



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم  
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem  
كلية العلوم و التكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



N° d'ordre : M...../GC/2021

## MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

### MASTER EN GENIE CIVIL

Filière : Travaux public

Spécialité : VOA

par

Nom et Prénom Yakoub Amina

Nom et Prénom Elahouel meryem

Intitulé du sujet

**Etude D'un tronçon autoroutier au 4 KM de pénétrante de mascara  
du ( pk0+000 au pk4+000)**

Soutenu le 08 / 07 / 2021 devantle jury composé de :

Présidente : Mme . Elmasacri setti

Examineur : Mr. Bouhaloufa Ahmed

Encadrant : Mr. Rabah Keraouti

Invité : Cherif Mourad

Année Universitaire 2020/2021

# Remerciement

*Je tiens à remercier tout d'abord Dieu qui nous a donné la santé, le courage et la patience pour mener à bien ce modeste travail.*

*Ma profonde gratitude s'adresse tout particulièrement à mon encadreur **Mr. Keraouti Rabah**, qui nous a accordé sa confiance et qui nous l'a réitérée dans le cadre de l'élaboration du présent travail. Tout en suivant de près notre démarche scientifique, il nous a fait partagé son expérience enrichissante dans le domaine de l'étude des routes et nous a prodigué de précieux conseils et encouragements pour mener à bien ce travail.*

*Je tiens à remercier très vivement et respectueusement Messieurs **Bensaid Ahmed**, Ancien élève de l'Ecole, qui nous a fait l'insigne d'honneur et d'aide dans l'élaboration de ce travail.*

*Je présente également mes remerciements les plus chaleureux à nos enseignants durant cette période de formation d'ingénieur.*

# Dédicace

*Tout d'abord je tiens à remercier le bon Dieu de m'avoir aidé à arriver jusqu' à ce niveau d'études, et de réaliser ce modeste travail, que je dédie :*

- ✓ *A mes très chers parents, et que Dieu le tout puissant les garde en bonne santé.*
- ✓ *A mon encadreur : Keraouti Rabeh*
- ✓ *Messieurs: CHERIF Mourad, BOUHALLOUFA Ahmed.*

*A mes amis et de Département de*

*Génie Civil.*

*À toute la promotion 2021.*

*Enfin à toutes personnes qui m'ont soutenu et aidé à réaliser ce travail.*

**YAKOUB AMINA  
ELAHOUEL MERIEM**

# Sommaire

<b>CHAPITRE I :</b> .....	<b>12</b>
<b>PRESENTATION DU PROJET</b> .....	<b>12</b>
I-5- DONNEES DE BASE .....	12
<b>I-1- INTRODUCTION :</b> .....	<b>13</b>
I-2- CATEGORIES DE LA ROUTE : .....	14
<b>I-3- PRESENTATION DU PROJET :</b> .....	<b>15</b>
<b>I-3-1- PRESENTATION WILAYA DE MASCARA :</b> .....	<b>15</b>
I-3-1-1- SITUATION GEOGRAPHIQUE : .....	15
I-3-1-2- LE RELIEF : .....	15
<b>I-3-1-4- INFRASTRUCTURE DE BASE :</b> .....	<b>16</b>
I-4- OBJECTIF DE PROJET : .....	17
I-5- DONNEES DE BASE : .....	18
<b>ETUDE DU TRAFIC</b> .....	<b>19</b>
II-1- INTRODUCTION. ....	19
II-2- ANALYSE DU TRAFIC. ....	19
II-4- MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC. ....	19
II-5- CALCUL DE LA CAPACITÉ.....	19
<b>II-1- INTRODUCTION :</b> .....	<b>20</b>
<b>II-2- ANALYSE DU TRAFIC :</b> .....	<b>20</b>
II-3- DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS : .....	20
II-4- MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC : .....	21
<b>II-4-1- Prolongation de l'évolution passée :</b> .....	<b>21</b>
<b>II-4-3- Modèle gravitaire :</b> .....	<b>22</b>
II-4-4- Modèle de facteurs croissance : .....	22
<b>II-5- CALCUL DE LA CAPACITÉ :</b> .....	<b>22</b>
<b>II-5-1- Définition de la capacité :</b> .....	<b>22</b>
II-5-2- Détermination de nombre de voies : .....	22
<b>2-1 Calcul de la variante N°02.....</b>	<b>41</b>
<b>III-1- DEVERS :</b> .....	<b>54</b>
<b>III-1-1- Devers en alignement :</b> .....	<b>54</b>
IV-1-2- Devers vers l'intérieur des courbes : .....	54
III-1-3- Détermination des dévers aux rayons en plan : .....	55
<b>III-2- COURBE DE RACCORDEMENT :</b> .....	<b>56</b>

<b>III-2-1- Type de courbe de raccordement :</b> .....	<b>56</b>
III-2-2- Raccordement progressif : .....	57
III-2-2-1- Introduction : .....	57
<b>IV-2-2-1- : Eléments d'une clothoïde :</b> .....	<b>58</b>
<b>B. Longueur de raccords</b> .....	<b>59</b>
B.1- La condition de confort dynamique : .....	59
B.2- La condition Optique : .....	59
<b>IV-1- INTRODUCTION :</b> .....	<b>66</b>
<b>IV-2- LIGNE PROJET :</b> .....	<b>66</b>
<b>IV-2-1-Eléments constituant la ligne rouge:</b> .....	<b>67</b>
Les alignements : .....	67
Déclivité : .....	67
B.1-Déclivité minimale: .....	67
<b>Raccordement en profil en long</b> .....	<b>68</b>
<b>C.1- Raccords verticaux</b> .....	<b>68</b>
C.2- Raccordement convexe (angle saillant).....	68
<b>IV-3- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG:</b> .....	<b>71</b>
<b>Chapitre V :</b> .....	<b>73</b>
<b>CINÉMATIQUE</b> .....	<b>73</b>
V-1-LESPARAMETRESCINEMATIQUES .....	73
<b>V-1-LESPARAMETRESCINEMATIQUES:</b> .....	<b>74</b>
<b>V.1-1-Distance de freinage</b> .....	<b>74</b>
V.1-3-Distance d'arrêt: .....	76
<b>V-1-4-Distance de perception:</b> .....	<b>78</b>
<b>V-1-5- Distance de sécurité entre deux véhicules :</b> .....	<b>79</b>
V.1-6- Manoeuvres de dépassement : .....	81
<b>Chapitre 6</b> .....	<b>83</b>
<b>PROFIL EN TRAVERS</b> .....	<b>83</b>
VI-1-INTRODUCTION .....	83
<b>PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES</b> .....	<b>84</b>
<b>VI-1-INTRODUCTION :</b> .....	<b>84</b>
<b>VI-2-PROFIL EN TRAVERS TYPE:</b> .....	<b>84</b>
VI-3-LES ELEMENTS CONSTITUANT UN PROFIL EN TRAVERS TYPE: .....	85
VI-4- DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE : .....	86
<b>VI-5-1- La chaussée :</b> .....	<b>88</b>
<b>VI.5.1-1- Définition:</b> .....	<b>88</b>
VI.5.1-2- Les différentes catégories de chaussée : .....	89
VI-6- LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT: .....	90
<b>VI .6.4.1- Détermination de la classe de trafic</b> .....	<b>92</b>
<b>VI.6.5.2- Détermination de la classe du sol</b> .....	<b>93</b>
VI .6.5- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).....	93

<b>VI-7- CUBATURE :</b> .....	<b>98</b>
<b>VI-7-1- Définition:</b> .....	<b>98</b>
VI-7-2- Méthode de calcul: .....	98
<b>VIII-1- INTRODUCTION :</b> .....	<b>108</b>
<b>VII-2- IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DES ALIGNEMENTS :</b> .....	<b>109</b>
VII-3- IMPLANTATION DE COURBES : .....	109
<b>Chapitre 8:</b> .....	<b>117</b>
ASSAINISSEMENT .....	117
<b>VIII-1- INTRODUCTION :</b> .....	<b>118</b>
<b>VIII-2- OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT :</b> .....	<b>119</b>
VIII-3- DEFINITIONS : .....	119
VIII-4- METHODES THEORIQUE DE CALCUL POUR DIMENSIONNER UN FOSSÉ : .....	121
<b>IX- LA SIGNALISATION ROUTIERE :</b> .....	<b>126</b>
<b>IX-1- INTRODUCTION :</b> .....	<b>126</b>
IX-2- L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE : .....	126
IX-3- CATEGORIES DE SIGNALISATION : .....	126
<b>IX-6- CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES :</b> .....	<b>136</b>
<b>X-1- INTRODUCTION :</b> .....	<b>138</b>
<b>X-2- CONTEXTE ET RAISON D'ETRE DU PROJET :</b> .....	<b>138</b>
X-2-1- Mise en Contexte du projet : .....	138
X-2-2- la démarche de L'ÉTUDE : .....	138
<b>X-3- ANALYSE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX METHODOLOGIES :</b> .....	<b>139</b>
<b>X-3-1- Identification des impacts :</b> .....	<b>139</b>
X-3-2- Évaluation des impacts : .....	139
<b>X-4- MESURES D'INSERTION ET D'ATTENUATION PROPOSEES :</b> .....	<b>140</b>
<b>X-4-1- Mesures d'atténuation particulières :</b> .....	<b>140</b>
X-4-2- Mesures d'atténuation générales : .....	141
X-4-3- Mesures applicables : .....	142
<b>XI-1- INTRODUCTION :</b> .....	<b>145</b>
<b>XI-2- CADRE GEOLOGIQUE GENERAL DE LA REGION D'ETUDE :</b> .....	<b>145</b>
XII-3- SISMICITÉ DE LA REGION : .....	146
XII-4- DONNEES GEOTECHNIQUES IN SITU ET AU LABORATOIRE : .....	146
<b>XI-7- SOLUTION DE CONFORTEMENT DE TALUS :</b> .....	<b>149</b>
<b>XI-8- CALCUL DE STABILITÉ:</b> .....	<b>150</b>
XI-9- CONCLUSION : .....	152
<b>DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF (DQE) .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>CHAPITRE 13</b> .....	<b>157</b>
XIII- CONCLUSION .....	157
<b>XIII- CONCLUSION :</b> .....	<b>158</b>

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: valeurs du coefficient p : .....	23
Tableau 2: valeurs K1 en fonction de l'environnement.....	24
Tableau 3: valeurs K2 en fonction de l'environnement.....	24
Tableau 4: valeurs de capacité théorique .....	25
Tableau 5: coordonnées des sommets variante N 1 .....	27
Tableau 6: Gisements, angles au centre et distances variante N°01.....	27
Tableau 7: calcul des paramètres de raccordement au centre variante N°01 .....	28
Tableau 8: calcul des déclivité cumulés variante N°01.....	29
Tableau 9: type de topographie .....	32
Tableau 10: sinuosité .....	32
Tableau 11: tableau d'environnement de la route.....	33
Tableau 12: vitesse de référence .....	33
Tableau 13: dévers .....	34
Tableau 14: valeur du coefficient ft .....	34
Tableau 15: valeur du coefficient "F" .....	34
Tableau 16 : tableau récapitulatif des paramètres cinématique.....	34
Tableau 17: récapitulatif des rayons en plan .....	36
Tableau 18: les rayons en plan selon B40 .....	36
Tableau 19: tableau de cubature approchée de la variante 01.....	36
Tableau 20: coordonnées des sommets variante N°02.....	41
Tableau 21: gisement, angles au centre et distances variante N°02.....	41
Tableau 22: calcul des paramètres de raccordement au centre variante N°02 .....	43
Tableau 23: calcul des déclivités cumulés variante N°02 .....	44
Tableau 24: tableau de cubature approchée de la variante 02.....	49
Tableau 25: choix de variante .....	52
Tableau 26: devers en fonction de l'environnement .....	55
Tableau 27: paramètres de clothoïde : .....	63
Tableau 28: valeur de déclivité maximale .....	68
Tableau 29: rayons convexes (cat2,V100).....	69
Tableau 30: rayons concaves (cat2, V100) .....	70

Tableau 31: coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40.....	74
Tableau 32: valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse .....	81
Tableau 33: récapitulatif des paramètres fondamentaux .....	81
Tableau 34: Coefficient d'équivalence des matériaux .....	91
Tableau 35: Classe de trafic. ....	93
Tableau 36: Classe de sol. ....	93
Tableau 37: Epaisseur du corps de chaussée .....	96
Tableau 38: coefficient d'équivalence des matériaux.....	97
Tableau 39 : Calcul de volume de décapage de terre végétale. ....	99
Tableau 40 : Calcul de cubature de terrassement.....	102
Tableau 41: Coefficient de ruissellement.....	121
Tableau 42: Variable GAUSS .....	122
Tableau 43 : Caractéristiques des lignes discontinues. ....	134
Tableau 44: Synthèse des essais d'identification physique en laboratoire .....	147
Tableau 45: Propriétés géotechniques du sol. ....	151
Tableau 46: Propriétés géotechniques du sol. ....	152
Tableau 47: Devis Quantitatif et Estimatif (DQE) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

# LISTE DES FIGURES

Figure 1: photo de wilaya de mascara : .....	15
Figure 2: Carte de Réseau routier de la wilaya de mascara .....	17
Figure 3: détermination de l'angle au centre .....	25
Figure 4: Clothoïde .....	58
Figure 5: <b>Distance d'arrêt et de freinage</b> .....	76
Figure 6: Distance de perception .....	78
Figure 7: Espacement entre deux véhicules.....	80
Figure 8: Les éléments d'une route.....	85
Figure 9: les différentes catégories de chaussée .....	89
Figure 10: démarche du catalogue.....	95
Figure 11: Corps de chaussée.....	96
Figure 12: Implantation sur la tangent.....	110
Figure 13: Coordonnées polaires .....	110
Figure 14: Méthode d'implantation .....	111
Figure 15: Signaux de danger .....	128
Figure 16: Signaux d'Interdiction .....	129
Figure 17: Signaux d'Obligation .....	129
Figure 18: indication .....	131
Figure 19: SIGNALISATION HORIZONTALE.....	132
Figure 20: Types de modulation de lignes discontinues.....	133
Figure 21: Flèche de Signalisation .....	135
Figure 22: Flèche de Signalisation .....	135
Figure 23: Flèche de Sélection .....	136
Figure 24: Zones de sismicité .....	146
Figure 25: Schéma explicatif du reprofilage.....	150
Figure 26: PHASE STATIQUE .....	152

# ملخص

نعتمد في المدكرة التي بين أيدينا على الطبوغرافيا والبحوث المنهجية، هذا المشروع هو من أجل انجاز منفذ الى ولاية معسكر يكون أكثر امانا ويضمن التبادل الاقتصادي.

هذه الدراسة أنجزت على جزء من 4 كم (من النقطة الكيلومتری ال النقطة الكيلومتری) من المنفذ الرابط بين معسكر والطريق السيار شرق غرب، من أجل تسهيل حركة المرور وتحمل الزيادة في تدفق السيارات.

هذا المنفذ يضمن الامن وإرضاء السائق والمسافر وخاصة يقلل من الزيادة الكبيرة لحوادث المرور.

ان دراسة المشروع تمت على المراحل التالية:

- اقتراح مسلكين لإنجاز المشروع.
- دراسة المسلك المختار والتمثل في دراسة الخصائص الهندسية والحركية.
- تقييم تكلفة انجاز المشروع.

