>3.2</b>	<b>Assainissement Longitudinal</b>				
3.2.1	Déscente d'eau	ml	300.00	1,300.00	390,000.00
3.2.2	Fossé trapézoïdal revêtu type A1	ml	8,500.00	3,300.00	28,050,000.00
<b>SOUS TOTAL</b>					<b>30,570,000.00</b>
<b>4</b>	<b>CHAUSSÉE</b>				
<b>4.1</b>	<b>Corps de chaussée</b>				
4.1.2	Couche de fondation en grave concassé (GNT 0/31,5) ep=25cm	m <sup>3</sup>	50 700,00	1 100,00	55 770 000,00



4.1.3	Couche d'imprégnation (1,0 kg/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	126,000.00	100.00	16,800,000.00
4.1.4	Couche d'accrochage (0,3 kg/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	126,000.00	100.00	16,800,000.00
4.1.5	Couche de base en grave bitume (GB) ep= 15 cm	t	59 220,00	8 000,00	473 760 000,00
4.1.6	Couche de roulement en béton bitumineux (BB) ep= 7 cm	t	27 636,00	8 300,00	229 378 800,00
<b>4.2</b>	<b>Accessoires</b>				
4.2.1	Construction des glissières en béton	ml	12 000,00	4 500,00	54 000 000,00
<b>SOUS TOTAL</b>					<b>997 708 800,00</b>
<b>5</b>	<b>Marquage de la chaussée</b>				
<b>5.1</b>	<b>Marquages en lignes continues</b>				
5.1.1	Module largeur 22,5 cm	ml	12,000.00	70.00	840,000.00
<b>5.2</b>	<b>Marquage en lignes discontinues</b>				
5.2.1	Module 3-3.50, largeur 37,5 cm	ml	900.00	100.00	90,000.00
5.2.2	Module 3-10, largeur 15 cm	ml	24,000.00	50.00	1,200,000.00
<b>5.3</b>	Panneau	U	62.00	20,000.00	1,240,000.00
<b>SOUS TOTAL</b>					<b>3, 370,000.00</b>
<b>Montant HT (DA)</b>					<b>1,167,436,725.00</b>
<b>TVA 19%</b>					<b>221,812,977.75</b>

---

Montant TTC (DA)	1,389,249,702.75
------------------	------------------

**ARRETE LE MONTANT DU PRESENT DEVIS EN TTC A LA SOMME DE :**

**Un Milliard Deux Trois Cent Quatre Vingt-Neuf millions Deux Cent Quarante-neuf et Soixante-quinze centimes**

# Conclusion

Ce présent travail était l'occasion pour perfectionner nos modestes connaissances dans le domaine des routes. C'est un travail de base qu'on vient de réaliser, il est d'une utilité incontestable parce qu'il nous a confrontés à certains problèmes routiers et nous a permis entre autre de tirer profit des expériences des personnes qualifiées dans le domaine des routes en particulier et des travaux publics en général.

Dans notre projet nous avons essayé d'opter pour un tracé en plan judicieux avec une ligne rouge qui respecte l'économie, la sécurité et le confort des usagers de la route tout en respectant les normes imposées par la B40.

Cette étude nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises pour cerner la majorité des problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers. Ça été une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels AUTO CAD et COVADIS.

# **Bibliographie**

- B40 Normes Techniques d'Aménagement des Routes.
- Les cours de routes « 3<sup>ème</sup> année licence et 1<sup>ère</sup> année master » de l'université d'Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.
- <https://www.cfmr-roches.org/sites/default/files/jngg/JNGG%202002%20B%20pp%20Morsly.pdf>.
- <http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Route%20transsaharienne/fr-fr/>.
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Route\\_transsaharienne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Route_transsaharienne).
- [https://clrtafrique.com/dossier/stage\\_tunisie/rts\\_non\\_revet/Les\\_routes\\_non\\_revetues\\_en\\_algerie.pdf](https://clrtafrique.com/dossier/stage_tunisie/rts_non_revet/Les_routes_non_revetues_en_algerie.pdf).
- Mémoire de fin d'étude, Etude de la deuxième rocade sud d'Oran section Belgaid-El Kerma Lot 2 du PK 05+000 au PK 09+000 (HALLAL Mohamed & GNAOUI Omar, Promo 2020).
- Projet de fin d'étude, Etude d'un tronçon routier: Etude du dédoublement de la route Mesra limite de la wilaya de Rélizane. Tronçon de PK 10+400 au PK 14+500 (Promo2019).
- Logiciels: Covadis, AutoCAD 2010 et Google earth.
- <https://fr.slideshare.net/ademLoup/catalogue-de-dimensionnement-des-chaussees-neuves-fascicule3-r>.
- Sites INTERNET: WWW. Google Earth.Com.
- Mémoire de fin d'étude, Etude d'un tronçon routier neuf évitement de la RN 17 AB de Sirat (DU PK 23+447 AU PK 26+400), HADDAR Med, promotion 2017.
- Projet et construction de routes par Jean BERTHIER Professeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées
- Construction en terre focus sur la fabrication et la construction en blocs de terre Compressée.
- Définition d'essai équivalent de sable, Wikipédia.
- Code de bonne pratique.
- Définition d'essai de carbonate, Wikipédia.
- Projet de fin d'étude ; étude d'un tronçon autoroutier sur 6 Km avec étude d'un échangeur sur la RN03 Ain Touta-Batna ; Mehdaoui Belkacem et Reguieg Ismail promotion 2012.
- Marché N°: 22, du 31/12/2018, Opération N°: NE5.521.8.262.111.18.01, Intitule de l'opération : Réalisation de la route Silet - Tinzaouatine sur 367 km (2eme Tranche sur 207km), Direction des travaux publics Wilaya de Tamanrasset.

PENETRANTE DE

RELIZANEAVANT PROJET

DETAILLE AXE 1 ( AXE

PRINCIPAL )

AXE EN PLAN

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	293533.474	3974885.463
CC	XC= 293877.876 YC= 3975716.960 R = 900.000	96.600			
			96.600	293624.532	3974853.353
CC1	XC= 293117.844 YC= 3973126.139 R = -1800.000	39.017			
			135.617	293661.849	3974841.965
D1	GIS = 119.546g	45.859			
			181.476	293705.564	3974828.105
CC2	XC= 293645.119 YC= 3974637.458 R = -200.000	275.569			
			457.045	293843.819	3974614.693
L01	Rd= -200.000 A = 124.007 L = 76.889				
			533.933	293825.405	3974540.171
	A = 124.007 Rf= 300.000 L = 51.259	128.148			
			585.193	293811.351	3974490.894
CC4	XC= 294104.064 YC= 3974425.172 R = 300.000	227.307			
			812.499	293846.263	3974271.749

L1	Rd= 300.000 A = 159.577	84.883			
			897.382	293896.306	3974203.279
D02	GIS = 156.818g	1477.815			
			2375.198	294823.589	3973052.591

C01	XC= 298716.798 YC= 3976189.934 R = 5000.000	495.917			
			2871.115	295153.385	3972682.501
D03	GIS = 150.504g	561.444			
			3432.559	295547.231	3972282.369
C02	XC= 291983.818 YC= 3968774.936 R = -5000.000	855.445			
			4288.003	296092.364	3971624.470
D04	GIS = 161.396g	1613.007			
			5901.011	297011.628	3970299.047
L02	A = 350.000 Rf= -700.000 L = 175.000				
			6076.011	297105.222	3970151.322
	XC= 296484.776 YC= 3969827.212 R = -700.000 L = 382.031				
			6458.042	297183.326	3969782.186
	Rd= -700.000 A = 350.000 L = 175.000	732.031			
			6633.042	297157.590	3969609.212
D05	GIS = 212.055g	442.149			
			7075.191	297074.361	3969174.967
C03	XC= 299529.670 YC= 3968704.375 R = 2500.000	640.497			
			7715.688	297035.251	3968537.419
C04	XC= 294540.832 YC= 3968370.462 R = -2500.000	787.131			
			8502.819	296964.333	3967756.750
C05	XC= 300454.175 YC= 3966873.004 R = 3600.000	729.998			
			9232.817	296857.859	3967035.822
C06	XC= 294360.417 YC= 3967148.890 R = -2500.000	1040.718			
			10273.535	296598.847	3966035.594



L03	Rd= -2500.000 A = 270.376 L = 29.241				
			10302.776	296585.724	3966009.463
	A = 270.376 Rf= 800.000 L = 91.379	120.620			
			10394.155	296546.119	3965927.127
C07	XC= 297279.731 YC= 3965608.044 R = 800.000	585.589			
			10979.745	296520.777	3965355.085
L04	Rd= 800.000 A = 235.467 L = 69.306				
			11049.051	296544.579	3965290.000
	A = 235.467 Rf= -800.000 L = 69.306	138.612			
			11118.357	296568.380	3965224.916
C08	XC= 295809.426 YC= 3964971.957 R = -800.000	307.408			
			11425.765	296607.862	3964921.957
L05	Rd= -800.000 A = 235.467 L = 69.306				
			11495.071	296601.536	3964852.946
	A = 235.467 Rf= 800.000 L = 69.306	138.612			
			11564.377	296595.209	3964783.935
C09	XC= 297393.645 YC= 3964733.936 R = 800.000	419.059			
			11983.436	296677.260	3964377.858
L06	Rd= 800.000 A = 235.467 L = 69.306				
			12052.742	296709.884	3964316.717
	A = 235.467 Rf= -800.000 L = 69.306	138.612			
			12122.048	296742.509	3964255.576

C10	XC= 296026.123 YC= 3963899.498 R = -800.000	311.995			
			12434.044	296824.091	3963956.481
L07	Rd= -800.000 A = 235.467 L = 69.306				
			12503.350	296827.030	3963887.243
	A = 235.467 Rf= 800.000 L = 69.306	138.612			
			12572.656	296829.968	3963818.005
C11	XC= 297627.936 YC= 3963874.989 R = 800.000	494.457			
			13067.113	297010.614	3963366.153
L08	Rd= 800.000 A = 235.467 L = 69.306				
			13136.419	297056.218	3963313.973
	A = 235.467 Rf= -800.000 L = 69.306	138.612			
			13205.725	297101.822	3963261.792
C12	XC= 296484.500 YC= 3962752.956 R = -800.000	675.872			
			13881.597	297274.850	3962629.074
L09	Rd= -800.000 A = 332.966	138.583			
			14020.180	297245.534	3962493.675
D07	GIS = 215.412g	556.758			
			14576.938	297112.060	3961953.153
L10	A = 350.000 Rf= 1000.000 L = 122.500				
			14699.438	297085.131	3961833.670
	XC= 298068.823 YC= 3961653.812 R = 1000.000 L = 505.079				
			15204.517	297120.929	3961335.226
	Rd= 1000.000 A = 350.000				

	L = 122.500	750.079			
			15327.017	297164.656	3961220.818
D08	GIS = 175.459g	1077.690			
			16404.707	297569.878	3960222.214
L11	A = 332.966 Rf= -800.000	138.583			
			16543.290	297618.242	3960092.394
C13	XC= 296853.707 YC= 3959856.839 R = -800.000	360.600			
			16903.890	297644.498	3959735.804
L12	Rd= -800.000 A = 235.467 L = 69.306				
			16973.196	297632.040	3959667.632
	A = 235.467 Rf= 800.000 L = 69.306	138.612			
			17042.502	297619.581	3959599.461
C14	XC= 298410.372 YC= 3959478.425 R = 800.000	545.725			
			17588.228	297720.240	3959073.806
L13	Rd= 800.000 A = 332.966	138.583			
			17726.810	297797.088	3958958.539
D09	GIS = 160.727g	2552.211			
			20279.021	299273.552	3956876.752
C15	XC= 301720.591 YC= 3958612.263 R = 3000.000	881.366			
			21160.387	299880.969	3956242.497
D10	GIS = 142.024g	80.449			
			21240.837	299944.518	3956193.165
L14	A = 400.000 Rf= 1100.000 L = 145.455				
			21386.291	300061.330	3956106.542
	XC= 300676.977 YC= 3957018.122 R = 1100.000 L = 1262.612				

			22648.903	301255.521	3956082.554
	Rd= 1100.000 A = 400.000 L = 145.455	1553.521			
			22794.357	301375.718	3956164.416
D11	GIS = 60.533g	388.198			
			23182.555	301691.676	3956389.956
L15	A = 150.000 Rf= -275.000 L = 81.818				
			23264.374	301760.475	3956434.089
	XC= 301885.309 YC= 3956189.056 R = -275.000 L = 415.359				
			23679.732	302122.360	3956328.454
	Rd= -275.000 A = 150.000 L = 81.818	578.995			
			23761.551	302156.613	3956254.239
D12	GIS = 175.629g	760.904			
			24522.455	302440.843	3955548.414
C16	XC= 300121.811 YC= 3954614.557 R = -2500.000	809.157			
			25331.612	302617.437	3954762.378
C17	XC= 305113.063 YC= 3954910.198 R = 2500.000	1044.624			
			26376.236	302892.137	3953762.380
D13	GIS = 169.632g	848.809			
			27225.045	303281.848	3953008.323
C18	XC= 283737.695 YC= 3942907.527 R = -22000.000	3104.837			
			30329.882	304508.324	3950158.801
L45	Rd= -22000.000 A = 459.016 L = 9.577				
			30339.459	304511.479	3950149.758
	GIS = 378.631g L = 0.000				
			30339.459	304511.479	3950149.759

	A = 459.016 Rf= 1300.000 L = 162.074	171.651			
			30501.533	304568.024	3949997.898
C53	XC= 305766.413 YC= 3950501.749 R = 1300.000	706.957			
			31208.490	305001.595	3949450.533
L45'	Rd= 1300.000 A = 479.213	176.650			
			31385.140	305148.968	3949353.201
D29	GIS = 135.717g	3062.104			
			34447.244	307741.659	3947723.958
L46	A = 393.619 Rf= -1000.000	154.936			
			34602.180	307870.637	3947638.186
C54	XC= 307274.640 YC= 3946835.199 R = -1000.000	1704.993			
			36307.173	307990.665	3946137.125
L47	Rd= -1000.000 A = 254.825 L = 64.936				
			36372.109	307944.342	3946091.624
	A = 254.825 Rf= 800.000 L = 81.170	146.105			
			36453.279	307886.789	3946034.399
C55	XC= 308469.712 YC= 3945486.494 R = 800.000	1127.943			
			37581.222	307835.512	3944998.857
L48	Rd= 800.000 A = 287.383 L = 103.236				
			37684.458	307901.888	3944919.813
	A = 287.383 Rf= -1500.000 L = 55.059	158.296			
			37739.518	307937.939	3944878.198
C56	XC= 306792.279 YC= 3943909.972 R = -1500.000	857.731			

			38597.248	308279.653	3944104.180
L49	Rd= -1500.000 A = 287.383 L = 55.059				
			38652.308	308286.114	3944049.502
	A = 287.383 Rf= 800.000 L = 103.236	158.296			
			38755.544	308299.800	3943947.196
C42	XC= 309087.441 YC= 3944087.276 R = 800.000	548.130			
			39303.674	308566.200	3943480.392
L30	Rd= 800.000 A = 262.829 L = 86.349				
			39390.023	308633.677	3943426.531
	A = 262.829 Rf= -1100.000 L = 62.799	149.148			
			39452.822	308683.086	3943387.773
C43	XC= 307987.824 YC= 3942535.358 R = -1100.000	1125.630			
			40578.452	309077.561	3942385.447
L31	Rd= -1100.000 A = 282.418 L = 72.509				
			40650.961	309066.104	3942313.853
	A = 282.418 Rf= 950.000 L = 83.958	156.466			
			40734.918	309053.149	3942230.908
C44	XC= 309995.680 YC= 3942112.016 R = 950.000	1257.672			
			41992.590	309650.012	3941227.136
L32	Rd= 950.000 A = 378.765	151.014			
			42143.604	309793.346	3941179.728
D24	GIS = 118.648g	1291.315			
			43434.919	311029.654	3940806.851
L33	A = 350.000				

	Rf= -1000.000 L = 122.500				
			43557.419	311146.170	3940769.097
	XC= 310799.350 YC= 3939831.166 R = -1000.000 L = 340.128				
			43897.547	311439.203	3940599.663
	Rd= -1000.000 A = 350.000 L = 122.500	585.128			
			44020.047	311530.051	3940517.517
D25	GIS = 148.100g	608.783			
			44628.830	311973.177	3940100.078
L34	A = 332.966 Rf= -800.000	138.583			
			44767.413	312071.232	3940002.213
C46	XC= 311474.359 YC= 3939469.538 R = -800.000	273.677			
			45041.090	312215.338	3939771.118
L35	Rd= -800.000 A = 235.467 L = 69.306				
			45110.396	312239.598	3939706.203
	A = 235.467 Rf= 800.000 L = 69.306	138.612			
			45179.702	312263.859	3939641.287
C47	XC= 313004.837 YC= 3939942.868 R = 800.000	794.252			
			45973.954	312852.609	3939157.485
L36	Rd= 800.000 A = 235.467 L = 69.306				
			46043.260	312920.995	3939146.268
	A = 235.467 Rf= -800.000 L = 69.306	138.612			
			46112.566	312989.382	3939135.051
C48	XC= 312837.153 YC= 3938349.668 R = -800.000	561.210			

			46673.777	313460.302	3938851.351
L37	Rd= -800.000 A = 235.467 L = 69.306				
			46743.083	313502.183	3938796.138
	A = 235.467 Rf= 800.000 L = 69.306	138.612			
			46812.389	313544.065	3938740.926
C49	XC= 314167.213 YC= 3939242.609 R = 800.000	140.413			
			46952.802	313641.242	3938639.821
L38	Rd= 800.000 A = 332.966	138.583			
			47091.385	313750.709	3938554.914
D26	GIS = 140.160g	954.164			
			48045.549	314521.230	3937992.130

LONGUEUR DE L'AXE 48045.549



PENETRANTE DE  
RELIZANEAVANT PROJET  
DETAILLE AXE 1 ( AXE  
PRINCIPAL )