الكلمات المفتاحية: دراسة، منفذ، طبوغرافيا، مسلك، تكلفة انجاز

# RESUMÉ

Ce mémoire se base sur la topographie, et sur une recherche systématique. Ce présent projet de réalisation d'une pénétrante autoroutière en deux chaussées séparées unidirectionnelles. Cette route est plus sécurisée, assure l'échange économique.

Cette étude de conception est réalisée sur un tronçon de 4.00 km du (PK0+000 au PK4+000) de la pénétrante autoroutière reliant Mascara et l'autoroute est- ouest, Afin de faciliter circulation, et de supporter l'augmentation du flux du nombre de véhicules.

Dans cette étude de la pénétrante, on a assuré la satisfaction et le confort du conducteurs et des usagers, et surtout minimiser et réduire le nombre élevé d'accidents.

On a passé par les étapes suivantes dans notre étude :

Faire une étude approfondie en APS des deux variantes de la route.

- Choisir la variante la plus avantageuse et plus efficace, et étudier leurs caractéristiques géométriques et cinématiques en APD.
- Calculer les pourcentages pour cette variante choisie.
- Evaluer et estimer le coût de notre projet.

**Mots clés** : Etude, géométrie, variante, pénétrante, topographie, circulation.

# ABRIVIATIONS

**BBME:** Béton bitumineux à module élevé.

**EME 2 :** Enrobé à module élevé classe 2.

**GNT :** Grave non traité

**GB :** Grave bitume.

**BB :** Béton bitumineux.

**GBA :** Glissière simple en béton adhérent.

**DBA :** Double béton adhérent.

**AD :** Alignement droit.

**RHm :** rayon horizontal minimal absolu

**RHn :** Rayon minimal normal.

**RHd :** Rayon au devers minimal.

**RHnd :** Rayon minimal non déversé.

**RVm :** Rayon vertical minimal absolu.

**RVn :** Rayon vertical normal.

# CHAPITRE I :

## PRESENTATION DU PROJET

I-1- INTRODUCTION

I-2- CATEGORIES DE LA ROUTE

I-3- PRESENTATION DU PROJET

I-4- OBJECTIF

DE PROJET

I-5- DONNEES DE BASE

# **PRESENTATION DE PROJET**

## **I-1- INTRODUCTION :**

La route est l'une des voies de communication la plus utilisée qui permet de relier tous les points d'un territoire .

La route est également défini comme une vaste plate-forme bien dégagée comportant deux ou plusieurs voies, devant résister aux efforts statiques et dynamiques des véhicule (légère, lourd) et dont les caractéristiques géométriques correspondant à une réglementation et normes bien précis.

Les routes peuvent être classées d'après plusieurs critères :

- ✓ Du point de vue administratif : d'après l'appartenance du maniable.
- ✓ Du point de vue technique : vitesse de référence établie en fonction des conditions du terrain

Parmi la classification administrative, on distingue :

- ◆ Les chemins communaux,
- ◆ les chemins de willaya,
- ◆ les routes nationales,
- ◆ les autoroutes.

Ces derniers présentent une catégorie spéciale dont les caractéristiques sont les suivants :

- ✓ Réservée à la circulation rapide.
- ✓ Accessible en des points spécialement aménagée.
- ✓ Ne comporte aucun carrefour à niveau.
- ✓ Comportant deux chaussées unidirectionnelles permettant une circulation à grande vitesse et sécurisée.

Notre projet présente deux sortes d'avantages :

❖ **LES AVANTAGES DIRECTS :** qui concernent principalement tous les usagers de la route : gain de temps et de confort, garantir la sécurité et l'économie de fonctionnement

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 4,00 Km des véhicules. Ces avantages peuvent être mesurés en unités physiques (heures, nombre d'accidents, de morts de blessés, journées d'hospitalisation, carburants, ...)

❖ **LES AVANTAGES INDIRECTS :** qui ne concernent pas directement les usagers de la route, mais la politique du transport et plus généralement, le développement économique national ou local et l'aménagement du territoire

## **I-2- CATEGORIES DE LA ROUTE :**

La catégorie d'une route est définie suivant la nature des villes, suivant les activités socio-économiques et administrative situées sur les localités desservies par la route.

Les routes Algériennes sont classées en cinq (5) catégories fonctionnelles et sont comme suit :

- ◆ **Catégorie 1** : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourdes considérés deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.
- ◆ **Catégorie 2** : Liaisons des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.
- ◆ **Catégorie 3** : Liaison des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2
- ◆ **Catégorie 4**: Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- ◆ **Catégorie 5** : Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

## **I-3- PRESENTATION DU PROJET :**

### **I-3-1- PRESENTATION WILAYA DE MASCARA :**



**Figure 1: photo de wilaya de mascara :**

#### **I-3-1-1- SITUATION GEOGRAPHIQUE :**

La wilaya de Mascara est délimitée :

au nord, par les wilayas d'Oran et de Mostaganem;

à l'est, par les wilayas de Tiaret et de Relizane;

au sud, par la wilaya de Saïda;

à l'ouest, par la wilaya de Sidi Bel Abbés;

#### **I-3-1-2- LE RELIEF :**

La wilaya de Mascara fait partie intégrante de la région du Tell. Sur le plan physique, elle présente quatre grandes zones distinctes<sup>2</sup>:

les plaines de Sig et de Habra au nord, couvrent 25 % du territoire de la Wilaya.

les monts des Beni-Chougrane en amont, couvrent 32 % du territoire de la Wilaya.

la plaine de Ghriss au centre, couvre 27 % du territoire de la Wilaya.

les monts de Saïda au sud, couvrent 16 % du territoire de la Wilaya.

Liste des communes de la Wilaya algérienne de Mascara par ordre alphabétique :

AïnFares -AïnFekan -AïnFerah -AïnFras -Alaïmia -Aouf -Beniane -Bou Hanifia -Bou Henni -Chorfa -El Bordj -El Gaada -El Ghomri -El Guettana -El Keurt -El Menaouer - Ferraguig -Froha -Gharrous -Guerdjoum -Ghriss -Hachem -Hacine -Khalouia - Makdha -Mamounia -Maoussa -Mascara -Matemore -MoctaDouz -Mohammadia - Nesmoth -Oggaz -Oued El Abtal -Oued Taria -Ras El AïnAmirouche -Sedjerara - Sehaïlia -Sidi Abdeldjebar -Sidi Abdelmoumen -Sidi Kada -Sidi Boussaid - Sig - Tighennif -Tizi -Zahana -Zelmata

### **I-3-1-3- LE CLIMAT :**

Le climat de la wilaya est de type méditerranéen avec une tendance à la semi aridité. Les chutes de pluies sont plus fréquentes à la fin de l'automne et au début du printemps. Le territoire de la Wilaya est aussi soumis au phénomène de la gelée qui dure en moyenne 22 jours par an

Au nord dans les plaines, l'influence des vents marins régularise les pluies pendant une partie de l'année. On note également la présence de brouillard très épais à la fin du printemps. Au niveau des monts des Beni-Chougrane et des monts de Saida, l'influence de l'altitude et des vents d'ouest apporte à la région l'humidité. Dans le sud de la Wilaya, le climat est semi-aride dans les hautes plaines.

### **I-3-1-4- INFRASTRUCTURE DE BASE :**

#### **RESEAU ROUTIER :**

La commune est traversée par quatre routes nationales, RN6, RN7, RN14 et RN17A de sept directions différentes.

Une rocade à voie unique de 13 km fait le tour de la ville.

Un pénétrante autoroutière de 43 km est en construction de 2014 pour relier la ville à l'autoroute Est-Ouest au niveau de Sig.

Autoroutes :43 km.

#### ➤ **Route nationale :**

Renforcement de la RN14 sur 3 Km

Renforcement de la RN91 sur 5 Km

Renforcement du CW12 sur 4 km

### **C- RESEAU AEROPORTUAIRE :**

Mascara est desservi par l'aéroport de Ghriss situé à environ à 20 km au sud de la ville.

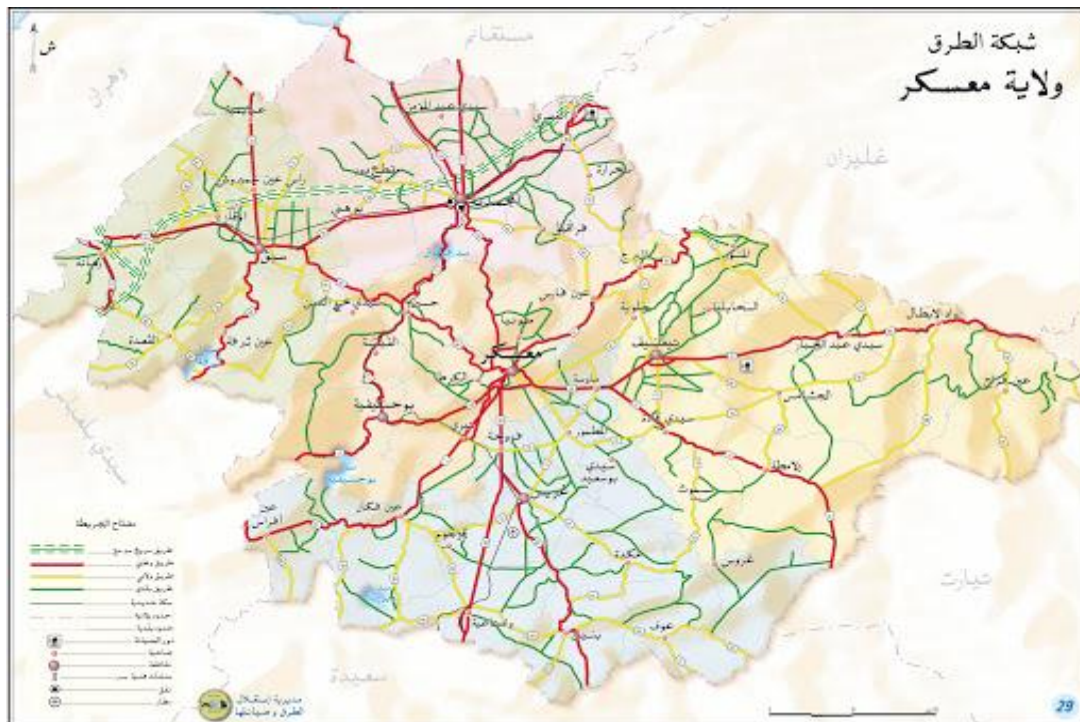


Figure 2: Carte de Réseau routier de la wilaya de Mascara

### **I-4- OBJECTIF DE PROJET :**

Le projet de la pénétrante autoroutière reliant MASCARA à l'autoroute Est-Ouest s'inscrit dans le cadre du schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) qui prévoit, à terme la liaison de l'ensemble des ports avec l'autoroute Est-Ouest.

Ce projet a pour vocation de consolider les échanges entre les wilayas de Mascara, de renforcer le macro-maillage de l'infrastructure de transport et de conforter le redéploiement économique et social de la région.

Concernant les travaux, le projet de la pénétrante de Mascara a été divisé en deux marchés :

## **I-5- DONNEES DE BASE :**

➤ Le trafic :

- TJMA : **10 000 V/J**
  - Pourcentage de poids lourds : **35%**
  - Le taux d'accroissement :  $\tau = 4\%$
  - Durée d'étude et mise en service : **2 ans**
  - Durée de vie : **20 ans**
- L'indice **CBR = 9**

# **CHAPITRE 2:**

**ETUDE DU TRAFIC**

**II-1- INTRODUCTION.**

**II-2- ANALYSE DU TRAFIC.**

**II-3- DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS.**

**II-4- MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC.**

**II-5- CALCUL DE LA CAPACITÉ.**

**APPLICATION AU PROJET.**

# ETUDE DU TRAFIC

## **II-1- INTRODUCTION :**

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier.

Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic, son agressivité et aussi le type d'aménagement à réaliser. Le trafic journalier moyen annuel (**TJMA**) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

L'étude de trafic s'attachera à la connaissance des flux transitoires :

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération a nature des flux, pour déterminer les points d'échange
- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les Investissements
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

## **II-2- ANALYSE DU TRAFIC :**

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires à savoir :

- **Comptages manuels.**
- **Comptages automatiques.**

Ces deux types, permettent de mesurer le trafic sur un tronçon. En ce qui concerne les compteurs automatiques, les dispositifs ont maintenant la capacité de discriminer les véhicules légers et les poids lourds.

➤ **Les enquêtes de type cordon:** elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.

➤ **Les enquêtes qualitatives:** elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement...etc.

## **II-3- DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS :**

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

b) **Trafic dévié :** C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autres termes la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point.

**c) Trafic induit :** C'est le trafic résultant des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations, une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

**d) Trafics total :** C'est le trafic total sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

## **II-4- MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC :**

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant.

Ce recensement permettra d'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 humaines. Les différentes méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le future sont :

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

### **II-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 :  $T_n = T_0 (1 + \tau)^n$

Où:

- $T_0$  : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.
- $(\tau)$  : est le taux de croissance

#### *II-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

### **II-4-3- Modèle gravitaire :**

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

### **II-4-4- Modèle de facteurs croissance :**

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

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

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

### **➤ Remarque :**

Pour notre cas, nous utilisons la première méthode, c'est à dire la méthode « prolongation de l'évolution passée » vu sa simplicité et son intégration de l'ensemble des variables économiques de la région.

## **II-5- CALCUL DE LA CAPACITÉ :**

### **II-5-1- Définition de la capacité :**

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation. C'est le trafic horaire au-delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons.

La capacité dépend :

- ✓ Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, Il est beaucoup moins en rase campagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible)
- ✓ Des conditions météorologiques.
- ✓ Des caractéristiques géométriques de la route.

### **II-5-2- Détermination de nombre de voies :**

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant.

Une des solutions est basée sur le nombre de voies.

A partir de là, l'ingénieur fait une comparaison entre le débit admissible et le débit prévisible pour obtenir le choix du nombre de voies pour un tronçon routier.

Donc il est nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la 20<sup>ème</sup> année d'exploitation.

### **II-5-3- Calcul du trafic moyen journalier (TJMA) horizon**

:

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

$$T_n = T_1 (1 + \tau)^n$$

Où:

- $(\tau)$  : est le taux de croissance
- $n$  : nombre d'année.

#### ➤ **Calcul des trafics effectifs :**

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particulières (**U.V.P**) en fonction du Type de route et de l'environnement (vallonnée, en plaine.....).

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

Le trafic effectif est donné par la relation :

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

Avec :

- **Teff**: trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)
- **Z** : pourcentage de poids lourds (%).
- **P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, il dépend de la nature de la route.

**Tableau 1: valeurs du coefficient p :**

Routes	E1	E2	E3
2 VOIES	3	6	12
3 VOIES	2.5	5	10
4 VOIES ET +	2	4	8

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

## Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une **fraction** du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

Avec :

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

1/n : Coefficient de pointe prise égale **0,12**

- **Q** : est exprimé en **(UVP/h)**.

## Débit horaire admissible :

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

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

Avec :

- **K1** : Coefficient lié à l'environnement.
- **K2** : Coefficient de réduction de capacité.
- **C<sub>th</sub>**: Capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

### ❖ Valeurs de K1 :

Tableau 2: valeurs K1 en fonction de l'environnement

Coefficient K1					
	CAT1	CAT2	CAT3	CAT4	CAT5
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

### ❖ Valeurs de K2 :

Tableau 3: valeurs K2 en fonction de l'environnement

Coefficient K2			
Environnement	E1	E2	E3
K2	0.75	0.85	0,90 à 0,95

**Valeurs de Cth** : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

## ❖ Capacité théorique :

Tableau 4: valeurs de capacité théorique

Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 UVP/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 UVP/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 UVP/h

### ➤ Calcul de gisements et des angles au centre :

#### a- Gisement :

Le gisement d'une direction est l'angle dans le sens topographique (des aiguilles d'une montre) compris entre l'axe des Y et la direction

**Exemple** : Calcul du Gisement de la direction AS :

#### b- Distance :

La distance AS est donnée par la relation :

#### c- L'angle au centre :

D'après le cas de figure, l'angle au centre  $\beta$  est donné par :

$$\beta = \text{GSB} - \text{GAS}$$

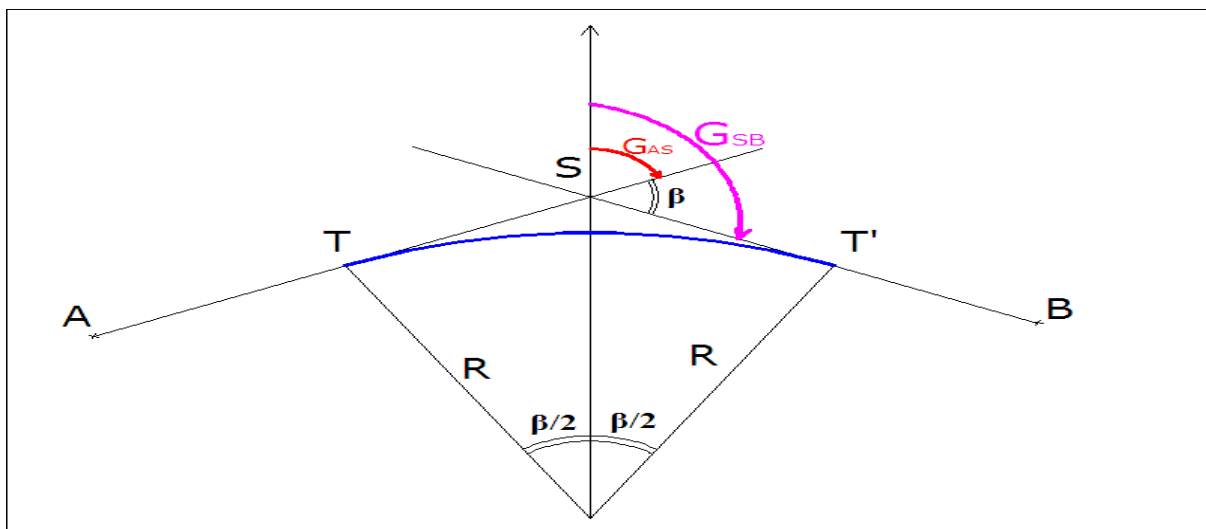


Figure 3: détermination de l'angle au centre

# **Etude de variante 01**

## Calcul de la variante N° 01:

- Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante N°01 :

Tableau 5: coordonnées des sommets variante N 1

	Sommets	X	Y	Rayons	
Tronçon M1	A	751,933.100	3,938,471.762		
	S1	752,256.196	3,938,627.362	R1	1000
	S2	752,721.782	3,938,983.207	R2	650
	S3	753,694.782	3,938,980.760	R3	1000
	S4	754,250.367	3,938,623.600	R4	1500
	S5	754,647.251	3,938,236.908	R5	1800
	B	755,129.489	3,937,862.974		

- **Gisements, angles au centre et distances :**

Tableau 6: Gisements, angles au centre et distances variante N°01

Valeurs $\Delta X$ et $\Delta Y$ (m)		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
$\Delta X =$	323.096	$G_{A.S1} =$	71.42			358.61
$\Delta Y =$	159.6			$\beta 1 =$	12.97	
$\Delta X =$	465.586	$G_{S1.S2} =$	58.445			585.999
$\Delta Y =$	355.845			$\beta 2 =$	41.71	
$\Delta X =$	973	$G_{S2.S3} =$	100.16			973.003
$\Delta Y =$	-2.447			$\beta 3 =$	36.21	
$\Delta X =$	555.585	$G_{S3.S4} =$	136.37			660.483
$\Delta Y =$	-357.16			$\beta 4 =$	12.8	
$\Delta X =$	396.884	$G_{S4.S5} =$	149.17			554.118

$\Delta Y =$	-386.692			<b>B5 =</b>	7.19	
$\Delta X =$	482.238	GS5.B =	141.98			610.229

## Calcul des paramètres des raccordements circulaires :

✓ **Bissectrice** :  $BISS = R \cdot \left( \frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$

**La développée** :  $D = \frac{\pi \cdot \beta^{deg} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{Grad} \cdot R}{200} = R \beta^{rd}$

**La flèche** :  $F = R \left( 1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$

**La tangente** :  $\delta = R * \tan\left(\frac{\beta}{2}\right)$

Tableau 7: calcul des paramètres de raccordement au centre variante N°01

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	La flèche (m)	Bissectrice (m)
$\beta_1 = 12.97$	1000	102.21	203.889	5.18	0.388
B2 = 41.71	650	220.89	425.866	34.56	0.305
B3 = 36.21	1000	292.31	568.785	40.16	-1.072
B4 = 12.8	1500	151.75	301.592	7.57	0.374
B5 = 7.19	1800	101.75	203.292	2.86	
		<b><math>\Sigma R_c =</math></b>	1703.42		

### ➤ **Les longueurs de tracé :**

✓ **La longueur totale des alignements droits mesurée LAD :**

**AD1** = 358.61 - 102.22 = 256.39

**AD2** = 585.999 - (102.22 + 220.89) = 262.88

**AD3** = 973.003 - (220.89 + 292.31) = 459.80

**AD4** = 660.483 - (292.31 + 151.30) = 216.87

**AD5** = 545.118 - (151.30 + 101.75) = 301.06

**AD6** = 610.229 - 101.75 = 508.47

**LAD =  $\Sigma AD = 2005.47$  m**

✓ **La longueur totale des arcs de cercles calculées LC :**

$$LC = \sum RC = \sum D = m$$

✓ **La longueur totale de tracé mesurée :**

$$LT = \sum AD + \sum RC = 2005.47 + 1703.42$$

$$LT = 3708.89 m$$

➤ **Pourcentage des alignements droits :**

$$\% \text{ alignements droits} = LAD / LT = 2005.47/370.89 = 54\%$$

**Condition vérifié**

➤ **Pourcentage des courbes :**

$$\% \text{ Courbes} = LC / LT = 1703.89/3708.89=45 \%$$

**Condition vérifié**

➤ **Déclivité cumulée**

**Tableau 8: calcul des déclivité cumulés variante N°01**

N°	Distance		Point d'axe	
	Cumulée	Partielle	Z	
1	0.00	0.00	368.90	
2	30.00	30.00	367.99	-0.91
3	60.00	30.00	367.91	-0.08
4	90.00	30.00	367.84	-0.07
5	120.00	30.00	367.98	0.14
6	150.00	30.00	367.92	-0.05
7	180.00	30.00	367.84	-0.08
8	210.00	30.00	367.90	0.05
9	240.00	30.00	368.25	0.36
10	256.37	16.37	362.16	-6.10
11	270.00	13.63	366.93	4.77
12	300.00	30.00	367.92	0.99
13	330.00	30.00	367.90	-0.02
14	360.00	30.00	367.75	-0.15
15	390.00	30.00	367.66	-0.09
16	420.00	30.00	367.60	-0.07
17	450.00	30.00	367.52	-0.08
18	460.15	10.15	367.48	-0.03
19	480.00	19.85	367.42	-0.06
20	510.00	30.00	367.44	0.02
21	540.00	30.00	367.43	-0.01
22	570.00	30.00	367.30	-0.13

23	600.00	30.00	367.18	-0.12
24	630.00	30.00	367.07	-0.10
25	660.00	30.00	366.94	-0.13
26	690.00	30.00	366.72	-0.21
27	720.00	30.00	366.80	0.07
28	723.04	3.04	366.81	0.01
29	750.00	26.96	366.76	-0.05
30	780.00	30.00	366.64	-0.12
31	810.00	30.00	366.34	-0.30
32	840.00	30.00	366.24	-0.10
33	870.00	30.00	366.13	-0.11
34	900.00	30.00	366.05	-0.09
35	930.00	30.00	365.95	-0.09
36	960.00	30.00	365.91	-0.04
37	990.00	30.00	365.83	-0.08
38	1020.00	30.00	365.70	-0.13
39	1050.00	30.00	365.65	-0.05
40	1080.00	30.00	365.61	-0.04
41	1110.00	30.00	365.56	-0.05
42	1140.00	30.00	365.55	-0.01
43	1148.86	8.86	365.54	-0.01
44	1170.00	21.14	365.50	-0.04
45	1200.00	30.00	365.48	-0.02
46	1230.00	30.00	365.47	-0.01
47	1260.00	30.00	365.51	0.04
48	1290.00	30.00	365.56	0.05
49	1320.00	30.00	365.60	0.04
50	1350.00	30.00	365.61	0.01
51	1380.00	30.00	365.66	0.04
52	1410.00	30.00	365.65	-0.01
53	1440.00	30.00	365.60	-0.05
54	1470.00	30.00	365.68	0.08
55	1500.00	30.00	365.77	0.09
56	1530.00	30.00	365.69	-0.07
57	1560.00	30.00	365.66	-0.03
58	1590.00	30.00	365.66	0.00
59	1608.66	18.66	365.70	0.04
60	1620.00	11.34	365.72	0.03
61	1650.00	30.00	365.81	0.09
62	1680.00	30.00	365.87	0.06
63	1710.00	30.00	365.85	-0.02
64	1740.00	30.00	365.74	-0.12
65	1770.00	30.00	365.62	-0.11
66	1800.00	30.00	365.58	-0.04
67	1830.00	30.00	365.61	0.03
68	1860.00	30.00	365.70	0.09
69	1890.00	30.00	365.69	-0.01
70	1920.00	30.00	365.64	-0.04
71	1950.00	30.00	365.56	-0.09
72	1980.00	30.00	365.55	0.00
73	2010.00	30.00	365.55	-0.01
74	2040.00	30.00	365.56	0.01
75	2070.00	30.00	365.57	0.02
76	2100.00	30.00	365.67	0.09
77	2130.00	30.00	365.77	0.10
78	2160.00	30.00	365.86	0.09
79	2177.48	17.48	365.91	0.06

80	2190.00	12.52	365.72	-0.20
81	2220.00	30.00	365.69	-0.03
82	2250.00	30.00	365.69	0.00
83	2280.00	30.00	365.73	0.04
84	2310.00	30.00	365.78	0.05
85	2340.00	30.00	365.84	0.06
86	2370.00	30.00	365.92	0.07
87	2394.33	24.33	366.01	0.09
88	2400.00	5.67	366.00	-0.01
89	2430.00	30.00	366.06	0.06
90	2460.00	30.00	366.16	0.10
91	2490.00	30.00	366.19	0.03
92	2520.00	30.00	366.25	0.06
93	2550.00	30.00	366.31	0.06
94	2580.00	30.00	366.41	0.10
95	2610.00	30.00	366.59	0.18
96	2640.00	30.00	366.66	0.07
97	2670.00	30.00	366.73	0.07
98	2695.91	25.91	366.73	0.00
99	2700.00	4.09	366.79	0.06
100	2730.00	30.00	366.93	0.14
101	2760.00	30.00	366.71	-0.22
102	2790.00	30.00	366.71	0.01
103	2820.00	30.00	366.73	0.02
104	2850.00	30.00	366.87	0.14
105	2880.00	30.00	366.97	0.10
106	2910.00	30.00	367.08	0.12
107	2940.00	30.00	367.22	0.14
108	2970.00	30.00	367.37	0.15
109	2997.08	27.08	367.67	0.30
110	3000.00	2.92	367.71	0.04
111	3030.00	30.00	367.83	0.12
112	3060.00	30.00	367.89	0.06
113	3090.00	30.00	367.96	0.07
114	3120.00	30.00	367.94	-0.02
115	3150.00	30.00	368.05	0.11
116	3180.00	30.00	368.14	0.10
117	3200.16	20.16	368.16	0.01
118	3210.00	9.84	368.16	0.01
119	3240.00	30.00	368.26	0.09
120	3270.00	30.00	368.31	0.05
121	3300.00	30.00	368.33	0.02
122	3330.00	30.00	368.43	0.10
123	3360.00	30.00	368.53	0.10
124	3390.00	30.00	368.60	0.07
125	3420.00	30.00	368.74	0.14
126	3450.00	30.00	368.92	0.17
127	3480.00	30.00	369.08	0.16
128	3510.00	30.00	369.25	0.17
129	3540.00	30.00	369.31	0.07
130	3570.00	30.00	369.33	0.02
131	3600.00	30.00	369.32	-0.01
132	3630.00	30.00	369.12	-0.20
133	3660.00	30.00	369.72	0.60
134	3690.00	30.00	369.73	0.00
135	3708.74	18.74	369.61	-0.12
				0.71

## Déclivité cumulée

$$D_c = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i l_i + \sum_{P_i < 0} P_i l_i \right|}{L} \rightarrow D_c = 0,71\%$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie.

**Tableau 9: type de topographie**

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	<b>Plat</b>	<b><math>D_c \leq 1.5\%</math></b>
2	Terrain Vallonné	$1.5\% < D_c \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

**DC = 0.71% ≤ 1.5% Terrain plat**

### ➤ **Sinuosité :**

- ✓ La sinuosité  $\sigma$  d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse  $L_s$  sur la longueur totale de l'itinéraire.
- ✓ La longueur sinueuse  **$L_s$**  est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m.
- ✓ Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

**Tableau 10: sinuosité**

N°	Classification	Sinuosité
1	<b>Sinuosité faible</b>	<b><math>\sigma \leq 0.10</math></b>
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

$\sigma = L_s / L = 0$  sinuosité faible

$L_s = \sum D (R \leq 200 \text{ m})$   $L_s = 0 \text{ m}$

**$L_s$** : la somme des développées des rayons inférieurs ou égaux à 200m

➤ **Environnement :**

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

**Tableau 11: tableau d'environnement de la route**

Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

✓ Dénivelée cumulée :  $D_c = 0.19\% \leq 1,5\%$  (terrain plat)

✓ Sinuosité :  $\sigma = 0$  (sinuosité faible)

Environnement : **E1**

➤ **Vitesse de référence :**

La vitesse de référence est la vitesse de circulation des véhicules sur une route à circulation normale et au-dessous de laquelle les véhicules rapides peuvent circuler normalement en dehors des pointes. Elle est déterminée en fonction de l'importance des liaisons assurées par la section de route et par les conditions géographiques.

La vitesse est donc fonction de :

1. La catégorie
2. L'environnement

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer la vitesse de référence.