PROFIL EN LONG

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	135.019
PR01	S= 8.1488 Z= 135.0096 R = 3378.27	122.529	122.529	136.946
PR02	S= 152.1475 Z= 137.4473 R = -874.79	98.870		
			221.399	134.706
PR03	S= 308.4957 Z= 131.2587 R = 1100.20	105.293		
			326.693	131.409
D02	PENTE= 1.654 %	275.568		
			602.261	135.967
PR04	S= 271.4669 Z= 133.2314 R = 20000.00	145.478		
			747.739	138.902
D01	PENTE= 2.381 %	177.663		
			925.402	143.133
PR05	S= 1092.0974 Z= 145.1179 R = -7000.00	115.227		
			1040.629	144.929
D03	PENTE= 0.735 %	636.622		
			1677.252	149.609
PR06	S= 1687.5453 Z= 149.6473 R = -1400.00	67.946		
			1745.198	148.460
PR07	S= 1951.1013 Z= 144.2206 R = 5000.00	313.416		
			2058.614	145.377
D05	PENTE= 2.150 %	390.275		
			2448.889	153.768
PR08	S= 2663.9151 Z= 156.0803 R = -10000.00	152.281		
			2601.171	155.883

D06	PENTE= 0.627 %	1634.833		
			4236.003	166.141
PR09	S= 4047.7694 Z= 165.5506 R = 30000.00	1005.931		
			5241.934	189.318
D07	PENTE= 3.981 %	305.812		
			5547.746	201.491
PR10	S= 5945.8012 Z= 209.4131 R = -10000.00	721.363		
			6269.109	204.187
D08	PENTE= -3.233 %	459.442		
			6728.551	189.333
PR11	S= 7068.0244 Z= 183.8449 R = 10500.00	838.005		
			7566.556	195.680
D09	PENTE= 4.748 %	141.742		
			7708.298	202.410
PR12	S= 8325.5281 Z= 217.0624 R = -13000.00	846.114		
			8554.412	215.048
D10	PENTE= -1.761 %	440.635		
			8995.046	207.290
PR13	S= 9347.1751 Z= 204.1897 R = 20000.00	1164.653		
			10159.699	220.695
D11	PENTE= 4.063 %	623.974		
			10783.673	246.044
PR14	S= 11027.4304 Z= 250.9957 R = -6000.00	486.414		
			11270.087	246.089
PR15	S= 11472.3008 Z= 241.9998 R = 5000.00	349.431		
			11619.518	244.167
D13	PENTE= 2.944 %	1555.214		
			13174.732	289.958
PR16	S= 13763.6022 Z= 298.6272 R = -20000.00	504.430		
			13679.162	298.449
D14	PENTE= 0.422 %	526.714		
			14205.876	300.673
PR17	S= 14235.4304 Z= 300.7351 R = -7000.00	513.455		
			14719.332	284.009

PR18	S= 16101.9070 Z= 236.2215 R = 20000.00	1826.709		
			16546.041	241.153
D16	PENTE= 2.221 %	3931.279		
			20477.320	328.454
PR19	S= 20255.2531 Z= 325.9880 R = 10000.00	395.360		
			20872.680	345.049
D17	PENTE= 6.174 %	1583.156		
			22455.836	442.797
PR20	S= 23505.4612 Z= 475.2004 R = -17000.00	963.806		
			23419.642	474.984
D18	PENTE= 0.505 %	2178.343		
			25597.985	485.980
S1	S= 25547.5032 Z= 485.8530 R = 10000.00	521.794		
			26119.779	502.228
S2	S= 26692.0552 Z= 518.6030 R = -10000.00	714.733		
			26834.513	517.588
D20	PENTE= -1.425 %	1470.555		
			28305.067	496.639
PR23	S= 28447.5248 Z= 495.6245 R = 10000.00	490.589		
			28795.656	501.684
PR24	S= 29491.9191 Z= 513.8038 R = -20000.00	898.201		
			29693.858	512.784
D22	PENTE= -1.010 %	180.447		
			29874.305	510.962
PR25	S= 29975.2741 Z= 510.4526 R = 10000.00	617.292		
			30491.597	523.782
D23	PENTE= 5.163 %	751.656		
			31243.253	562.592
PR26	S= 31666.6383 Z= 573.5220 R = -8200.00	582.789		
			31826.042	571.973
D24	PENTE= -1.944 %	1800.562		
			33626.604	536.971
PR27	S= 34015.3937 Z= 533.1917 R = 20000.00	1307.283		

			34933.887	554.282
PR28	S= 35310.4692 Z= 562.9297 R = -8200.00	577.413		
			35511.300	560.470
D26	PENTE= -2.449 %	1279.781		
			36791.081	529.127
PR29	S= 37525.8269 Z= 520.1290 R = 30000.00	1022.463		
			37813.544	521.509
D30	PENTE= 0.959 %	180.151		
			37993.695	523.236
PR35	S= 37705.9779 Z= 521.8568 R = 30000.00	491.783		
			38485.478	531.984
PR36	S= 39005.1448 Z= 538.7351 R = -20000.00	807.947		
			39293.425	536.658
PR37	S= 39437.5652 Z= 535.6187 R = 10000.00	178.827		
			39472.253	535.679
D33	PENTE= 0.347 %	1118.381		
			40590.633	539.558
PR38	S= 40486.5714 Z= 539.3777 R = 30000.00	810.990		
			41401.623	553.333
PR39	S= 42316.6754 Z= 567.2884 R = -30000.00	444.826		
			41846.450	563.603
D35	PENTE= 1.567 %	3066.765		
			44913.215	611.672
PR40	S= 45383.4404 Z= 615.3575 R = -30000.00	1134.735		
			46047.950	607.998
D36	PENTE= -2.215 %	888.289		
			46936.239	588.322
PR41	S= 47157.7417 Z= 585.8689 R = 10000.00	785.849		
			47722.088	601.793
D37	PENTE= 5.643 %	323.461		
			48045.549	620.048

PENETRANTE DE  
RELIZANEAVANT  
PROJET DETAILLE  
AXE 1 ( AXE  
PRINCIPAL )

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1013	24000.000	475.462	477.914	302245.684	3956033.050	275.629g	2.50	- 2.50
1014	24025.000	472.947	478.040	302255.023	3956009.860	275.629g	2.50	- 2.50
1015	24050.000	470.175	478.166	302264.361	3955986.670	275.629g	2.50	- 2.50
1016	24075.000	467.215	478.292	302273.700	3955963.479	275.629g	2.50	- 2.50
1017	24100.000	467.254	478.418	302283.038	3955940.289	275.629g	2.50	- 2.50
1018	24125.000	468.323	478.545	302292.377	3955917.099	275.629g	2.50	- 2.50
1019	24150.000	470.905	478.671	302301.715	3955893.908	275.629g	2.50	- 2.50
1020	24175.000	473.003	478.797	302311.054	3955870.718	275.629g	2.50	- 2.50
1021	24200.000	474.036	478.923	302320.393	3955847.528	275.629g	2.50	- 2.50
1022	24225.000	474.785	479.049	302329.731	3955824.337	275.629g	2.50	- 2.50

1023	24250.000	474.902	479.176	302339.070	3955801.147	275.629g	2.50	- 2.50
1024	24275.000	474.479	479.302	302348.408	3955777.957	275.629g	2.50	- 2.50
1025	24300.000	473.669	479.428	302357.747	3955754.766	275.629g	2.50	- 2.50
1026	24325.000	472.764	479.554	302367.086	3955731.576	275.629g	2.50	- 2.50
1027	24350.000	472.248	479.680	302376.424	3955708.386	275.629g	2.50	- 2.50
1028	24375.000	472.334	479.807	302385.763	3955685.195	275.629g	2.50	- 2.50
1029	24400.000	472.219	479.933	302395.101	3955662.005	275.629g	2.50	- 2.50
1030	24425.000	471.148	480.059	302404.440	3955638.815	275.629g	2.50	- 2.50
1031	24450.000	469.860	480.185	302413.778	3955615.624	275.629g	2.50	- 2.50
1032	24475.000	468.203	480.311	302423.117	3955592.434	275.629g	2.50	- 2.50
1033	24500.000	466.141	480.438	302432.456	3955569.244	275.629g	2.50	- 2.50
1034	24510.342	465.767	480.490	302436.319	3955559.651	275.629g	2.50	- 2.50
1035	24525.000	467.193	480.564	302441.793	3955546.053	275.693g	2.50	- 2.50
1036	24550.000	469.300	480.690	302450.992	3955522.807	276.330g	2.50	- 2.50
1037	24575.000	471.714	480.816	302459.958	3955499.470	276.967g	2.50	- 2.50
1038	24600.000	473.329	480.942	302468.690	3955476.045	277.603g	2.50	- 2.50
1039	24625.000	474.801	481.069	302477.187	3955452.533	278.240g	2.50	- 2.50