**Tableau 12: vitesse de référence**

Environnement \ Catégorie	E1	E2	E3
Cat 1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 4	100-80-60	80-60-40	60-40
Cat 5	80-60-40	60-40	40

**Cat 01 et E 01 Vr = 100 km/h**

➤ **Détermination des dévers dmax et dmin:**

Tableau 13: dévers

	<b>Cat1</b>	<b>Cat2</b>	<b>Cat3</b>	<b>Cat4</b>	<b>Cat5</b>
<b>dmin</b>	<b>-2,50%</b>	<b>-2,50%</b>	-3%	-3%	-4%
<b>dmax</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>	<b>8%</b>	<b>8%</b>	<b>9%</b>

➤ **Détermination du coefficient transversal ft :**

Tableau 14: valeur du coefficient ft

<b>Vr</b>	40	60	80	<b>100</b>	120	140
<b>CAT 1-2</b>	0,22	0.16	0,13	<b>0,11</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
CAT 3-4-5	0,22	0.18	0,15	<b>0,125</b>	<b>0,11</b>	/

➤ **Tableau des coefficients F'' en fonction de la catégorie**

Tableau 15: valeur du coefficient "F"

Catégorie	<b>Cat1</b>	<b>Cat1</b>	<b>Cat1</b>	<b>Cat1</b>	<b>Cat1</b>
<b>F''</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,075</b>

➤ **Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques :**

Tableau 16 : tableau récapitulatif des paramètres cinématique

dmax =	7,00%
dmin =	2,50%
ft =	0,11
d =	0,05
F'' =	0,06

## ❖ calcul des rayons en plan :

### Rayon horizontal minimal absolu :

$$RHm = \frac{Vr^2}{127 (ft + dmax)} \quad RHm = \frac{100^2}{127(0,11+0,07)}$$

$$RHm = \mathbf{437.44 \text{ m}}$$

### Rayon minimal normal :

$$RHn = \frac{(Vr^1 + 20)^2}{127(ft + dn)} \quad RHn = \frac{(100+20)^2}{127(0,11+0,05)}$$

$$RHn = \mathbf{708.66 \text{ m}}$$

Le rayon minimal normal (RHn) doit permettre à des véhicules dépassant Vr de 20 km/h de rouler en sécurité.

### Rayon au dévers minimal :

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

Dévers associé **dmin = 2.5%**.

$$RHd = \frac{Vr^2}{127 \cdot dmin} \quad RHd = \frac{100^2}{127 \times 2 \times 0,025}$$

$$RHd = \mathbf{1574.80 \text{ m}}$$

### Rayon minimal non déversé :

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

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127 \cdot (F'' - dmin)} \quad RHnd = \frac{100^2}{127 \cdot (0,06 - 0,025)}$$

$$RHnd = \mathbf{2249.72 \text{ m}}$$

Le calcul des rayons en plan nous donne les résultats suivants :

**Tableau 17: récapitulatif des rayons en plan**

Catégorie	RHm	RHn	RHd	RHnd
<b>Cat 1</b>	437,45 m	708,66 m	1574,80 m	2249,72 m

**NB :** En comparant les résultats ci dessus avec les valeurs de B40 on aura :

**Tableau 18: les rayons en plan selon B40**

RHm	RHn	RHd	RHnd
450 m	650 m	1600 m	2200 m

### Calcul de cubature approchée de la variante N°01 :

**Tableau 19: tableau de cubature approchée de la variante 01**

N°	Distance Partielle	Z		Hauteur H (m)	R/D	Surf R (m2)	Surf D (m2)	Volume R (m3)	Volume D (m3)
		Z Projet	Z TN						
1	0,00	369,200	368,900	0,30	R	7,22	0,00		
2	7,33	369,067	369,067	0,00	R	0,00	0,00	26,448	0,000
3	7,47	368,931	368,931	0,00	R	0,00	0,00	0,000	0,000
4	9,06	368,766	368,186	0,58	R	14,20	0,00	64,327	0,000
5	6,13	368,660	367,990	0,67	R	16,48	0,00	94,037	0,000
6	30,00	368,273	367,905	0,37	R	8,89	0,00	380,597	0,000
7	12,85	368,177	367,877	0,30	R	7,21	0,00	103,454	0,000
8	17,15	368,112	367,836	0,28	R	6,62	0,00	118,605	0,000
9	6,87	368,107	367,845	0,26	R	6,28	0,00	44,302	0,000
10	23,13	368,175	367,977	0,20	R	4,75	0,00	127,594	0,000
11	1,82	368,187	367,986	0,20	R	4,79	0,00	8,705	0,000
12	28,18	368,365	367,922	0,44	R	10,73	0,00	218,625	0,000
13	30,00	368,554	367,842	0,71	R	17,57	0,00	424,585	0,000
14	30,00	368,744	367,896	0,85	R	21,09	0,00	580,020	0,000
15	30,00	368,934	368,254	0,68	R	16,75	0,00	567,689	0,000
16	16,37	369,037	362,156	6,88	R	233,42	0,00	2 047,591	0,000
17	13,63	369,124	366,931	2,19	R	58,96	0,00	1 992,708	0,000
18	1,85	369,135	367,509	1,63	R	42,35	0,00	93,616	0,000
19	28,15	369,274	367,921	1,35	R	34,66	0,00	1 083,923	0,000
20	30,00	369,334	367,897	1,44	R	37,00	0,00	1 074,894	0,000
21	0,95	369,335	367,893	1,44	R	37,14	0,00	35,159	0,000
22	3,90	369,335	367,874	1,46	R	37,68	0,00	145,900	0,000
23	25,15	369,304	367,752	1,55	R	40,25	0,00	980,080	0,000
24	30,00	369,185	367,664	1,52	R	39,35	0,00	1 193,922	0,000
25	0,05	369,184	367,664	1,52	R	39,34	0,00	1,888	0,000

26	29,95	369,020	367,597	1,42	R	36,60	0,00	1 137,336	0,00
27	30,00	368,855	367,516	1,34	R	34,29	0,00	1 063,357	0,00
28	10,15	368,799	367,482	1,32	R	33,69	0,00	344,847	0,00
29	19,85	368,690	367,417	1,27	R	32,47	0,00	656,838	0,00
30	30,00	368,525	367,440	1,09	R	27,39	0,00	897,882	0,00
31	30,00	368,360	367,432	0,93	R	23,19	0,00	758,708	0,00
32	30,00	368,195	367,300	0,90	R	22,34	0,00	682,978	0,00
33	30,00	368,031	367,175	0,86	R	21,28	0,00	654,247	0,00
34	30,00	367,866	367,071	0,79	R	19,69	0,00	614,574	0,00
35	30,00	367,701	366,939	0,76	R	18,86	0,00	578,346	0,00
36	30,00	367,536	366,724	0,81	R	20,14	0,00	585,017	0,00
37	30,00	367,371	366,797	0,57	R	14,04	0,00	512,621	0,00
38	3,04	367,354	366,806	0,55	R	13,39	0,00	41,684	0,00
39	26,96	367,206	366,760	0,45	R	10,82	0,00	326,419	0,00
40	30,00	367,041	366,640	0,40	R	9,70	0,00	307,894	0,00
41	13,33	366,968	366,411	0,56	R	13,61	0,00	155,342	0,00
42	16,67	366,879	366,339	0,54	R	13,20	0,00	223,542	0,00
43	30,00	366,733	366,243	0,49	R	11,93	0,00	376,886	0,00
44	30,00	366,606	366,135	0,47	R	11,44	0,00	350,513	0,00
45	30,00	366,496	366,046	0,45	R	10,91	0,00	335,282	0,00
46	30,00	366,404	365,952	0,45	R	10,96	0,00	328,087	0,00
47	30,00	366,330	365,915	0,42	R	10,06	0,00	315,277	0,00
48	30,00	366,274	365,832	0,44	R	10,72	0,00	311,649	0,00
49	30,00	366,236	365,701	0,54	R	13,06	0,00	356,695	0,00
50	6,61	366,230	365,686	0,54	R	13,29	0,00	87,016	0,00
51	23,39	366,216	365,652	0,56	R	13,81	0,00	316,913	0,00
52	18,33	366,213	365,627	0,59	R	14,36	0,00	258,044	0,00
53	11,67	366,214	365,610	0,60	R	14,81	0,00	170,241	0,00
54	30,00	366,231	365,559	0,67	R	16,53	0,00	469,996	0,00
55	30,00	366,265	365,546	0,72	R	17,73	0,00	513,821	0,00
56	8,86	366,278	365,540	0,74	R	18,24	0,00	159,283	0,00
57	21,14	366,317	365,497	0,82	R	20,36	0,00	408,160	0,00
58	30,00	366,387	365,479	0,91	R	22,66	0,00	645,352	0,00
59	30,00	366,475	365,466	1,01	R	25,36	0,00	720,236	0,00
60	29,88	366,581	365,509	1,07	R	27,02	0,00	782,538	0,00
61	0,12	366,581	365,509	1,07	R	27,02	0,00	3,156	0,00
62	30,00	366,696	365,561	1,14	R	28,73	0,00	836,241	0,00
63	30,00	366,811	365,604	1,21	R	30,69	0,00	891,321	0,00
64	30,00	366,926	365,614	1,31	R	33,55	0,00	963,685	0,00
65	30,00	367,042	365,658	1,38	R	35,53	0,00	1 036,253	0,00
66	30,00	367,157	365,647	1,51	R	39,04	0,00	1 118,623	0,00
67	30,00	367,272	365,597	1,67	R	43,74	0,00	1 241,665	0,00
68	30,00	367,387	365,680	1,71	R	44,65	0,00	1 325,787	0,00
69	30,00	367,502	365,766	1,74	R	45,50	0,00	1 352,192	0,00
70	30,00	367,617	365,692	1,93	R	51,00	0,00	1 447,397	0,00
71	30,00	367,732	365,658	2,07	R	55,41	0,00	1 596,117	0,00
72	30,00	367,847	365,658	2,19	R	58,84	0,00	1 713,697	0,00
73	18,66	367,919	365,697	2,22	R	59,85	0,00	1 107,223	0,00
74	11,34	367,962	365,722	2,24	R	60,38	0,00	681,773	0,00
75	30,00	368,077	365,811	2,27	R	61,19	0,00	1 823,552	0,00
76	30,00	368,192	365,868	2,32	R	62,94	0,00	1 861,959	0,00
77	30,00	368,307	365,853	2,45	R	66,95	0,00	1 948,432	0,00
78	30,00	368,422	365,737	2,69	R	74,20	0,00	2 117,195	0,00
79	11,22	368,465	365,692	2,77	R	76,99	0,00	847,876	0,00
80	18,78	368,533	365,625	2,91	R	81,33	0,00	1 486,859	0,00
81	30,00	368,623	365,580	3,04	R	85,68	0,00	2 505,219	0,00
82	30,00	368,690	365,614	3,08	R	86,78	0,00	2 587,019	0,00
83	30,00	368,735	365,701	3,03	R	85,41	0,00	2 582,848	0,00
84	23,88	368,754	365,692	3,06	R	86,35	0,00	2 050,982	0,00

85	6,12	368,757	365,687	3,07	R	86,60	0,00	529,027	0,000
86	14,22	368,760	365,687	3,07	R	86,68	0,00	1 231,729	0,000
87	15,78	368,757	365,644	3,11	R	87,98	0,00	1 378,321	0,000
88	30,00	368,734	365,558	3,18	R	90,09	0,00	2 671,009	0,000
89	30,00	368,689	365,555	3,13	R	88,69	0,00	2 681,741	0,000
90	30,00	368,621	365,548	3,07	R	86,68	0,00	2 630,550	0,000
91	6,55	368,603	365,549	3,05	R	86,05	0,00	565,482	0,000
92	23,45	368,537	365,556	2,98	R	83,68	0,00	1 990,321	0,000
93	30,00	368,454	365,573	2,88	R	80,43	0,00	2 461,700	0,000
94	30,00	368,370	365,665	2,70	R	74,80	0,00	2 328,448	0,000
95	30,00	368,286	365,767	2,52	R	68,97	0,00	2 156,462	0,000
96	30,00	368,202	365,859	2,34	R	63,53	0,00	1 987,436	0,000
97	17,48	368,153	365,914	2,24	R	60,36	0,00	1 082,779	0,000
98	12,52	368,118	365,718	2,40	R	65,27	0,00	786,418	0,000
99	30,00	368,034	365,692	2,34	R	63,49	0,00	1 931,357	0,000
100	30,00	367,950	365,691	2,26	R	60,98	0,00	1 866,984	0,000
101	30,00	367,866	365,726	2,14	R	57,37	0,00	1 775,289	0,000
102	30,00	367,782	365,778	2,00	R	53,32	0,00	1 660,466	0,000
103	30,00	367,698	365,842	1,86	R	48,97	0,00	1 534,396	0,000
104	30,00	367,614	365,916	1,70	R	44,41	0,00	1 400,667	0,000
105	24,33	367,546	366,006	1,54	R	39,90	0,00	1 025,498	0,000
106	5,67	367,530	365,999	1,53	R	39,66	0,00	225,692	0,000
107	30,00	367,446	366,057	1,39	R	35,68	0,00	1 130,124	0,000
108	30,00	367,362	366,160	1,20	R	30,54	0,00	993,256	0,000
109	30,00	367,278	366,189	1,09	R	27,48	0,00	870,246	0,000
110	30,00	367,195	366,252	0,94	R	23,57	0,00	765,702	0,000
111	30,00	367,111	366,310	0,80	R	19,85	0,00	651,230	0,000
112	30,00	367,027	366,410	0,62	R	15,12	0,00	524,548	0,000
113	30,00	366,943	366,593	0,35	R	8,44	0,00	353,450	0,000
114	30,00	366,859	366,660	0,20	R	4,75	0,00	197,884	0,000
115	30,00	366,775	366,730	0,05	R	1,07	0,00	87,311	0,000
116	23,95	366,708	366,708	0,00	D	0,00	0,00	12,812	0,028
117	1,96	366,702	366,732	-0,03	D	0,00	0,70	0,000	0,690
118	4,09	366,691	366,787	-0,10	D	0,00	2,29	0,000	6,122
119	30,00	366,607	366,928	-0,32	D	0,00	7,73	0,000	150,249
120	30,00	366,523	366,706	-0,18	D	0,00	4,37	0,000	181,487
121	30,00	366,439	366,714	-0,27	D	0,00	6,59	0,000	164,440
122	30,00	366,355	366,731	-0,38	D	0,00	9,09	0,000	235,154
123	30,00	366,271	366,867	-0,60	D	0,00	14,59	0,000	355,184
124	12,95	366,235	366,907	-0,67	D	0,00	16,53	0,000	201,480
125	17,05	366,192	366,967	-0,78	D	0,00	19,19	0,000	304,638
126	30,00	366,140	367,084	-0,94	D	0,00	23,61	0,000	642,050
127	30,00	366,118	367,222	-1,10	D	0,00	27,86	0,000	772,064
128	6,95	366,118	367,256	-1,14	D	0,00	28,81	0,000	196,846
129	23,05	366,127	367,371	-1,24	D	0,00	31,69	0,000	697,343
130	17,36	366,145	367,525	-1,38	D	0,00	35,43	0,000	582,548
131	9,72	366,160	367,667	-1,51	D	0,00	38,97	0,000	361,628
132	2,92	366,165	367,709	-1,54	D	0,00	40,03	0,000	115,384
133	30,00	366,233	367,826	-1,59	D	0,00	41,41	0,000	1 221,573
134	30,00	366,331	367,891	-1,56	D	0,00	40,46	0,000	1 227,973
135	30,00	366,459	367,960	-1,50	D	0,00	38,79	0,000	1 188,704
136	21,77	366,571	367,907	-1,34	D	0,00	34,21	0,000	794,595
137	8,23	366,616	367,939	-1,32	D	0,00	33,84	0,000	280,010
138	30,00	366,781	368,050	-1,27	D	0,00	32,36	0,000	992,977
139	30,00	366,946	368,145	-1,20	D	0,00	30,46	0,000	942,251
140	20,16	367,057	368,157	-1,10	D	0,00	27,79	0,000	587,068
141	9,84	367,111	368,163	-1,05	D	0,00	26,50	0,000	267,143
142	30,00	367,276	368,258	-0,98	D	0,00	24,63	0,000	766,874
143	30,00	367,441	368,308	-0,87	D	0,00	21,59	0,000	693,276

144	30,00	367,605	368,328	-0,72	D	0,00	17,82	0,000	591,187
145	30,00	367,770	368,432	-0,66	D	0,00	16,28	0,000	511,526
146	30,00	367,935	368,530	-0,60	D	0,00	14,58	0,000	462,842
147	30,00	368,100	368,598	-0,50	D	0,00	12,11	0,000	400,356
148	30,00	368,265	368,742	-0,48	D	0,00	11,60	0,000	355,736
149	30,00	368,430	368,916	-0,49	D	0,00	11,82	0,000	351,336
150	30,00	368,595	369,075	-0,48	D	0,00	11,68	0,000	352,537
151	30,00	368,760	369,248	-0,49	D	0,00	11,88	0,000	353,440
152	30,00	368,925	369,313	-0,39	D	0,00	9,40	0,000	319,185
153	30,00	369,089	369,331	-0,24	D	0,00	5,78	0,000	227,657
154	30,00	369,254	369,318	-0,06	D	0,00	1,50	0,000	109,227
155	1,34	369,262	369,262	0,00	R	0,00	0,00	0,000	1,010
156	28,66	369,419	369,122	0,30	R	7,16	0,00	102,539	0,000
157	13,73	369,495	369,495	0,00	R	0,00	0,00	49,132	0,000
158	16,27	369,584	369,724	-0,14	D	0,00	3,32	0,000	27,037
159	28,02	369,738	369,738	0,00	R	0,00	0,00	0,000	46,564
160	1,98	369,749	369,725	0,02	R	0,56	0,00	0,550	0,000
161	18,74	369,852	369,606	0,25	R	5,90	0,00	60,523	0,000
								<b>104 684,438</b>	<b>18 039,41 6</b>

# **Etude de la Variante N°02**

## 2-1 Calcul de la variante N°02

### ➤ Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante N°02 :

Tableau 20: coordonnées des sommets variante N°02

	Sommets	X	Y	Rayons	
Tronçon M1 V2	A	751,933.100	3,938,471.762		
	1	752,407.147	3,938,670.824	R1	350
	2	752,521.678	3,938,851.012	R2	350
	3	752,996.836	3,939,122.682	R3	220
	4	753,251.623	3,938,937.458	R4	210
	5	753,563.767	3,939,108.665	R5	230
	6	753,800.129	3,938,791.581	R6	240
	7	754,131.405	3,938,746.851	R7	500
	8	754,603.438	3,938,354.839	R8	450
	9	754,751.358	3,938,026.063	R9	350
	B	755,129.489	3,937,862.974		

### ➤ Gisements, angles au centre et distances :

Tableau 21: gisement, angles au centre et distances variante N°02

Valeurs $\Delta X$ et $\Delta Y$ (m)		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
$\Delta X =$	474.047	$G_{A.1} =$	74.69			514.146
				$\beta 1 =$	+38 .65	
$\Delta Y =$	199.062					

114.531		<b>G<sub>1.2</sub> =</b>	36.04		213.50
				<b>β<sub>2</sub> =</b>	
180.188		<b>G<sub>2.3</sub> =</b>	66.93		547.33
				<b>β<sub>3</sub> =</b>	
ΔY =	271.67				
ΔX =	254.787	<b>G<sub>3.4</sub> =</b>	140.01		356.013
ΔY =	-185.224			<b>β<sub>4</sub> =</b>	
ΔX =	312.144	<b>G<sub>4.5</sub> =</b>	68.06		395.486
ΔY =	171.207			<b>β<sub>5</sub></b>	
ΔX =	236.362	<b>G<sub>5.6</sub> =</b>	159.22	<b>=</b>	334.282
ΔY =	317.084			<b>β<sub>6</sub> =</b>	
ΔX =	331.276	<b>G<sub>6.7</sub> =</b>	108.54		613.586
ΔY =	-44.73			<b>β<sub>7</sub> =</b>	
ΔX =	472.033	<b>G<sub>7.8</sub> =</b>	144.12		360.519
ΔY =	-392.012			<b>β<sub>8</sub> =</b>	
ΔX =	147.92	<b>G<sub>8.9</sub> =</b>	173.08		411.802
ΔY =	-328.776			<b>β<sub>9</sub> =</b>	
ΔX =	378.131	<b>G<sub>9.B</sub> =</b>	125.92		
ΔY =	-163.089				

➤ **Calcul des paramètres des raccordements circulaires :**

**Tableau 22: calcul des paramètres de raccordement au centre variante N°02**

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	La flèche (m)	Bissectrice (m)
$\beta_1 = 38.65$	<b>350</b>	<b>109.63</b>	<b>212.489</b>	<b>16.002</b>	<b>10.76</b>
$\beta_2 = 30.89$	<b>350</b>	<b>86.61</b>	<b>169.826</b>	<b>10.24</b>	<b>0.345</b>
$\beta_3 = 73.08$	<b>220</b>	<b>142.24</b>	<b>252.546</b>	<b>35.25</b>	<b>41.98</b>
$\beta_4 = 71.95$	<b>210</b>	<b>133.15</b>	<b>237.339</b>	<b>32.64</b>	<b>38.656</b>
$\beta_5 = 91.16$	<b>230</b>	<b>200.09</b>	<b>329.345</b>	<b>56.47</b>	<b>74.85</b>
$\beta_6 = 50.68$	<b>240</b>	<b>100.91</b>	<b>191.059</b>	<b>18.76</b>	<b>20.353</b>
$\beta_7 = 35.58$	<b>500</b>	<b>143.47</b>	<b>279.444</b>	<b>19.39</b>	<b>20.178</b>
$\beta_8 = 28.96$	<b>450</b>	<b>104.15</b>	<b>204.706</b>	<b>11.59</b>	<b>11.896</b>
$\beta_9 = 47.16$	<b>350</b>	<b>135.91</b>	<b>259.275</b>	<b>23.73</b>	<b>25.462</b>
<b><math>\Sigma R_c =</math></b>			<b>2136.029</b>		

➤ **Les longueurs de tracé :**

✓ **La longueur totale des alignements droits mesurée LAD :**

**AD1** = 514.146 - 109.63 = 404.516 m

**AD2** = 213.506 - (109.63 + 86.61) = **17.266 m**

**AD3** = 547.33 - (86.61 + 142.24) = **318.48 m**

**AD4** = 314.99 - (142.24 + 133.15) = 39.6

**AD5** = 356.013 - (133.15 + 200.09) = 22.773

**AD6** = 395.486 - (200.09 + 100.91) = 94.486

**AD7** = 334.282 - (100.91 + 143.47) = 89.902

**AD8** = 613.586 - (143.47 + 104.15) = 365.966

**AD9** = 360.519 - (104.15 + 135.91) = 116.55

**ADB** = 411.802 - 135.91 = 272

**LAD =  $\Sigma AD$  = 1741.539 m**

✓ **La longueur totale des arcs de cercles calculées LC :**

**LC =  $\Sigma RC = \Sigma D = 2136.029 m$**

✓ **La longueur totale de tracé mesurée :**

$$LT = \Sigma AD + \Sigma RC = 1749.338 + 2136.029$$

$$LT = 3885.36 \text{ m}$$

➤ **Pourcentage des alignements droits :**

$$\% \text{ alignements droits} = LAD / LT = 1749.338 / 3885.36 = \mathbf{45\%}$$

**Condition vérifié**

**Pourcentage des courbes :**

$$\% \text{ Courbes} = LC / LT = 2136.029 / 3885.36 = \mathbf{54\%}$$

**Condition vérifié**

➤ **Déclivité cumulée :**

Tableau 23: calcul des déclivités cumulés variante N°02

N°	Tab.	Distance		Gisement	Point d'axe
		Cumulée	Partielle		Z
1		0.0000	0.0000	174.6906	368.9000
2		30.0000	30.0000	174.6906	368.0018
3		60.0000	30.0000	174.6906	367.9244
4		90.0000	30.0000	174.6906	367.8607
5		120.0000	30.0000	174.6906	367.9439
6		150.0000	30.0000	174.6906	367.9433
7		180.0000	30.0000	174.6906	367.8419
8		210.0000	30.0000	174.6906	367.9179
9		240.0000	30.0000	174.6906	368.0214
10		270.0000	30.0000	174.6906	366.4231
11		300.0000	30.0000	174.6906	367.9596
12		330.0000	30.0000	174.6906	367.9402
13		360.0000	30.0000	174.6906	367.7919
14		390.0000	30.0000	174.6906	367.6958
15		404.5278	14.5278	74.6860	367.6834

16		420.0000	15.4722	171.8763	367.6685
17		450.0000	30.0000	166.4195	367.5864
18		480.0000	30.0000	160.9628	367.5091
19		510.0000	30.0000	155.5061	367.5160
20		540.0000	30.0000	150.0493	367.4639
21		570.0000	30.0000	144.5926	367.3885
22		600.0000	30.0000	139.1358	367.2675
23		616.9901	16.9901	36.0500	367.1730
24		630.0000	13.0099	136.0455	367.1048
25		634.2613	4.2613	36.0500	367.0898
26		660.0000	25.7387	140.7271	366.9957
27		690.0000	30.0000	146.1839	366.8476
28		720.0000	30.0000	151.6406	366.7424
29		750.0000	30.0000	157.0974	366.8192
30		780.0000	30.0000	162.5541	366.6435
31		804.0841	24.0841	66.9302	366.5091
32		810.0000	5.9159	166.9348	366.3947
33		840.0000	30.0000	166.9348	366.2823
34		870.0000	30.0000	166.9348	366.2148
35		900.0000	30.0000	166.9348	366.0639
36		930.0000	30.0000	166.9348	365.9498
37		960.0000	30.0000	166.9348	365.8676
38		990.0000	30.0000	166.9348	365.7534
39		1020.0000	30.0000	166.9348	365.6745
40		1050.0000	30.0000	166.9348	365.5518
41		1080.0000	30.0000	166.9348	365.4356
42		1110.0000	30.0000	166.9348	365.3265
43		1122.5490	12.5490	66.9420	365.2972
44		1140.0000	17.4510	171.9846	365.2531
45		1170.0000	30.0000	180.6658	365.2059
46		1200.0000	30.0000	189.3470	365.2421

47		1230.0000	30.0000	198.0282	365.1964
48		1260.0000	30.0000	206.7094	365.1723
49		1290.0000	30.0000	215.3905	365.2287
50		1320.0000	30.0000	224.0717	365.2269
51		1350.0000	30.0000	232.7529	365.2838
52		1375.1065	25.1065	140.0108	365.4236
53		1380.0000	4.8935	240.0180	365.4303
54		1410.0000	30.0000	240.0180	365.4794
55		1414.6810	4.6810	140.0104	365.4904
56		1440.0000	25.3190	232.3425	365.5519
57		1470.0000	30.0000	223.2479	365.6809
58		1500.0000	30.0000	214.1534	365.5747
59		1530.0000	30.0000	205.0588	365.6077
60		1560.0000	30.0000	195.9642	365.7009
61		1590.0000	30.0000	186.8697	365.9807
62		1620.0000	30.0000	177.7751	365.6448
63		1650.0000	30.0000	168.6805	365.5610
64		1652.0399	2.0399	68.0697	365.5597
65		1674.8008	22.7609	68.0691	365.5805
66		1680.0000	5.1992	169.5012	365.5681
67		1710.0000	30.0000	177.8050	365.5485
68		1740.0000	30.0000	186.1087	365.5606
69		1770.0000	30.0000	194.4124	365.6211
70		1800.0000	30.0000	202.7162	365.5657
71		1830.0000	30.0000	211.0199	365.4562
72		1860.0000	30.0000	219.3236	365.4320
73		1890.0000	30.0000	227.6274	365.3454
74		1920.0000	30.0000	235.9311	365.3685
75		1950.0000	30.0000	244.2348	365.4995
76		1980.0000	30.0000	252.5386	365.6518
77		2004.1397	24.1397	159.2133	365.6675

78		2010.0000	5.8603	259.2202	365.6720
79		2040.0000	30.0000	259.2202	365.6964
80		2070.0000	30.0000	259.2202	365.7612
81		2098.6332	28.6332	159.2136	365.8309
82		2100.0000	1.3668	258.8577	365.8348
83		2130.0000	30.0000	250.8999	365.9179
84		2160.0000	30.0000	242.9422	365.9888
85		2190.0000	30.0000	234.9844	366.0650
86		2220.0000	30.0000	227.0267	366.1204
87		2250.0000	30.0000	219.0689	365.9831
88		2280.0000	30.0000	211.1112	366.1906
89		2289.6769	9.6769	108.5510	366.3187
90		2310.0000	20.3231	208.5443	366.1425
91		2340.0000	30.0000	208.5443	365.9303
92		2370.0000	30.0000	208.5443	365.7843
93		2379.5896	9.5896	108.5475	365.7869
94		2400.0000	20.4104	211.1431	365.7712
95		2430.0000	30.0000	214.9628	365.7595
96		2460.0000	30.0000	218.7825	365.7729
97		2490.0000	30.0000	222.6022	365.7965
98		2520.0000	30.0000	226.4219	365.8663
99		2550.0000	30.0000	230.2416	365.8598
100		2580.0000	30.0000	234.0614	366.0886
101		2610.0000	30.0000	237.8811	366.1012
102		2640.0000	30.0000	241.7008	366.0734
103		2659.0072	19.0072	144.1177	366.0583
104		2670.0000	10.9928	244.1209	366.0468
105		2700.0000	30.0000	244.1209	366.0278
106		2730.0000	30.0000	244.1209	366.0441
107		2760.0000	30.0000	244.1209	366.0130
108		2790.0000	30.0000	244.1209	366.0746

109		2820.0000	30.0000	244.1209	366.1803
110		2850.0000	30.0000	244.1209	366.2275
111		2880.0000	30.0000	244.1209	366.3252
112		2910.0000	30.0000	244.1209	366.2534
113		2940.0000	30.0000	244.1209	366.3129
114		2970.0000	30.0000	244.1209	366.3152
115		3000.0000	30.0000	244.1209	366.1849
116		3024.9607	24.9607	144.1244	366.0742
117		3030.0000	5.0393	244.8338	366.0515
118		3060.0000	30.0000	249.0779	365.9658
119		3090.0000	30.0000	253.3220	367.1398
120		3120.0000	30.0000	257.5662	365.2353
121		3150.0000	30.0000	261.8103	366.3988
122		3180.0000	30.0000	266.0544	367.4900
123		3210.0000	30.0000	270.2986	367.7558
124		3229.6962	19.6962	173.0815	367.7700
125		3240.0000	10.3038	273.0850	367.7349
126		3270.0000	30.0000	273.0850	367.9784
127		3300.0000	30.0000	273.0850	368.1953
128		3330.0000	30.0000	273.0850	368.3075
129		3346.2441	16.2441	173.0806	368.3692
130		3360.0000	13.7559	270.6524	368.4438
131		3390.0000	30.0000	265.3473	368.5449
132		3420.0000	30.0000	260.0421	368.6525
133		3450.0000	30.0000	254.7369	368.7383
134		3480.0000	30.0000	249.4318	368.7942
135		3510.0000	30.0000	244.1266	368.9917
136		3540.0000	30.0000	238.8214	369.1125
137		3570.0000	30.0000	233.5163	369.1756
138		3600.0000	30.0000	228.2111	369.2548
139		3612.9387	12.9387	125.9275	369.2988