1040	24650.000	476.157	481.195	302485.449	3955428.938	278.876g	2.50	- 2.50
1041	24675.000	477.074	481.321	302493.474	3955405.261	279.513g	2.50	- 2.50
1042	24700.000	477.271	481.447	302501.263	3955381.506	280.150g	2.50	- 2.50
1043	24725.000	476.562	481.573	302508.813	3955357.673	280.786g	2.50	- 2.50
1044	24750.000	475.134	481.700	302516.125	3955333.766	281.423g	2.50	- 2.50
1045	24775.000	473.348	481.826	302523.197	3955309.788	282.060g	2.50	- 2.50
1046	24800.000	471.572	481.952	302530.029	3955285.739	282.696g	2.50	- 2.50
1047	24825.000	469.648	482.078	302536.621	3955261.624	283.333g	2.50	- 2.50
1048	24850.000	467.526	482.204	302542.970	3955237.444	283.969g	2.50	- 2.50
1049	24875.000	465.495	482.331	302549.078	3955213.202	284.606g	2.50	- 2.50
1050	24900.000	463.405	482.457	302554.943	3955188.900	285.243g	2.50	- 2.50
1051	24925.000	460.796	482.583	302560.565	3955164.540	285.879g	2.50	- 2.50
1052	24950.000	458.454	482.709	302565.943	3955140.125	286.516g	2.50	- 2.50
1053	24975.000	455.970	482.836	302571.076	3955115.658	287.153g	2.50	- 2.50
1054	25000.000	454.142	482.962	302575.964	3955091.141	287.789g	2.50	- 2.50
1055	25025.000	452.821	483.088	302580.607	3955066.576	288.426g	2.50	- 2.50
1056	25045.957	449.975	483.194	302584.310	3955045.949	288.959g	2.50	- 2.50

1057	25050.000	450.504	483.214	302585.005	3955041.966	289.062g	2.50	- 2.50
1058	25075.000	452.487	483.340	302589.156	3955017.313	289.699g	2.50	- 2.50
1059	25100.000	454.781	483.467	302593.060	3954992.620	290.336g	2.50	- 2.50
1060	25125.000	457.401	483.593	302596.717	3954967.889	290.972g	2.50	- 2.50
1061	25150.000	460.251	483.719	302600.126	3954943.122	291.609g	2.50	- 2.50
1062	25175.000	463.285	483.845	302603.288	3954918.323	292.245g	2.50	- 2.50
1063	25200.000	466.903	483.971	302606.201	3954893.494	292.882g	2.50	- 2.50
1064	25225.000	469.810	484.098	302608.866	3954868.636	293.519g	2.50	- 2.50
1065	25250.000	472.617	484.224	302611.283	3954843.753	294.155g	2.50	- 2.50
1066	25275.000	475.771	484.350	302613.450	3954818.848	294.792g	2.50	- 2.50
1067	25300.000	478.694	484.476	302615.369	3954793.921	295.429g	2.50	- 2.50
1068	25325.000	481.586	484.602	302617.038	3954768.977	296.065g	2.50	- 2.50
1069	25350.000	484.342	484.729	302618.592	3954744.026	295.765g	2.50	- 2.50
1070	25375.000	486.801	484.855	302620.378	3954719.090	295.129g	2.50	- 2.50
1071	25400.000	489.210	484.981	302622.414	3954694.173	294.492g	2.50	- 2.50
1072	25425.000	491.186	485.107	302624.699	3954669.278	293.855g	2.50	- 2.50
1073	25450.000	492.736	485.233	302627.232	3954644.406	293.219g	2.50	- 2.50



1074	25475.000	494.196	485.360	302630.015	3954619.562	292.582g	2.50	- 2.50
1075	25500.000	495.286	485.486	302633.045	3954594.746	291.946g	2.50	- 2.50
1076	25525.000	495.696	485.612	302636.324	3954569.962	291.309g	2.50	- 2.50
1077	25550.000	495.436	485.738	302639.850	3954545.212	290.672g	2.50	- 2.50
1078	25575.000	494.513	485.864	302643.623	3954520.499	290.036g	2.50	- 2.50
1079	25600.000	493.539	485.991	302647.644	3954495.824	289.399g	2.50	- 2.50
1080	25625.000	492.416	486.153	302651.910	3954471.191	288.763g	2.50	- 2.50
1081	25650.000	490.690	486.378	302656.424	3954446.602	288.126g	2.50	- 2.50
1082	25660.074	489.827	486.487	302658.312	3954436.706	287.869g	2.50	- 2.50
1083	25675.000	490.008	486.666	302661.182	3954422.059	287.489g	2.50	- 2.50
1084	25691.086	489.039	486.884	302664.374	3954406.293	287.080g	2.50	- 2.50
1085	25700.000	489.500	487.016	302666.186	3954397.565	286.853g	2.50	- 2.50
1086	25725.000	489.053	487.428	302671.435	3954373.123	286.216g	2.50	- 2.50
1087	25750.000	488.324	487.903	302676.927	3954348.734	285.579g	2.50	- 2.50
1088	25775.000	487.661	488.441	302682.664	3954324.401	284.943g	2.50	- 2.50
1089	25800.000	486.774	489.041	302688.643	3954300.126	284.306g	2.50	- 2.50
1090	25825.000	486.142	489.703	302694.865	3954275.913	283.670g	2.50	- 2.50

1091	25850.000	485.566	490.428	302701.329	3954251.763	283.033g	2.50	- 2.50
1092	25875.000	485.277	491.216	302708.034	3954227.679	282.396g	2.50	- 2.50
1093	25887.969	485.826	491.649	302711.606	3954215.212	282.066g	2.50	- 2.50
1094	25900.000	486.683	492.066	302714.979	3954203.663	281.760g	2.50	- 2.50
1095	25925.000	487.435	492.978	302722.164	3954179.718	281.123g	2.50	- 2.50
1096	25950.000	487.757	493.953	302729.588	3954155.846	280.486g	2.50	- 2.50
1097	25973.084	487.973	494.909	302736.655	3954133.871	279.899g	2.50	- 2.50
1098	25975.000	488.078	494.991	302737.251	3954132.050	279.850g	2.50	- 2.50
1099	26000.000	489.486	496.091	302745.151	3954108.331	279.213g	2.50	- 2.50
1100	26025.000	490.889	497.253	302753.288	3954084.692	278.577g	2.50	- 2.50
1101	26050.000	492.202	498.478	302761.661	3954061.136	277.940g	2.50	- 2.50
1102	26075.000	493.029	499.766	302770.269	3954037.665	277.303g	2.50	- 2.50
1103	26100.000	494.095	501.116	302779.111	3954014.281	276.667g	2.50	- 2.50
1104	26125.000	495.596	502.525	302788.187	3953990.987	276.030g	2.50	- 2.50
1105	26132.537	495.908	502.950	302790.969	3953983.982	275.838g	2.50	- 2.50
1106	26150.000	496.785	503.912	302797.495	3953967.784	275.394g	2.50	- 2.50
1107	26175.000	497.767	505.236	302807.035	3953944.676	274.757g	2.50	- 2.50

1108	26200.000	498.599	506.497	302816.805	3953921.664	274.120g	2.50	- 2.50
1109	26225.000	499.487	507.696	302826.805	3953898.752	273.484g	2.50	- 2.50
1110	26250.000	500.255	508.832	302837.034	3953875.940	272.847g	2.50	- 2.50
1111	26275.000	500.977	509.906	302847.490	3953853.232	272.210g	2.50	- 2.50
1112	26300.000	501.585	510.918	302858.173	3953830.629	271.574g	2.50	- 2.50
1113	26325.000	502.134	511.867	302869.081	3953808.135	270.937g	2.50	- 2.50
1114	26350.000	502.642	512.753	302880.214	3953785.750	270.301g	2.50	- 2.50
1115	26375.000	503.200	513.577	302891.570	3953763.478	269.664g	2.50	- 2.50
1116	26400.000	503.919	514.338	302903.047	3953741.269	269.632g	2.50	- 2.50
1117	26425.000	504.737	515.037	302914.526	3953719.060	269.632g	2.50	- 2.50
1118	26441.594	505.168	515.466	302922.144	3953704.318	269.632g	2.50	- 2.50
1119	26450.000	505.696	515.673	302926.004	3953696.851	269.632g	2.50	- 2.50
1120	26475.000	507.008	516.247	302937.482	3953674.641	269.632g	2.50	- 2.50
1121	26500.000	508.469	516.759	302948.960	3953652.432	269.632g	2.50	- 2.50
1122	26525.000	510.111	517.208	302960.438	3953630.223	269.632g	2.50	- 2.50
1123	26550.000	512.432	517.594	302971.917	3953608.014	269.632g	2.50	- 2.50
1124	26575.000	513.889	517.918	302983.395	3953585.804	269.632g	2.50	- 2.50