140		3630.0000	17.0613	225.9230	369.3554
141		3660.0000	30.0000	225.9230	369.4315
142		3690.0000	30.0000	225.9230	369.4650
143		3720.0000	30.0000	225.9230	369.4981
144		3750.0000	30.0000	225.9230	369.5093
145		3780.0000	30.0000	225.9230	369.6134
146		3810.0000	30.0000	225.9230	369.7186
147		3840.0000	30.0000	225.9230	369.8920
148		3870.0000	30.0000	225.9230	369.7530
149		3884.9408	14.9408	225.9230	369.6056
				<b>H</b>	0.71
				<b>H/L</b>	0.000182
				<b>H/L %</b>	0.0182

➤ **Déclivité cumulée : DC = 0.0182% Terrain plat**

➤ **Sinuosité :  $\sigma = \frac{LS}{LT} = 0\sigma$  Sinuosité faible**

$$Ls = \Sigma D (R \leq 200 \text{ m}) \quad Ls = 0 \text{ m}$$

➤ **Environnement :**

1- Dénivelée cumulée : **Dc = 0.0182 %** (terrain plat)

2- Sinuosité :  **$\sigma = 0$**  (sinuosité faible)

Environnement : **E1**

➤ **Vitesse de référence : Cat 01 et E 01 Vr = 100 km/h**

➤ **Calcul de cubature approchée de la variante N°02 :**

**Tableau 24: tableau de cubature approchée de la variante 02**

N°	Distance Partielle	Z		Hauteur H (m)	R/D	Surf R (m2)	Surf D (m2)	Volume R (m3)	Volume D (m3)
		Z Projet	Z TN						
1	0,00	368,900	368,900	0,00	R	0,00	0,00		
2	30,00	369,023	368,002	1,02	R	25,65	0,00	384,769	0,000
3	30,00	369,145	367,924	1,22	R	31,04	0,00	850,424	0,000
4	30,00	369,268	367,861	1,41	R	36,17	0,00	1 008,234	0,000
5	30,00	369,390	367,944	1,45	R	37,27	0,00	1 101,592	0,000
6	30,00	369,513	367,943	1,57	R	40,73	0,00	1 169,999	0,000
7	30,00	369,635	367,842	1,79	R	47,15	0,00	1 318,172	0,000
8	30,00	369,758	367,918	1,84	R	48,50	0,00	1 434,635	0,000
9	30,00	369,875	368,021	1,85	R	48,90	0,00	1 460,929	0,000
10	30,00	369,971	366,423	3,55	R	102,61	0,00	2 272,607	0,000

11	30,00	370,044	367,960	2,08	R	55,71	0,00	2 374,850	0,000
12	30,00	370,095	367,940	2,15	R	57,82	0,00	1 703,039	0,000
13	30,00	370,123	367,792	2,33	R	63,18	0,00	1 814,974	0,000
14	30,00	370,129	367,696	2,43	R	66,31	0,00	1 942,361	0,000
15	14,53	370,124	367,683	2,44	R	66,54	0,00	965,006	0,000
16	15,47	370,113	367,669	2,44	R	66,64	0,00	1 030,296	0,000
17	30,00	370,074	367,586	2,49	R	67,97	0,00	2 019,275	0,000
18	30,00	370,012	367,509	2,50	R	68,46	0,00	2 046,542	0,000
19	30,00	369,928	367,516	2,41	R	65,64	0,00	2 011,586	0,000
20	30,00	369,821	367,464	2,36	R	63,96	0,00	1 944,122	0,000
21	30,00	369,692	367,389	2,30	R	62,32	0,00	1 894,294	0,000
22	30,00	369,540	367,268	2,27	R	61,39	0,00	1 855,670	0,000
23	16,99	369,445	367,173	2,27	R	61,35	0,00	1 042,653	0,000
24	13,01	369,366	367,105	2,26	R	61,04	0,00	796,121	0,000
25	4,26	369,340	367,090	2,25	R	60,69	0,00	259,365	0,000
26	25,74	369,170	366,996	2,17	R	58,39	0,00	1 532,527	0,000
27	30,00	368,951	366,848	2,10	R	56,26	0,00	1 719,818	0,000
28	30,00	368,709	366,742	1,97	R	52,21	0,00	1 627,033	0,000
29	30,00	368,445	366,819	1,63	R	42,33	0,00	1 417,985	0,000
30	30,00	368,161	366,644	1,52	R	39,28	0,00	1 224,055	0,000
31	24,08	367,932	366,509	1,42	R	36,62	0,00	914,009	0,000
32	5,92	367,876	366,395	1,48	R	38,25	0,00	221,462	0,000
33	30,00	367,590	366,282	1,31	R	33,44	0,00	1 075,235	0,000
34	30,00	367,305	366,215	1,09	R	27,50	0,00	914,078	0,000
35	30,00	367,019	366,064	0,96	R	23,91	0,00	771,262	0,000
36	30,00	366,734	365,950	0,78	R	19,42	0,00	649,998	0,000
37	30,00	366,453	365,868	0,59	R	14,34	0,00	506,382	0,000
38	30,00	366,195	365,753	0,44	R	10,71	0,00	375,696	0,000
39	30,00	365,958	365,675	0,28	R	6,82	0,00	262,916	0,000
40	30,00	365,745	365,552	0,19	R	4,61	0,00	171,438	0,000
41	30,00	365,553	365,436	0,12	R	2,80	0,00	111,137	0,000
42	30,00	365,385	365,327	0,06	R	1,38	0,00	62,692	0,000
43	12,55	365,321	365,297	0,02	R	0,56	0,00	12,150	0,000
44	17,45	365,239	365,253	-0,01	D	0,00	0,34	4,867	3,009
45	30,00	365,115	365,206	-0,09	D	0,00	2,16	0,000	37,645
46	30,00	365,014	365,242	-0,23	D	0,00	5,47	0,000	114,572
47	30,00	364,935	365,196	-0,26	D	0,00	6,28	0,000	176,283
48	30,00	364,879	365,172	-0,29	D	0,00	7,06	0,000	200,130
49	30,00	364,845	365,229	-0,38	D	0,00	9,28	0,000	245,201
50	30,00	364,834	365,227	-0,39	D	0,00	9,52	0,000	282,000
51	30,00	364,845	365,284	-0,44	D	0,00	10,65	0,000	302,525
52	25,11	364,872	365,424	-0,55	D	0,00	13,49	0,000	303,020
53	4,89	364,879	365,430	-0,55	D	0,00	13,48	0,000	65,979
54	30,00	364,935	365,479	-0,54	D	0,00	13,30	0,000	401,650
55	4,68	364,946	365,490	-0,54	D	0,00	13,30	0,000	62,257
56	25,32	365,014	365,552	-0,54	D	0,00	13,14	0,000	334,762
57	30,00	365,115	365,681	-0,57	D	0,00	13,84	0,000	404,726
58	30,00	365,239	365,575	-0,34	D	0,00	8,10	0,000	329,168
59	30,00	365,374	365,608	-0,23	D	0,00	5,60	0,000	205,553
60	30,00	365,509	365,701	-0,19	D	0,00	4,58	0,000	152,647
61	30,00	365,645	365,981	-0,34	D	0,00	8,10	0,000	190,137
62	30,00	365,780	365,645	0,14	R	3,22	0,00	48,308	121,484
63	30,00	365,915	365,561	0,35	R	8,55	0,00	176,592	0,000
64	2,04	365,925	365,560	0,36	R	8,81	0,00	17,710	0,000
65	22,76	366,027	365,581	0,45	R	10,85	0,00	223,714	0,000
66	5,20	366,051	365,568	0,48	R	11,74	0,00	58,719	0,000
67	30,00	366,186	365,549	0,64	R	15,66	0,00	411,014	0,000
68	30,00	366,322	365,561	0,76	R	18,83	0,00	517,320	0,000
69	30,00	366,457	365,621	0,84	R	20,78	0,00	594,054	0,000
70	30,00	366,592	365,566	1,03	R	25,81	0,00	698,799	0,000
71	30,00	366,728	365,456	1,27	R	32,43	0,00	873,656	0,000
72	30,00	366,863	365,432	1,43	R	36,85	0,00	1 039,177	0,000
73	30,00	366,999	365,345	1,65	R	43,11	0,00	1 199,375	0,000
74	30,00	367,134	365,369	1,77	R	46,34	0,00	1 341,760	0,000
75	30,00	367,269	365,500	1,77	R	46,47	0,00	1 392,059	0,000
76	30,00	367,405	365,652	1,75	R	45,98	0,00	1 386,645	0,000
77	24,14	367,514	365,668	1,85	R	48,68	0,00	1 142,502	0,000
78	5,86	367,540	365,672	1,87	R	49,32	0,00	287,152	0,000
79	30,00	367,675	365,696	1,98	R	52,58	0,00	1 528,470	0,000
80	30,00	367,811	365,761	2,05	R	54,67	0,00	1 608,764	0,000
81	28,63	367,940	365,831	2,11	R	56,45	0,00	1 590,847	0,000
82	1,37	367,946	365,835	2,11	R	56,52	0,00	77,199	0,000

83	30,00	368,082	365,918	2,16	R	58,09	0,00	1 719,027	0,000
84	30,00	368,217	365,989	2,23	R	60,03	0,00	1 771,733	0,000
85	30,00	368,352	366,065	2,29	R	61,83	0,00	1 827,865	0,000
86	30,00	368,488	366,120	2,37	R	64,27	0,00	1 891,535	0,000
87	30,00	368,623	365,983	2,64	R	72,76	0,00	2 055,493	0,000
88	30,00	368,759	366,191	2,57	R	70,49	0,00	2 148,780	0,000
89	9,68	368,802	366,319	2,48	R	67,86	0,00	669,413	0,000
90	20,32	368,894	366,143	2,75	R	76,29	0,00	1 464,762	0,000
91	30,00	369,029	365,930	3,10	R	87,54	0,00	2 457,407	0,000
92	30,00	369,165	365,784	3,38	R	96,91	0,00	2 766,803	0,000
93	9,59	369,208	365,787	3,42	R	98,29	0,00	935,970	0,000
94	20,41	369,300	365,771	3,53	R	101,96	0,00	2 043,579	0,000
95	30,00	369,435	365,760	3,68	R	107,02	0,00	3 134,669	0,000
96	30,00	369,571	365,773	3,80	R	111,27	0,00	3 274,292	0,000
97	30,00	369,706	365,797	3,91	R	115,20	0,00	3 396,961	0,000
98	30,00	369,842	365,866	3,98	R	117,52	0,00	3 490,734	0,000
99	30,00	369,977	365,860	4,12	R	122,59	0,00	3 601,611	0,000
100	30,00	370,112	366,089	4,02	R	119,24	0,00	3 627,508	0,000
101	30,00	370,247	366,101	4,15	R	123,60	0,00	3 642,734	0,000
102	30,00	370,371	366,073	4,30	R	129,13	0,00	3 791,031	0,000
103	19,01	370,444	366,058	4,39	R	132,36	0,00	2 485,120	0,000
104	10,99	370,484	366,047	4,44	R	134,27	0,00	1 465,490	0,000
105	30,00	370,587	366,028	4,56	R	138,76	0,00	4 095,356	0,000
106	30,00	370,677	366,044	4,63	R	141,55	0,00	4 204,575	0,000
107	30,00	370,757	366,013	4,74	R	145,72	0,00	4 308,957	0,000
108	30,00	370,825	366,075	4,75	R	145,97	0,00	4 375,304	0,000
109	30,00	370,882	366,180	4,70	R	144,13	0,00	4 351,566	0,000
110	30,00	370,928	366,228	4,70	R	144,09	0,00	4 323,290	0,000
111	30,00	370,963	366,325	4,64	R	141,71	0,00	4 286,959	0,000
112	30,00	370,986	366,253	4,73	R	145,29	0,00	4 305,079	0,000
113	30,00	370,998	366,313	4,69	R	143,50	0,00	4 331,971	0,000
114	30,00	370,999	366,315	4,68	R	143,45	0,00	4 304,300	0,000
115	30,00	370,989	366,185	4,80	R	147,98	0,00	4 371,493	0,000
116	24,96	370,972	366,074	4,90	R	151,55	0,00	3 738,314	0,000
117	5,04	370,967	366,052	4,92	R	152,25	0,00	765,481	0,000
118	30,00	370,934	365,966	4,97	R	154,28	0,00	4 598,019	0,000
119	30,00	370,890	367,140	3,75	R	109,60	0,00	3 958,289	0,000
120	30,00	370,842	365,235	5,61	R	179,45	0,00	4 335,882	0,000
121	30,00	370,793	366,399	4,39	R	132,67	0,00	4 681,928	0,000
122	30,00	370,745	367,490	3,25	R	92,70	0,00	3 380,617	0,000
123	30,00	370,696	367,756	2,94	R	82,36	0,00	2 625,943	0,000
124	19,70	370,664	367,770	2,89	R	80,87	0,00	1 607,570	0,000
125	10,30	370,648	367,735	2,91	R	81,47	0,00	836,374	0,000
126	30,00	370,599	367,978	2,62	R	72,15	0,00	2 304,337	0,000
127	30,00	370,551	368,195	2,36	R	63,91	0,00	2 040,992	0,000
128	30,00	370,502	368,308	2,19	R	59,02	0,00	1 844,031	0,000
129	16,24	370,476	368,369	2,11	R	56,38	0,00	937,296	0,000
130	13,76	370,454	368,444	2,01	R	53,50	0,00	755,712	0,000
131	30,00	370,405	368,545	1,86	R	49,10	0,00	1 538,898	0,000
132	30,00	370,357	368,653	1,70	R	44,58	0,00	1 405,176	0,000
133	30,00	370,308	368,738	1,57	R	40,75	0,00	1 280,002	0,000
134	30,00	370,260	368,794	1,47	R	37,81	0,00	1 178,477	0,000
135	30,00	370,211	368,992	1,22	R	31,02	0,00	1 032,440	0,000
136	30,00	370,163	369,113	1,05	R	26,45	0,00	861,953	0,000
137	30,00	370,115	369,176	0,94	R	23,48	0,00	748,912	0,000
138	30,00	370,066	369,255	0,81	R	20,13	0,00	654,176	0,000
139	12,94	370,045	369,299	0,75	R	18,45	0,00	249,584	0,000
140	17,06	370,018	369,355	0,66	R	16,28	0,00	296,280	0,000
141	30,00	369,969	369,432	0,54	R	13,12	0,00	441,060	0,000
142	30,00	369,921	369,465	0,46	R	11,06	0,00	362,766	0,000
143	30,00	369,872	369,498	0,37	R	9,04	0,00	301,496	0,000
144	30,00	369,824	369,509	0,31	R	7,57	0,00	249,028	0,000
145	30,00	369,775	369,613	0,16	R	3,86	0,00	171,351	0,000
146	30,00	369,727	369,719	0,01	R	0,19	0,00	60,735	0,000
147	30,00	369,678	369,892	-0,21	D	0,00	5,11	2,869	76,714
148	30,00	369,630	369,753	-0,12	D	0,00	2,93	0,000	120,704
149	14,94	369,606	369,606	0,00	R	0,00	0,00	0,000	21,908
								<b>214</b>	<b>4</b>
								<b>657,448</b>	<b>152,074</b>

## ❖ CHOIX DE VARIANTE

On fait un tableau comparatif des avantages et des inconvénients de chaque variante

Tableau 25:

Critères de choix	Variante 1	Variante 2	Evolution	
			V1	V2
Linéaire (m)	3780.89	3885.36	+	+
Nombre de rayon (U)	5	9	+	-
Conformité des rayons	CONFORME	CONFORME	+	+
Pente et rampe	$P_{\min} = 0.41\%$ $P_{\max} = 0.95\%$	$P_{\min} = -0.16\%$ $P_{\max} = 0.45\%$	+	+
Pourcentage alignement droit (%)	54	45	+	+
Pourcentage courbe (%)	45	54	+	+
Déblais (m <sup>3</sup> )	18039.416	4152.074	-	+
Remblais (m <sup>3</sup> )	104684.438	214657.488	+	-
			7	6

D'après le tableau on constate que :

**La variante N°01 est la plus avantageuse.**

# Chapitre 3 :

## LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVES

III-1- DEVERS

III-2- COURBE DE RACCORDEMENT

## LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVES

### **III-1- DEVERS :**

Des études de cas montrent qu'un dévers inversé est un facteur accident gène explicatif important. La reprise du dévers dans ces cas améliore la sécurité du site et change fortement les trajectoires des véhicules.