1125	26600.000	515.061	518.179	302994.873	3953563.595	269.632g	2.50	- 2.50
1126	26625.000	515.979	518.378	303006.351	3953541.386	269.632g	2.50	- 2.50
1127	26650.000	516.552	518.515	303017.829	3953519.176	269.632g	2.50	- 2.50
1128	26675.000	517.073	518.589	303029.307	3953496.967	269.632g	2.50	- 2.50
1129	26700.000	517.347	518.600	303040.786	3953474.758	269.632g	2.50	- 2.50
1130	26725.000	517.474	518.549	303052.264	3953452.549	269.632g	2.50	- 2.50
1131	26750.000	517.426	518.435	303063.742	3953430.339	269.632g	2.50	- 2.50
1132	26775.000	517.227	518.259	303075.220	3953408.130	269.632g	2.50	- 2.50
1133	26800.000	516.857	518.020	303086.698	3953385.921	269.632g	2.50	- 2.50
1134	26825.000	516.661	517.719	303098.176	3953363.712	269.632g	2.50	- 2.50
1135	26850.000	516.507	517.368	303109.655	3953341.502	269.632g	2.50	- 2.50
1136	26875.000	516.274	517.012	303121.133	3953319.293	269.632g	2.50	- 2.50
1137	26900.000	516.023	516.655	303132.611	3953297.084	269.632g	2.50	- 2.50
1138	26925.000	515.708	516.299	303144.089	3953274.875	269.632g	2.50	- 2.50
1139	26950.000	515.265	515.943	303155.567	3953252.665	269.632g	2.50	- 2.50
1140	26975.000	513.983	515.587	303167.046	3953230.456	269.632g	2.50	- 2.50
1141	26981.934	513.610	515.488	303170.229	3953224.296	269.632g	2.50	- 2.50

1142	27000.000	513.785	515.231	303178.524	3953208.247	269.632g	2.50	- 2.50
1143	27025.000	513.737	514.875	303190.002	3953186.037	269.632g	2.50	- 2.50
1144	27050.000	513.375	514.519	303201.480	3953163.828	269.632g	2.50	- 2.50
1145	27071.885	513.041	514.207	303211.528	3953144.386	269.632g	2.50	- 2.50
1146	27075.000	513.095	514.162	303212.958	3953141.619	269.632g	2.50	- 2.50
1147	27100.000	513.524	513.806	303224.436	3953119.410	269.632g	2.50	- 2.50
1148	27125.000	513.143	513.450	303235.915	3953097.200	269.632g	2.50	- 2.50
1149	27150.000	511.539	513.094	303247.393	3953074.991	269.632g	2.50	- 2.50
1150	27175.000	509.397	512.738	303258.871	3953052.782	269.632g	2.50	- 2.50
1151	27183.344	508.470	512.619	303262.702	3953045.370	269.632g	2.50	- 2.50
1152	27200.000	509.332	512.382	303270.349	3953030.573	269.632g	2.50	- 2.50
1153	27225.000	510.979	512.026	303281.827	3953008.363	269.632g	2.50	- 2.50
1154	27250.000	511.669	511.669	303293.293	3952986.148	269.705g	2.50	- 2.50
1155	27275.000	511.361	511.313	303304.733	3952963.919	269.777g	2.50	- 2.50
1156	27300.000	510.842	510.957	303316.148	3952941.677	269.849g	2.50	- 2.50
1157	27325.000	509.230	510.601	303327.538	3952919.422	269.922g	2.50	- 2.50
1158	27350.000	506.841	510.245	303338.903	3952897.155	269.994g	2.50	- 2.50

1159	27375.000	504.830	509.889	303350.242	3952874.874	270.066g	2.50	- 2.50
1160	27400.000	502.565	509.533	303361.556	3952852.581	270.139g	2.50	- 2.50
1161	27425.000	500.261	509.176	303372.844	3952830.274	270.211g	2.50	- 2.50
1162	27450.000	497.793	508.820	303384.107	3952807.955	270.283g	2.50	- 2.50
1163	27475.000	495.298	508.464	303395.345	3952785.624	270.356g	2.50	- 2.50
1164	27500.000	492.253	508.108	303406.558	3952763.279	270.428g	2.50	- 2.50
1165	27525.000	489.561	507.752	303417.745	3952740.922	270.500g	2.50	- 2.50
1166	27550.000	486.715	507.396	303428.906	3952718.552	270.573g	2.50	- 2.50
1167	27575.000	483.722	507.040	303440.042	3952696.169	270.645g	2.50	- 2.50
1168	27600.000	481.445	506.683	303451.153	3952673.774	270.717g	2.50	- 2.50
1169	27625.000	479.421	506.327	303462.238	3952651.366	270.790g	2.50	- 2.50
1170	27637.414	478.137	506.150	303467.734	3952640.234	270.826g	2.50	- 2.50
1171	27650.000	479.525	505.971	303473.298	3952628.945	270.862g	2.50	- 2.50
1172	27675.000	482.665	505.615	303484.333	3952606.512	270.934g	2.50	- 2.50
1173	27700.000	485.066	505.259	303495.341	3952584.066	271.007g	2.50	- 2.50
1174	27725.000	487.017	504.903	303506.325	3952561.608	271.079g	2.50	- 2.50
1175	27750.000	489.824	504.547	303517.282	3952539.138	271.152g	2.50	- 2.50

1176	27775.000	491.577	504.190	303528.215	3952516.655	271.224g	2.50	- 2.50
1177	27800.000	493.475	503.834	303539.121	3952494.159	271.296g	2.50	- 2.50
1178	27825.000	495.069	503.478	303550.003	3952471.651	271.369g	2.50	- 2.50
1179	27850.000	497.269	503.122	303560.858	3952449.131	271.441g	2.50	- 2.50
1180	27875.000	499.095	502.766	303571.688	3952426.599	271.513g	2.50	- 2.50
1181	27900.000	499.882	502.410	303582.492	3952404.054	271.586g	2.50	- 2.50
1182	27925.000	500.433	502.054	303593.271	3952381.497	271.658g	2.50	- 2.50
1183	27950.000	500.947	501.697	303604.024	3952358.928	271.730g	2.50	- 2.50
1184	27975.000	501.159	501.341	303614.751	3952336.346	271.803g	2.50	- 2.50
1185	28000.000	500.985	500.985	303625.453	3952313.753	271.875g	2.50	- 2.50
1186	28025.000	500.375	500.629	303636.129	3952291.147	271.947g	2.50	- 2.50
1187	28050.000	498.706	500.273	303646.780	3952268.529	272.020g	2.50	- 2.50
1188	28075.000	496.587	499.917	303657.404	3952245.899	272.092g	2.50	- 2.50
1189	28100.000	494.569	499.561	303668.003	3952223.257	272.164g	2.50	- 2.50
1190	28125.000	492.362	499.204	303678.576	3952200.603	272.237g	2.50	- 2.50
1191	28150.000	490.297	498.848	303689.124	3952177.937	272.309g	2.50	- 2.50
1192	28175.000	488.373	498.492	303699.645	3952155.259	272.381g	2.50	- 2.50

1193	28200.000	486.831	498.136	303710.141	3952132.569	272.454g	2.50	- 2.50
1194	28225.000	485.540	497.780	303720.611	3952109.867	272.526g	2.50	- 2.50
1195	28250.000	484.422	497.424	303731.056	3952087.153	272.598g	2.50	- 2.50
1196	28275.000	482.864	497.068	303741.474	3952064.427	272.671g	2.50	- 2.50
1197	28300.000	481.217	496.711	303751.867	3952041.690	272.743g	2.50	- 2.50
1198	28325.000	479.829	496.375	303762.234	3952018.940	272.815g	2.50	- 2.50
1199	28350.000	478.464	496.100	303772.575	3951996.179	272.888g	2.50	- 2.50
1200	28375.000	477.196	495.887	303782.890	3951973.407	272.960g	2.50	- 2.50
1201	28400.000	475.965	495.737	303793.179	3951950.622	273.032g	2.50	- 2.50
1202	28425.000	474.878	495.650	303803.442	3951927.826	273.105g	2.50	- 2.50
1203	28450.000	473.918	495.625	303813.680	3951905.018	273.177g	2.50	- 2.50
1204	28475.000	472.861	495.662	303823.891	3951882.199	273.249g	2.50	- 2.50
1205	28500.000	471.810	495.762	303834.077	3951859.368	273.322g	2.50	- 2.50
1206	28525.000	470.952	495.925	303844.236	3951836.525	273.394g	2.50	- 2.50
1207	28550.000	470.084	496.150	303854.370	3951813.671	273.467g	2.50	- 2.50
1208	28575.000	469.170	496.437	303864.477	3951790.805	273.539g	2.50	- 2.50
1209	28600.000	468.170	496.787	303874.559	3951767.928	273.611g	2.50	- 2.50



1210	28625.000	467.016	497.199	303884.615	3951745.040	273.684g	2.50	- 2.50
1211	28634.955	465.111	497.381	303888.612	3951735.922	273.712g	2.50	- 2.50
1212	28650.000	467.962	497.674	303894.644	3951722.140	273.756g	2.50	- 2.50
1213	28675.000	470.561	498.212	303904.648	3951699.229	273.828g	2.50	- 2.50
1214	28700.000	473.304	498.812	303914.625	3951676.306	273.901g	2.50	- 2.50
1215	28725.000	476.711	499.474	303924.577	3951653.372	273.973g	2.50	- 2.50
1216	28750.000	480.094	500.199	303934.502	3951630.427	274.045g	2.50	- 2.50
1217	28775.000	483.606	500.986	303944.402	3951607.470	274.118g	2.50	- 2.50
1218	28800.000	487.572	501.835	303954.275	3951584.502	274.190g	2.50	- 2.50
1219	28825.000	491.430	502.684	303964.122	3951561.523	274.262g	2.50	- 2.50
1220	28850.000	494.792	503.502	303973.943	3951538.533	274.335g	2.50	- 2.50
1221	28875.000	498.984	504.289	303983.738	3951515.532	274.407g	2.50	- 2.50
1222	28900.000	502.641	505.045	303993.507	3951492.520	274.479g	2.50	- 2.50
1223	28925.000	506.273	505.769	304003.249	3951469.496	274.552g	2.50	- 2.50
1224	28950.000	508.405	506.462	304012.966	3951446.461	274.624g	2.50	- 2.50
1225	28975.000	507.974	507.124	304022.656	3951423.416	274.696g	2.50	- 2.50
1226	29000.000	508.214	507.754	304032.320	3951400.359	274.769g	2.50	- 2.50

1227	29018.574	508.003	508.202	304039.483	3951383.222	274.822g	2.50	- 2.50
1228	29025.000	508.257	508.353	304041.958	3951377.292	274.841g	2.50	- 2.50
1229	29050.000	508.077	508.922	304051.569	3951354.213	274.913g	2.50	- 2.50
1230	29075.000	507.952	509.458	304061.155	3951331.124	274.986g	2.50	- 2.50
1231	29100.000	507.558	509.964	304070.714	3951308.024	275.058g	2.50	- 2.50
1232	29125.000	506.808	510.438	304080.247	3951284.912	275.130g	2.50	- 2.50
1233	29150.000	504.712	510.881	304089.754	3951261.791	275.203g	2.50	- 2.50
1234	29175.000	501.413	511.293	304099.234	3951238.658	275.275g	2.50	- 2.50
1235	29200.000	497.731	511.673	304108.688	3951215.514	275.347g	2.50	- 2.50
1236	29225.000	493.790	512.023	304118.116	3951192.360	275.420g	2.50	- 2.50
1237	29250.000	486.937	512.341	304127.517	3951169.195	275.492g	2.50	- 2.50
1238	29275.000	471.618	512.627	304136.892	3951146.020	275.564g	2.50	- 2.50
1239	29300.000	461.339	512.883	304146.241	3951122.833	275.637g	2.50	- 2.50
1240	29315.695	453.315	513.027	304152.097	3951108.271	275.682g	2.50	- 2.50
1241	29325.000	456.482	513.107	304155.563	3951099.637	275.709g	2.50	- 2.50
1242	29350.000	468.203	513.300	304164.859	3951076.429	275.781g	2.50	- 2.50
1243	29375.000	476.604	513.462	304174.129	3951053.211	275.854g	2.50	- 2.50

1244	29400.000	480.133	513.593	304183.372	3951029.983	275.926g	2.50	- 2.50
1245	29425.000	483.336	513.692	304192.589	3951006.744	275.999g	2.50	- 2.50
1246	29450.000	486.034	513.760	304201.780	3950983.494	276.071g	2.50	- 2.50
1247	29462.242	487.049	513.782	304206.270	3950972.106	276.106g	2.50	- 2.50
1248	29475.000	488.271	513.797	304210.944	3950960.234	276.143g	2.50	- 2.50
1249	29500.000	490.679	513.802	304220.081	3950936.964	276.216g	2.50	- 2.50
1250	29525.000	492.829	513.776	304229.192	3950913.684	276.288g	2.50	- 2.50
1251	29550.000	494.946	513.719	304238.277	3950890.393	276.360g	2.50	- 2.50
1252	29575.000	496.939	513.631	304247.335	3950867.091	276.433g	2.50	- 2.50
1253	29600.000	498.972	513.512	304256.367	3950843.780	276.505g	2.50	- 2.50
1254	29625.000	501.287	513.361	304265.372	3950820.458	276.577g	2.50	- 2.50
1255	29650.000	503.514	513.179	304274.351	3950797.126	276.650g	2.50	- 2.50
1256	29675.000	505.204	512.966	304283.303	3950773.784	276.722g	2.50	- 2.50
1257	29700.000	507.026	512.722	304292.229	3950750.431	276.794g	2.50	- 2.50
1258	29725.000	509.078	512.470	304301.128	3950727.069	276.867g	2.50	- 2.50
1259	29750.000	510.462	512.217	304310.000	3950703.696	276.939g	2.50	- 2.50
1260	29775.000	511.055	511.965	304318.846	3950680.314	277.011g	2.50	- 2.50

1261	29800.000	511.168	511.713	304327.666	3950656.921	277.084g	2.50	- 2.50
1262	29825.000	511.460	511.460	304336.459	3950633.518	277.156g	2.50	- 2.50
1263	29850.000	511.633	511.208	304345.225	3950610.106	277.228g	2.50	- 2.50
1264	29875.000	511.736	510.955	304353.964	3950586.683	277.301g	2.50	- 2.50
1265	29900.000	511.845	510.736	304362.677	3950563.251	277.373g	2.50	- 2.50
1266	29925.000	511.756	510.579	304371.364	3950539.808	277.445g	2.50	- 2.50
1267	29950.000	511.479	510.485	304380.024	3950516.356	277.518g	2.50	- 2.50
1268	29975.000	511.250	510.453	304388.657	3950492.894	277.590g	2.50	- 2.50
1269	30000.000	510.995	510.483	304397.263	3950469.422	277.662g	2.50	- 2.50

PENETRANTE DE  
RELIZANEAVANT  
PROJET DETAILLE  
AXE 1 ( AXE  
PRINCIPAL )

### VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
------------	-----------------------	-------------------	------------------	--------------------	-----------------

1013	24000.000	2214.0	0.0	542.0	0.0
1014	24025.000	5240.4	0.0	671.2	0.0

1015	24050.000	9503.3	0.0	847.5	0.0
1016	24075.000	14383.6	0.0	954.0	0.0
1017	24100.000	16451.7	0.0	1042.5	0.0
1018	24125.000	13758.7	0.0	977.1	0.0
1019	24150.000	9534.8	0.0	868.7	0.0
1020	24175.000	6208.6	0.0	713.0	0.0
1021	24200.000	4881.7	0.0	651.1	0.0
1022	24225.000	4072.4	0.0	617.4	0.0
1023	24250.000	4093.0	0.0	617.4	0.0
1024	24275.000	4712.1	0.0	639.3	0.0
1025	24300.000	5851.3	0.0	681.1	0.0
1026	24325.000	7611.9	0.0	744.5	0.0
1027	24350.000	9184.6	0.0	856.9	0.0
1028	24375.000	9636.3	0.0	904.9	0.0
1029	24400.000	10098.0	0.0	917.7	0.0
1030	24425.000	11575.8	0.0	939.8	0.0
1031	24450.000	14194.0	0.0	1045.5	0.0
1032	24475.000	18727.1	0.0	1205.6	0.0
1033	24500.000	16833.6	0.0	930.6	0.0
1034	24510.342	11604.7	0.0	630.5	0.0
1035	24525.000	16451.6	0.0	924.2	0.0
1036	24550.000	15800.2	0.0	1052.2	0.0
1037	24575.000	11704.5	0.0	919.5	0.0

1038	24600.000	9045.6	0.0	840.8	0.0
1039	24625.000	6919.7	0.0	731.6	0.0
1040	24650.000	5134.4	0.0	663.4	0.0
1041	24675.000	4084.0	0.0	619.8	0.0
1042	24700.000	4024.5	0.0	620.3	0.0
1043	24725.000	5140.4	0.0	664.9	0.0
1044	24750.000	7300.3	0.0	738.9	0.0
1045	24775.000	10305.9	0.0	869.3	0.0
1046	24800.000	13883.3	0.0	1001.7	0.0
1047	24825.000	17944.7	0.0	1072.9	0.0
1048	24850.000	22465.2	0.0	1149.0	0.0
1049	24875.000	27238.0	0.0	1228.0	0.0
1050	24900.000	32377.9	0.0	1346.9	0.0
1051	24925.000	38847.0	0.0	1468.2	0.0
1052	24950.000	45836.4	0.0	1581.8	0.0
1053	24975.000	53681.7	0.0	1705.5	0.0
1054	25000.000				
1055	25025.000				
1056	25045.957				
1057	25050.000				
1058	25075.000				
1059	25100.000				
1060	25125.000	57472.2	0.0	1834.5	0.0