Un changement de dévers dans la partie circulaire de la courbe est un facteur d'accident entraînant :

- ✓ Une mauvaise trajectoire des véhicules
- ✓ Une accumulation d'eau sur chaussée dans la courbe

### **III-1-1- Devers en alignement :**

En alignement droit le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée.

L'épaisseur du film d'eau est conditionnée par deux types de paramètres :

- ✓ Paramètres indépendants de la route : intensité et durée de la pluie
- ✓ Paramètre liés à la route : nature et état du revêtement de surface

Les valeurs suivantes sont adoptées en Algérie

**Devers minimal :  $d_{min} = 2.5 \%$**

Ce devers ne sera prévu que si la chaussée doit être exécutée dans de bon conditions (couche de base réalisée au finisseur et guidée sur fil).

Il sera réservé essentiellement aux routes de catégorie 1 et 2.

### **IV-1-2- Devers vers l'intérieur des courbes :**

En courbe, le devers permet de :

- ✓ Assurer un bon écoulement des eaux superficielles
- ✓ Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules
- ✓ Améliorer le guidage optique.

➤ **Le devers minimal** : nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.

➤ **Le devers maximal** : admissible dans les courbes est essentiellement limité par les conditions de stabilité des véhicules lents ou l'arrêt, dans des conditions météorologiques exceptionnelles.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

**Tableau 26: devers en fonction de l'environnement**

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

**III-1-3- Détermination des dévers aux rayons en plan :**

➤ **Application à notre projet :**

- **1er cas :** Le rayon choisi :  $R \geq RHnd$  Le dévers associé « **d** » est celui de l'alignement droit.
- **2ème cas :** Le rayon choisi :  $RHd \leq R \leq RHnd$  Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.
- **3ème cas :** Si  $RHn \leq R \leq RHd$  le dévers associé « **d** » est calculé par interpolation entre le dévers associé à  $RHn$  et celui associé à  $RHd$ .

$$\frac{d(R) - d(RHd)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}} = \frac{d(RHn) - d(RHd)}{\frac{1}{RHn} - \frac{1}{RHd}}$$

- **4ème cas :** Si  $RHm < R < RHN$  la route est déversée à l'intérieur du virage et « **d** » est calculé par interpolation linéaire en  $1/R$ .

$$\frac{d(R)d(RHN)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHN}} = \frac{d(RHm)d(RHN)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

➤ **Application au projet : Calcul des dévers associés aux rayons :**

- **Donc :  $R1=R2=5000$  m**  $R \geq RHnd$  Le dévers associé « **d** » est celui de l'alignement droit ( **$d(R1) d(R2) = 2.5\%$** ).

### **III-2- COURBE DE RACCORDEMENT :**

Le raccordement direct de deux alignements droits par un arc de cercle ne tient pas compte de la vitesse des véhicules qui l'empruntent.

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon R. Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon R passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle un raccordement progressif.

La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant.

Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle.

#### **➤ Rôle et nécessité**

- ✓ Stabilité transversale des véhicules.
- ✓ Confort des passages en véhicules.
- ✓ Transition de la forme de la chaussée.
- ✓ Tracé élégant, souple fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

### **III-2-1- Type de courbe de raccordement :**

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont la condition désirée d'une variation continue de la courbe, on a trois types de courbes suivantes :

**a) parabole cubique :** L'emploi de cette courbe est limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemins de fer).

**b) Lemniscate :** Courbe utilisée pour certains problèmes de tracé de route par exemple trèfle d'autoroute sa courbure est proportionnelle à la

longueur du rayon vecteur à partir du point d'inflexion ou centre de symétrie.

**c) Clothoïde:** La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il est infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul. la courbure de la clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

### **III-2-2- Raccordement progressif :**

#### **III-2-2-1- Introduction :**

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle un raccordement progressif.

La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant.

Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle. La courbe la plus utilisée est la clothoïde.

### IV-2-2-1- : Éléments d'une clothoïde :

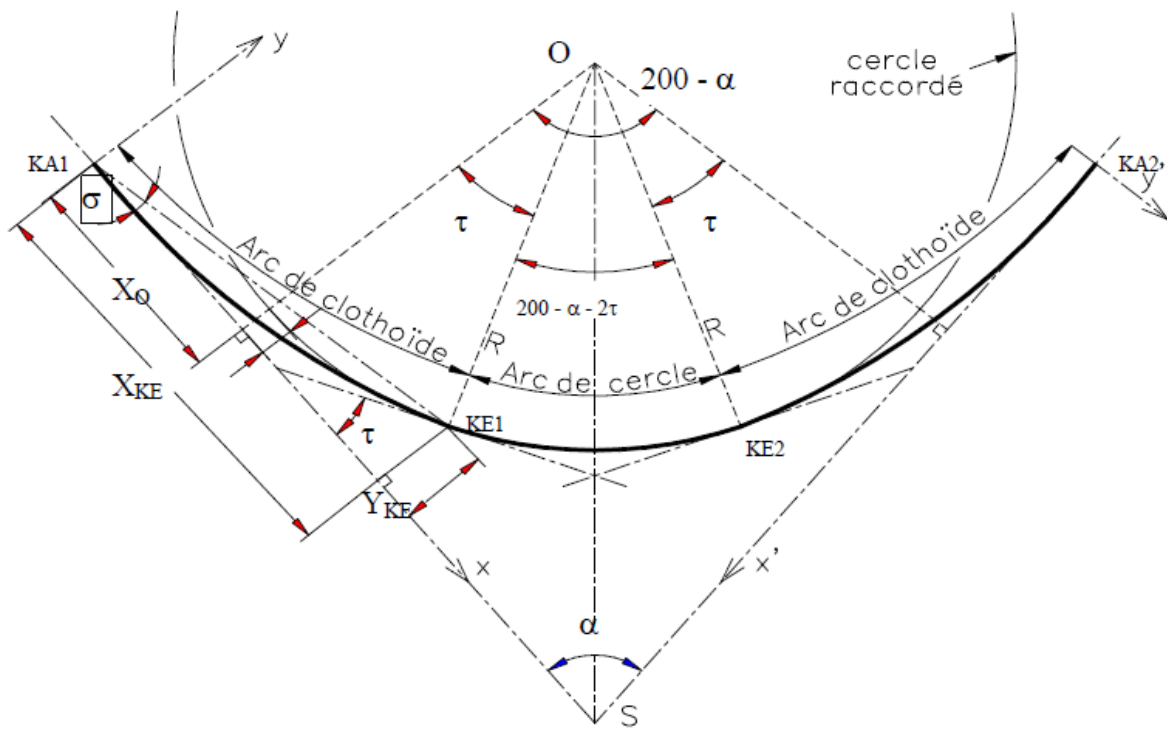


Figure IV-1 : éléments d'un clothoïde.

### A. la Clothoïde :

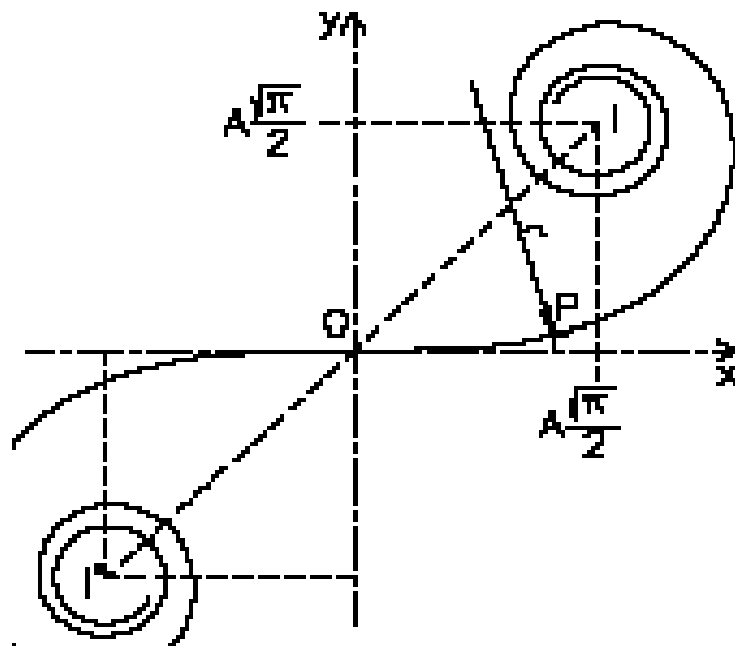


Figure 4: Clothoïde

Le rayon de courbure d'une clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, r, en un point donné P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r.

L'équation caractéristique est donnée par :  $A^2 = R.L$

Le calcul des caractéristiques de ces raccordements à courbure progressive permet de respecter les conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usagers. Ces conditions tendent à limiter la variation de sollicitation transversale des véhicules. Dans la pratique, ceci revient à fixer une limite à la variation d'accélération tolérée par seconde.

## **B. Longueur de raccordements**

La longueur des raccordements progressifs est une combinaison de plusieurs conditions de natures différentes : parmi ces conditions les trois principales sont:

### **B.1- La condition de confort dynamique :**

Cette condition a pour objet d'assurer l'introduction progressive du dévers et de la courbure de façon en particulier à respecter les conditions de stabilité et de « confort dynamique », en limitant par unité de temps, la variation de la sollicitation transversale des véhicules.

$$L_1 \geq \frac{V_R^2}{18} \left( \frac{V_r^2}{127R} - \Delta_d \right)$$

### **B.2- La condition Optique :**

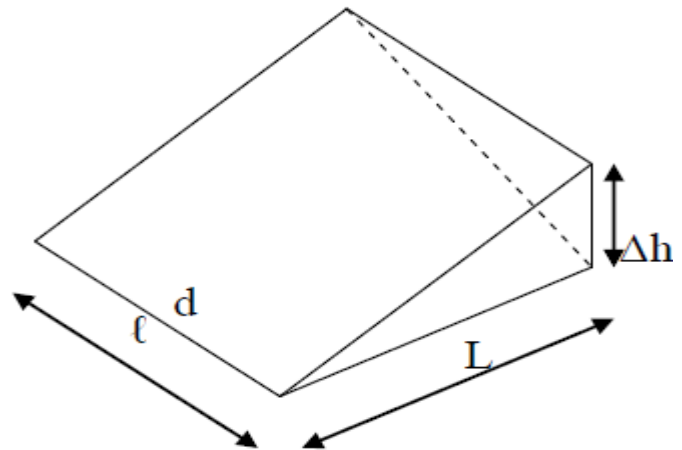
Cette condition a pour objet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels, et en particulier de rendre perceptible suffisamment à l'avance la courbure du tracé, de façon à obtenir la sécurité de conduite la plus grande possible.

$$L_2 \geq \sqrt{24.R.\Delta d}$$

### **B.3- Condition de gauchissement :**

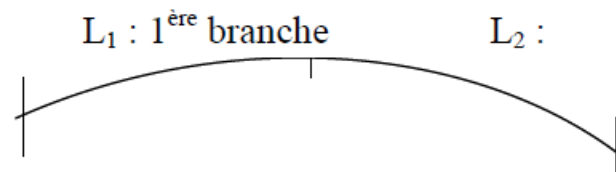
Cette condition a pour objet d'assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle se traduit par la limitation de pente relative du profil en long

$$L_3 \geq L \cdot \Delta_d \cdot V_r$$



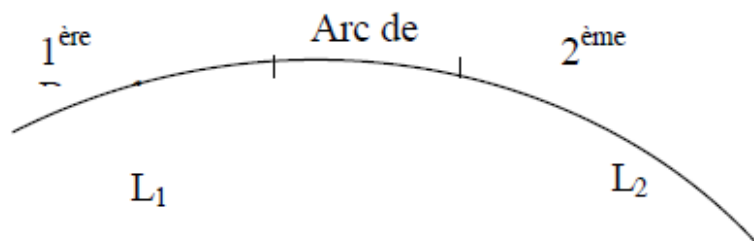
**Vérification de non chevauchement :**

**1<sup>er</sup> cas :**  $\tau = \frac{\beta}{2}$



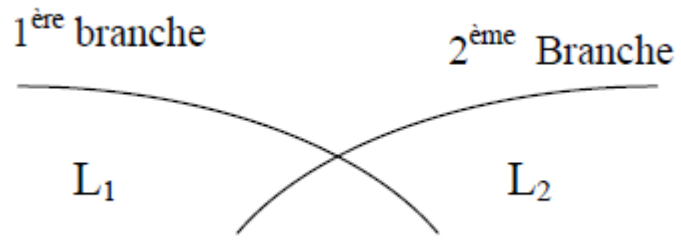
→ **Clothoïde sans arc de cercle.**

▪ **2ème cas :**  $\tau < \frac{\beta}{2}$



→ **Clothoïde avec arc de cercle.**

- **3ème cas** :  $\tau > \frac{\beta}{2}$



→ **Clothoïde impossible**

### Application au projet :

- Vitesse de référence :  $V_r = 100 \text{ km/h}$  ;  $d_{\max} = 7.00\%$  ;  $d_{\min} = -2.50\%$
- Rayon :  $R = 1000 \text{ m}$  ;  $\Delta R = 1 \text{ m}$  ;  $l = 7.00 \text{ m}$  ;  $\beta = 12.97 \text{ gr}$

#### ❖ Condition de confort dynamique :

$$L_1 \geq \frac{v_r^2}{18} \cdot \left( \frac{V_r^2}{127R} - \Delta d \right) \rightarrow L \geq \frac{100^2}{18} \cdot \left( \frac{100^2}{127 \cdot 1000} - 0,095 \right)$$

$$\rightarrow L_1 = \mathbf{9.03 \text{ m} \approx 9 \text{ m}}$$

#### ❖ Condition Optique:

$$L \geq \sqrt{24 \cdot R \cdot \Delta R} \quad \rightarrow \quad L \geq \sqrt{24 \times 1000 \times 1} = 155.81 \approx 155$$

#### ❖ Condition gauchissement:

$$L_3 \geq l * \Delta R * V_r \quad \rightarrow L_3 \geq 7.0 * 1 * 100$$

$$L_3 \geq \mathbf{67 \text{ m}}$$

#### ❖ Longueur de clothoïde :

$$L \geq \max (L_1 ; L_2 ; L_3) \quad \rightarrow \quad L \geq 155 \text{ m}$$

On prend **L = 155 m**

❖ **Angle des tangentes :**

$$\tau = \frac{L}{2R} \rightarrow \tau = \frac{155}{2 \cdot 1000} \rightarrow \tau = 4,93 \text{ gr}$$

$$\beta/2 = 12.97 / 2 = 6.48 \text{ gr}$$

$\tau = 4.93 \text{ gr} \leq \beta/2 = 6,48 \text{ gr} \rightarrow$  pas de chevauchement il ya une clothoïde.