1061	25150.000	48970.2	0.0	1732.1	0.0
1062	25175.000	39415.4	0.0	1565.5	0.0
1063	25200.000	29516.9	0.0	1324.5	0.0
1064	25225.000	22455.0	0.0	1154.1	0.0
1065	25250.000	16418.7	0.0	1023.1	0.0
1066	25275.000	10750.0	0.0	859.6	0.0
1067	25300.000	6153.8	0.0	688.2	0.0
1068	25325.000	2901.6	0.0	569.6	0.0
1069	25350.000	274.2	196.2	494.8	0.0
1070	25375.000	2.7	2433.4	568.6	0.0
1071	25400.000	30.2	5107.7	681.8	0.0
1072	25425.000	3.0	7809.7	795.2	0.0
1073	25450.000	2.9	10476.7	911.2	0.0
1074	25475.000	2.8	13168.8	967.4	0.0
1075	25500.000	3.0	14660.1	990.0	0.0
1076	25525.000	3.1	15147.9	994.8	0.0
1077	25550.000	3.0	14209.2	972.0	0.0
1078	25575.000	3.0	12234.3	934.8	0.0
1079	25600.000	2.9	10148.9	888.9	0.0
1080	25625.000	2.8	8060.7	762.2	0.0
1081	25650.000	2.1	3821.1	490.0	0.0
1082	25660.074	1.5	2249.5	341.8	0.0
1083	25675.000	1.7	2545.1	409.9	0.0



1084	25691.086	1.6	1525.3	319.9	0.0
1085	25700.000	2.1	2139.2	433.3	0.0
1086	25725.000	6.2	2262.1	614.0	0.0
1087	25750.000	200.3	1167.8	563.0	0.0
1088	25775.000	836.4	435.2	570.8	0.0
1089	25800.000	2045.1	21.6	574.1	0.0
1090	25825.000	3453.6	0.0	592.8	0.0
1091	25850.000	4415.5	0.0	587.7	0.0
1092	25875.000	3615.7	0.0	447.0	0.0
1093	25887.969	2279.4	0.0	293.2	0.0
1094	25900.000	3294.6	0.0	432.9	0.0
1095	25925.000	4998.1	0.0	609.9	0.0
1096	25950.000	5435.7	0.0	606.0	0.0
1097	25973.084	3045.7	0.0	329.2	0.0
1098	25975.000	3286.0	0.0	355.2	0.0
1099	26000.000	6302.1	0.0	660.3	0.0
1100	26025.000	6501.6	0.0	677.1	0.0
1101	26050.000	6754.4	0.0	704.2	0.0
1102	26075.000	7409.4	0.0	732.6	0.0
1103	26100.000				
1104	26125.000				
1105	26132.537				
1106	26150.000				

1107	26175.000				
1108	26200.000	9349.7	0.0	829.2	0.0
1109	26225.000	10142.2	0.0	858.1	0.0
1110	26250.000	10866.7	0.0	887.9	0.0
1111	26275.000	11587.9	0.0	916.6	0.0
1112	26300.000	12110.2	0.0	912.9	0.0
1113	26325.000	12816.3	0.0	931.3	0.0
1114	26350.000	13381.3	0.0	943.2	0.0
1115	26375.000	13650.3	0.0	933.8	0.0
1116	26400.000	13250.0	0.0	915.7	0.0
1117	26425.000	10361.7	0.0	744.1	0.0
1118	26441.594	6078.1	0.0	444.0	0.0
1119	26450.000				
1120	26475.000				
1121	26500.000				
1122	26525.000	8259.5	0.0	775.0	0.0
1123	26550.000	5542.6	0.0	685.7	0.0
1124	26575.000	3913.8	0.0	616.1	0.0
1125	26600.000	2789.0	0.0	566.0	0.0
1126	26625.000	1958.6	0.0	524.2	0.0
1127	26650.000	1533.2	0.0	505.1	0.0
1128	26675.000	1069.2	0.0	480.3	0.0
1129	26700.000	810.4	0.0	464.9	0.0

1130	26725.000	647.6	0.0	456.1	0.0
1131	26750.000	601.0	0.0	454.4	0.0
1132	26775.000	637.3	0.0	457.1	0.0
1133	26800.000	743.0	0.0	462.4	0.0
1134	26825.000	653.0	0.0	457.3	0.0
1135	26850.000	512.0	29.7	484.3	0.0
1136	26875.000	417.3	53.5	483.5	0.0
1137	26900.000	348.8	48.7	479.7	0.0
1138	26925.000	293.5	45.3	474.3	0.0
1139	26950.000	351.7	13.3	470.5	0.0
1140	26975.000	712.8	0.0	304.7	0.0
1141	26981.934	611.1	0.0	239.5	0.0
1142	27000.000	1027.8	0.0	421.5	0.0
1143	27025.000	865.8	31.4	512.2	0.0
1144	27050.000	797.0	26.1	477.6	0.0
1145	27071.885	456.6	20.2	259.0	0.0
1146	27075.000	485.7	25.2	291.5	0.0
1147	27100.000	343.0	250.3	506.8	0.0
1148	27125.000	93.9	184.3	478.3	0.0
1149	27150.000	1112.6	0.0	482.5	0.0
1150	27175.000	2021.1	0.0	383.5	0.0
1151	27183.344	1826.1	0.0	295.3	0.0
1152	27200.000	2408.1	0.0	487.1	0.0

1153	27225.000	905.4	157.4	539.3	0.0
1154	27250.000	220.8	585.7	520.3	0.0
1155	27275.000	226.8	674.1	524.4	0.0
1156	27300.000	389.4	626.2	550.8	0.0
1157	27325.000	1391.9	284.0	595.2	0.0
1158	27350.000	3592.0	0.0	625.2	0.0
1159	27375.000	6216.3	0.0	782.6	0.0
1160	27400.000	9288.8	0.0	879.4	0.0
1161	27425.000	12501.3	0.0	965.8	0.0
1162	27450.000	16457.2	0.0	1116.8	0.0
1163	27475.000	21583.7	0.0	1257.5	0.0
1164	27500.000	28167.1	0.0	1395.4	0.0
1165	27525.000	34920.6	0.0	1506.9	0.0
1166	27550.000	42499.7	0.0	1703.6	0.0
1167	27575.000	50451.9	0.0	1813.9	0.0
1168	27600.000				
1169	27625.000	45963.0	0.0	1403.5	0.0
1170	27637.414	30930.9	0.0	930.8	0.0
1171	27650.000	44287.9	0.0	1382.5	0.0
1172	27675.000	51069.1	0.0	1812.0	0.0
1173	27700.000	42632.6	0.0	1653.0	0.0
1174	27725.000	34531.1	0.0	1558.3	0.0
1175	27750.000	25836.4	0.0	1355.4	0.0

1176	27775.000	20623.9	0.0	1269.2	0.0
1177	27800.000	15744.4	0.0	1078.2	0.0
1178	27825.000	10927.7	0.0	906.1	0.0
1179	27850.000	7174.4	0.0	796.7	0.0
1180	27875.000	4124.7	0.0	651.0	0.0
1181	27900.000	2441.3	0.0	567.7	0.0
1182	27925.000	1563.4	200.2	597.6	0.0
1183	27950.000	900.2	559.0	589.1	0.0
1184	27975.000	503.8	780.4	571.9	0.0
1185	28000.000	333.3	813.9	557.8	0.0
1186	28025.000	573.8	577.6	562.6	0.0
1187	28050.000	1533.9	81.9	572.1	0.0
1188	28075.000	3261.4	0.0	597.2	0.0
1189	28100.000	5231.2	0.0	673.7	0.0
1190	28125.000	7759.5	0.0	800.9	0.0
1191	28150.000	10645.6	0.0	890.8	0.0
1192	28175.000	13602.9	0.0	1008.0	0.0
1193	28200.000	15953.4	0.0	1065.3	0.0
1194	28225.000	17948.4	0.0	1108.3	0.0
1195	28250.000	19712.1	0.0	1149.5	0.0
1196	28275.000	22544.4	0.0	1212.9	0.0
1197	28300.000	25738.0	0.0	1319.9	0.0
1198	28325.000	28844.5	0.0	1381.8	0.0

1199	28350.000	31904.8	0.0	1472.9	0.0
1200	28375.000	34932.5	0.0	1514.5	0.0
1201	28400.000	38208.4	0.0	1565.3	0.0
1202	28425.000	41353.1	0.0	1616.9	0.0
1203	28450.000	44630.7	0.0	1678.5	0.0
1204	28475.000	48485.0	0.0	1778.1	0.0
1205	28500.000	52469.3	0.0	1832.2	0.0
1206	28525.000	56582.7	0.0	1889.0	0.0
1207	28550.000				
1208	28575.000				
1209	28600.000				
1210	28625.000				
1211	28634.955				
1212	28650.000				
1213	28675.000				
1214	28700.000	55530.6	0.0	1819.4	0.0
1215	28725.000	47247.4	0.0	1681.4	0.0
1216	28750.000	39050.1	0.0	1576.8	0.0
1217	28775.000	31003.8	0.0	1446.8	0.0
1218	28800.000	22817.9	0.0	1221.6	0.0
1219	28825.000	16123.2	0.0	1076.5	0.0
1220	28850.000	11050.3	0.0	905.8	0.0
1221	28875.000	5705.9	0.0	703.6	0.0

1222	28900.000	2370.4	0.0	567.8	0.0
1223	28925.000	50.6	677.5	498.9	0.0
1224	28950.000	2.9	2061.7	531.5	0.0
1225	28975.000	3.1	1235.9	516.6	0.0
1226	29000.000	4.3	584.2	429.7	0.0
1227	29018.574	10.3	75.9	231.1	0.0
1228	29025.000	14.4	83.1	289.6	0.0
1229	29050.000	472.5	0.0	453.0	0.0
1230	29075.000	1083.6	0.0	485.8	0.0
1231	29100.000	2036.2	0.0	534.7	0.0
1232	29125.000	3401.9	0.0	594.4	0.0
1233	29150.000	6809.6	0.0	730.1	0.0
1234	29175.000				
1235	29200.000				
1236	29225.000				
1237	29250.000				
1238	29275.000				
1239	29300.000				
1240	29315.695				
1241	29325.000				
1242	29350.000				
1243	29375.000				
1244	29400.000				

1245	29425.000				
1246	29450.000				
1247	29462.242				
1248	29475.000				
1249	29500.000				
1250	29525.000				
1251	29550.000				
1252	29575.000				
1253	29600.000				
1254	29625.000				
1255	29650.000				
1256	29675.000	9418.0	0.0	866.9	0.0
1257	29700.000	6073.1	0.0	706.6	0.0
1258	29725.000	3167.2	0.0	594.1	0.0
1259	29750.000	1467.6	0.0	517.8	0.0
1260	29775.000	746.7	234.1	534.4	0.0
1261	29800.000	479.2	379.6	531.1	0.0
1262	29825.000	181.5	604.5	520.6	0.0
1263	29850.000	32.5	877.0	510.7	0.0
1264	29875.000	3.2	1216.2	529.3	0.0
1265	29900.000	3.1	1516.1	537.0	0.0
1266	29925.000	3.1	1552.1	536.2	0.0
1267	29950.000	3.1	1367.0	529.9	0.0



1268	29975.000	3.0	1122.9	518.3	0.0
1269	30000.000	3.0	804.9	505.6	0.0
		1380960.5	140607.7	464031.1	

PENETRANTE DE

RELIZANEAVANT

PROJET DETAILLE

AXE 1 ( AXE

PRINCIPAL )

## VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
1013	24000.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1014	24025.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1015	24050.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1016	24075.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1017	24100.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1018	24125.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1019	24150.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1020	24175.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1021	24200.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1022	24225.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1023	24250.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1024	24275.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1025	24300.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0

1026	24325.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1027	24350.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1028	24375.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1029	24400.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1030	24425.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1031	24450.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1032	24475.000	200.7	96.1	28.6	31.5	27.6
1033	24500.000	142.0	68.0	20.3	22.3	19.5
1034	24510.342	225.3	107.9	32.1	35.4	30.9
1035	24525.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1036	24550.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1037	24575.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1038	24600.000					
1039	24625.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1040	24650.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1041	24675.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1042	24700.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1043	24725.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1044	24750.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1045	24775.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1046	24800.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1047	24825.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1048	24850.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0

1049	24875.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1050	24900.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1051	24925.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1052	24950.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1053	24975.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1054	25000.00					
1055	25025.00					
1056	25045.957					
1057	25050.00					
1058	25075.00					
1059	25100.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1060	25125.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1061	25150.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1062	25175.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1063	25200.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1064	25225.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1065	25250.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1066	25275.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1067	25300.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1068	25325.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1069	25350.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1070	25375.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1071	25400.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1072	25425.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0

1073	25450.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1074	25475.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1075	25500.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1076	25525.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1077	25550.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1078	25575.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1079	25600.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1080	25625.000	199.2	95.4	28.4	28.7	27.4
1081	25650.000	142.0	68.0	20.3	20.5	19.5
1082	25660.074	176.1	84.4	25.1	25.4	24.2
1083	25675.000	142.0	68.0	20.3	20.5	19.5
1084	25691.086	192.6	92.2	27.5	27.8	26.5
1085	25700.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1086	25725.000	284.0	136.0	40.5	42.7	39.0
1087	25750.000	284.0	136.0	40.5	42.7	39.0
1088	25775.000					
1089	25800.000	284.0	136.0	40.5	42.7	39.0
1090	25825.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1091	25850.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1092	25875.000	215.7	103.3	30.8	33.9	29.6
1093	25887.969	142.0	68.0	20.3	22.3	19.5
1094	25900.000	210.3	100.7	30.0	33.0	28.9
1095	25925.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0

1096	25950.000	273.1	130.8	38.9	42.9	37.5
1097	25973.084	142.0	68.0	20.3	22.3	19.5
1098	25975.000	152.9	73.2	21.8	24.0	21.0
1099	26000.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1100	26025.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1101	26050.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1102	26075.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1103	26100.000					
1104	26125.000					
1105	26132.537					
1106	26150.000					
1107	26175.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1108	26200.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1109	26225.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1110	26250.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1111	26275.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1112	26300.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1113	26325.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1114	26350.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1115	26375.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1116	26400.000	236.3	113.1	33.7	37.1	32.4
1117	26425.000	142.0	68.0	20.3	22.3	19.5
1118	26441.594					

1119	26450.00					
1120	26475.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1121	26500.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1122	26525.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1123	26550.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1124	26575.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1125	26600.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1126	26625.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1127	26650.000	284.0	136.0	40.5	44.3	39.0
1128	26675.000	284.0	136.0	40.5	41.9	39.0
1129	26700.000	284.0	136.0	40.5	39.4	39.0
1130	26725.000	284.0	136.0	40.5	39.4	39.0
1131	26750.000	284.0	136.0	40.5	40.8	39.0
1132	26775.000	284.0	136.0	40.5	35.2	39.0
1133	26800.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1134	26825.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1135	26850.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1136	26875.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1137	26900.000					
1138	26925.000					
1139	26950.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1140	26975.000	181.4	86.9	25.9	28.5	24.9
1141	26981.934	142.0	68.0	20.3	21.7	19.5

1142	27000.000	244.6	117.1	34.9	31.6	33.6
1143	27025.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1144	27050.000	266.3	127.5	38.0	40.1	36.6
1145	27071.885	142.0	68.0	20.3	21.4	19.5
1146	27075.000	159.7	76.5	22.8	24.0	21.9
1147	27100.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1148	27125.000	284.0	136.0	40.5	42.3	39.0
1149	27150.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1150	27175.000	189.4	90.7	27.0	29.7	26.0
1151	27183.344	142.0	68.0	20.3	22.3	19.5
1152	27200.000	236.6	113.3	33.7	37.1	32.5
1153	27225.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1154	27250.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1155	27275.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1156	27300.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1157	27325.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1158	27350.000	284.0	136.0	40.5	44.5	39.0
1159	27375.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1160	27400.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1161	27425.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1162	27450.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1163	27475.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1164	27500.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0



1165	27525.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1166	27550.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1167	27575.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1168	27600.000					
1169	27625.000	212.5	101.8	30.3	33.4	29.2
1170	27637.414	142.0	68.0	20.3	22.3	19.5
1171	27650.000	213.5	102.2	30.4	33.5	29.3
1172	27675.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1173	27700.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1174	27725.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1175	27750.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1176	27775.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1177	27800.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1178	27825.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1179	27850.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1180	27875.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1181	27900.000	284.0	136.0	40.5	34.9	39.0
1182	27925.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1183	27950.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1184	27975.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1185	28000.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1186	28025.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1187	28050.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0

1188	28075.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1189	28100.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1190	28125.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1191	28150.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1192	28175.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1193	28200.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1194	28225.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1195	28250.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1196	28275.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1197	28300.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1198	28325.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1199	28350.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1200	28375.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1201	28400.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1202	28425.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1203	28450.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1204	28475.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1205	28500.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1206	28525.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1207	28550.000					
1208	28575.000					
1209	28600.000					
1210	28625.000					

1211	28634.955					
1212	28650.000					
1213	28675.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1214	28700.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1215	28725.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1216	28750.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1217	28775.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1218	28800.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1219	28825.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1220	28850.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1221	28875.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1222	28900.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1223	28925.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1224	28950.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1225	28975.000	247.5	118.5	35.3	35.7	34.0
1226	29000.000	142.0	68.0	20.3	17.7	19.5
1227	29018.574	178.5	85.5	25.5	24.1	24.5
1228	29025.000	284.0	136.0	40.5	43.0	39.0
1229	29050.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1230	29075.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1231	29100.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1232	29125.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1233	29150.000					

1234	29175.000					
1235	29200.000					
1236	29225.000					
1237	29250.000					
1238	29275.000					
1239	29300.000					
1240	29315.695					
1241	29325.000					
1242	29350.000					
1243	29375.00					
1244	29400.00					
1245	29425.00					
1246	29450.00					
1247	29462.242					
1248	29475.00					
1249	29500.00					
1250	29525.00					
1251	29550.00					
1252	29575.00					
1253	29600.00					
1254	29625.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1255	29650.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1256	29675.000	284.0	136.0	40.5	44.6	39.0
1257	29700.000	284.0	136.0	40.5	43.7	39.0

1258	29725.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1259	29750.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1260	29775.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0
1261	29800.000	284.0	136.0	40.5	42.0	39.0
1262	29825.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1263	29850.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1264	29875.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1265	29900.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1266	29925.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1267	29950.000	284.0	136.0	40.5	40.9	39.0
1268	29975.000	284.0	136.0	40.5	38.5	39.0
1269	30000.000	284.0	136.0	40.5	42.8	39.0