❖ **Paramètre de la clothoïde :**

$$A = \sqrt{R * L} \rightarrow A = \sqrt{1000 \times 155} \rightarrow A = 393,7 \text{ m}$$

$$A \approx 394$$

$$A/R = 393.7 / 1000 = 0.393 \rightarrow \text{Condition vérifiée (B40)}$$

❖ **Angle des alignements droits :**

$$\alpha = 200 - \beta = 200 - 12.97 = 187.03 \text{ gr}$$

❖ **Angle au centre (partie circulaire) :**

$$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau = 200 - 187.03 - 2 \cdot 4,93 = 3.11 \text{ gr}$$

❖ **Longueur de la partie circulaire D :**

$$D = \pi * R * \gamma / 200 = \pi * 1000 * 3.11 / 200 = 48.85 \text{ m}$$

❖ **Abscisse de l'extrémité de la clothoïde :**

$$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40 * R^4} = 155 - \frac{155^3}{40 * 1000^4} = 155 \text{ m}$$

❖ **Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde :**

$$Y_{KE} = \frac{L^2}{6 * R} \rightarrow Y_{KE} = \frac{155^2}{6 * 1000} = 4 \text{ m}$$

❖ **Angle polaire :**

$$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}} \rightarrow \sigma = \arctg \frac{4}{155} = 1.64 \text{ gr}$$

➤ **Calcul de paramètres de la clothoïde :**

**Tableau 27: paramètres de clothoïde :**

Paramètre de la clothoïde		Virage 1	Virage 2	Virage 3	Virage 4
Rayon	R	1000	650	1000	1500
Longueur de la clothoïde	L	155	125m	155	190
Paramètre de la clothoïde	$A = \sqrt{R * L}$	393.7	285m	393.7	533.85m
angle au sommet	$\alpha$	187.03gr	158.29gr	163.79gr	187.20gr
angle au centre	$\beta = 200 - \alpha$	12.97gr	41.71gr	36.21gr	12.8gr
angle des tangentes	$\tau = \frac{L}{2R}$	4.93gr	6.10gr	4.93gr	4.03gr
angle au centre Partie circulaire	$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	3.11gr	29.51gr	26.35gr	4.74gr
Abscisse de l'extrémité de la cloth	$X_{KE} = L - \frac{L^2}{40R^4}$	155m	125m	155m	190m
Ordonnée de l'extrémité de la cloth.	$Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$	4m	4.01m	4m	4.01m
angle Polaire	$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$	1.64gr	2.04gr	1.64gr	1.34gr
Longueur de la partie circulaire	$L_{cir} = \frac{\pi R \gamma}{200}$	48.85m	301.30m	413.90m	111.68
longueur de la corde KA-KE	$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	155.05m	125.06m	155.05m	190.04m
abscisse du centre	$XO = X_{KE} - R \sin \tau$	77.63m	62.81m	77.63m	95.10m
ordonnées du centre	$YO = Y_{KE} + R \cos \tau$	1001m	651.02m	1001m	1501m
distance KA-centre	$KA-O = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2}$	1001m	654.04m	1001m	1504m
Ripage	$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$	1m	1m	1m	1m
Développée totale	$DT = 2L + D_{cercle}$	358.85m	550.89m	413.90m	491.68m
Tangente courte	$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$	51.70m	31.91m	51.70m	63.38m

Tangente longue	$TL = X_{KE} - \frac{Y_{KE}}{\cos \tau}$	150.98m	120.97 m	150.98m	185.98m
Petite tangente	T	179.95	283.84	370.23	246.5
Bissectrice	BISS	5.21	36.51	41.84	7.61

➤ **Variation du dévers dans la clothoïde :**

Selon la variation du dévers et la longueur de la clothoïde on peut déterminer le dévers relatif à un point quelconque de la clothoïde

➤ **Méthode de calcul des dévers en clothoïde :**

Cette méthode consiste à déterminer la distance (x) entre le début de la clothoïde et le profil en travers et déterminer son dévers.

❖ **Clothoïde**

$R = 1000 \text{ m}$   $L = 550 \text{ m}$   $d(R) = 5 \%$   $d_{min} = 2,50\%$   $\Delta d = 7,50\%$

**1ère branche de clothoïde :**

✓ **Devers du bord extérieur :**

L'équation élémentaire de la droite :  $Y = a \cdot x + b$

$Y = b = d_{min} = 2,5\%$

• **Devers extérieur**

$D_{ext} = \left( \frac{\Delta d}{L} * x \right) - 2,5$

P - (x = 0)   $d_{ext} = \left( \frac{7.5}{124.90} \times 0 \right) - 2.5 = -2,5\%$

P - (x = 15 m)   $d_{ext} = \left( \frac{7.5}{124.90} \times 15 \right) - 2.5 = -24.09\%$

✓ **Devers du bord intérieur**

$D_{int} = \begin{cases} d_{min} \text{ si : } x < \frac{6L}{\Delta d} \\ d_{ext} \text{ si : } x > \frac{6L}{\Delta d} \end{cases}$

$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 155}{7.5} = 124 \text{ m}$

Donc à partir de cette distance 124 m → **dint = dext**

# Chapitre IV :

## PROFIL EN LONG

IV -1- INTRODUCTION

IV -2- LIGNE PROJET

IV -3- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU  
PROFIL EN LONG

## **PROFIL EN LONG**

### **IV-1- INTRODUCTION :**

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain, il représente la surface de la chaussée avec un plan vertical passant par l'axe de la route. Le trait d'intersection donne le profil en long.

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

Les profils en long ont été exécutés à l'échelle 1/1000 et 1/100 comme celle du levé Topographique 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 de la trace et une bonne perception des points singuliers.

### **IV-2- LIGNE PROJET :**

Le tracé de la ligne rouge qui représente la surface de roulement du nouvel aménagement retenue n'est pas arbitraire mais il doit répondre plus particulièrement aux exigences suivantes :

Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais ;

Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes.

Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance

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

D'adapter le terrain pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux

De rechercher un équilibre entre le volume des déblais et le volume des remblais

Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais.

Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.

Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.

Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long

Opter pour une déclivité minimale de 0.5% de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

#### **IV-2-1-Eléments constituant la ligne rouge:**

Sur le profil en long terrain naturel qui est constitué par des fichiers de commande du logiciel Covadis en utilisant la coordonnée z comme étant la cote projet de la route, on a conçu la ligne rouge de notre dédoublement qui est lui-même constituée de :

#### **Les alignements :**

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

#### **Déclivité :**

On appelle déclivité d'une route, la tangente des segments de profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

#### **B.1-Déclivité minimale:**

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuer longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.5% et de préférence 1%.

#### **B.2-Déclivité maximale:**

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m

Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd

- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de Pneumatique (cas de pente max.).

Et selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base.

**Tableau 28: valeur de déclivité maximale**

Vr (Km/h)	40	60	80	100	120	140
Déclivité max (%)	8	7	6	5	4	4

Vr = 100(Km/h)

Catégorie01



déclivité maximale= **5%**

EnvironnementE1

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

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

### Application au projet

La vitesse de base qu'on a retenue dans notre projet est 80Km/h, donc la déclivité maximale est de 5%.

## **Raccordement en profil en long**

### **C.1- Raccordements verticaux**

Les changements de déclivités constituent des points particuliers au niveau du profil en long.

A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre doit être adouci par l'aménagement de raccordement parabolique où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de Raccordement :

### **C.2- Raccordement convexe (angle saillant)**

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain. Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

### **Condition de confort**

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe, le véhicule subit une accélération verticale importante, qui modifie sa stabilité et gêne les usagers.

$$RV = \frac{n_1^2}{2 \times (h_0 + h_1) \times \sqrt{h_0 \times h_1}}$$

**D<sub>1</sub>**: la distance d'arrêt.

**h<sub>0</sub>**: hauteur de l'œil.

**h<sub>1</sub>**: hauteur de l'obstacle.

Pour les chaussées unidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé à 1.10m de hauteur, la visibilité derrière l'angle saillant de l'obstacle éventuel de 0.15m cat 1-2 ou 0.20 m cat 3-4-5 à la distance d'arrêt d(Vr)

$$RVm = a \cdot d^2$$

**a = 0.24** pour les catégories 1 et 2

**a = 0.22** pour les catégories 3, 4 et 5

**d**: la distance d'arrêt correspond à une vitesse de 100Km/h

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de base de 100km/h est de :

$$RVm_1 = 0.24 \cdot d^2 = 6229.54 \text{ m}$$

Les rayons minimaux normaux sont obtenus par application de même relations pour la vitesse **V = Vr + 20**

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après le B40) sont récapitulées dans le tableau suivant :

**Tableau 29: rayons convexes (cat2, V100)**

Rayon	Symbol	Valeur(m)
Min absolue	RVm	<b>10000</b>
Minnormale	RVn	<b>20000</b>

## Raccordement concave (angle rentrant)

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

Les rayons minimaux des raccordements paraboliques en angle rentrant doivent satisfaire la condition de confort suivante :

Le véhicule abordant un angle rentrant doit avoir une limitation de l'accélération aux sets suivants :

Soit :  $\frac{g}{40}$  pour la CAT1-2.

$$\frac{Vr^2}{RVm'} - \frac{g}{40} \longrightarrow RVm' = 0.30 * Vr^2.$$

$$RVm = \frac{d_1^2}{0,035d_1 + 1,5}$$

$$RVm_{(Vr)} = 0.3 * Vr^2 = 0.3 * 100^2 = 3000m$$

### Rayon minimal normal

Les rayons verticaux minimaux normaux en angle rentrant sont obtenus par application de la formule suivante :

$$RVn' = RVm'(vr+20).$$

$$RVn = RVm_{(vr+20)} = 0.3 * (100+20) \longrightarrow RVn = 4320m$$

Les valeurs retenues pour les rayons absolus sont récapitulées dans le tableau suivant :

**Tableau 30: rayons concaves (cat2, V100)**

RAYON	SYMBOLE	VALEUR(m)
Min absolue	RVm	<b>3000</b>
Minnormale	RVn	<b>4320</b>
Assurant	RVd	<b>20000</b>

### **IV-3- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG:**

Le profil en long et le tracé en plan sont coordonnés de telle manière que la route. Apparaisse à l'usager sans discontinuité gênante de tracé, lui permette de prévoir son :

Évolution et de distinguer clairement les dispositions des points singuliers, notamment les carrefours, les entrées et les sorties dans les échangeurs.

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long sont fondées sur des paramètres conventionnels de technique de la circulation (temps de perception réaction, coefficients de frottement, hauteur d'obstacle, etc...).

Dans les zones où les distances de visibilité ne peuvent pas être assurées (de façon permanente ou temporaire), un marquage et une signalisation appropriée doivent interdire le dépassement de façon claire et perceptible par les usagers.

Il est nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long (en tenant compte également de l'implantation des points d'échanges) afin d'assurer de bonnes conditions générales de visibilité et, pour les routes neuves, d'assurer si possible un certain confort visuel en évitant de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu, cela conduit en général à chercher à faire coïncider les courbes du tracé en plan et les courbes du Profil en long et à prévoir des rayons de profil en long importants relativement à ceux du tracé en plan.

Cependant, pour des raisons de sécurité, le début des courbes (surtout lorsqu'elles ont des rayons inférieurs à 300 m) ne devraient pas coïncider avec un point haut du profil en long (ou se situer à proximité immédiate), ceci étant susceptible de dégrader fortement la perception du virage

Les carrefours ou accès riverains ne doivent pas coïncider avec des courbes du tracé en plan ni avec des zones à visibilité réduite.

#### **Avantages de la coordination du tracé en plan et du profil en long :**

Assurer de bonnes conditions générales de visibilité.

Eviter de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu.

## Calcul du raccordement parabolique:

L'équation de la parabole est:

$$Y = \frac{X^2}{2R}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{T}{AS} \Rightarrow T = AS \cdot \cos \alpha_1$$

$$\left( \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right) \quad AS \quad \left( \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)$$

$$\frac{R}{2}$$

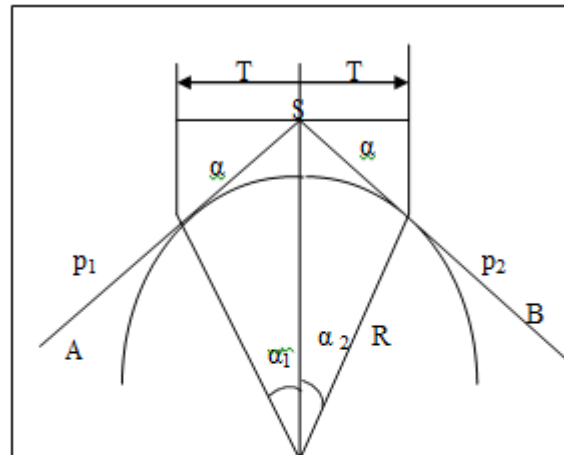
D'où  $\alpha_1, \alpha_2 = 0 = p \cdot \cos \alpha_1$

$$\left( \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)$$

$$\text{tg} \alpha_1 = \frac{\alpha_1 = p_1}{p_1 + p_2}, \quad \text{tg} \alpha_2 = \frac{\alpha_2 = p_2}{p_1 + p_2}$$

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

finalement :  $T = R \left| \frac{\Delta p}{2} \right|$



Remarque: on a utilisé directement les résultats donnés par le logiciel COVADIS.

# Chapitre V :

## CINÉMATIQUE

### V-1-LESPARAMETRESCINEMATIQUES

## **V-1-LESPARAMETRESCINEMATIQUES:**

Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules dans le projet de construction de la route .

Ces paramètres sont :

### **V.1-1-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 la condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant la pente longitudinale de la chaussée.

$$d = \frac{V_r^2}{1000 \times (f_{rl} \pm e)}$$

Avec :

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

$e$ : déclivité.

$f_{rl}$ : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse  $V_r$ .

**Tableau 31: coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40**

$V_r$	(Km/h)	40	60	80	100	120	140
$f_{rl}$	Catégorie1-2	0,45	0,42	0,39	<b>0,36</b>	0,33	0,30
	Catégorie3-4-5	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36	/

Pour notre projet on a:  $f_{rl} = 0.36$

## Application :

**Enlignement droit:**

**e=0** (cas purement théorique)

$$d = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} \quad \Rightarrow \quad d = \frac{4}{1000} \times \frac{1002}{(0.36)} = \mathbf{111.11m}$$

**En rampe1: e=+0.41%**

$$d = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} \quad \Rightarrow \quad d = \frac{4}{1000} \times \frac{1002}{(0.36+0.0041)} = 109.85m$$

**En pente 1 : e=-0.95%**

$$d = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} \quad \Rightarrow \quad d = \frac{4}{1000} \times \frac{1002}{(0.36-0.0095)} = 113.99m$$

**En rampe2: e=+0.45%**

$$d = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} \quad \Rightarrow \quad d = \frac{4}{1000} \times \frac{1002}{(0.36+0.0041)} = 109.73m$$

**En pente 2 : e=-0.16%**

$$d = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} \quad \Rightarrow \quad d = \frac{4}{1000} \times \frac{1002}{(0.36-0.0095)} = 111.60m$$

## V.1-2-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



## Enlignement droit:

Pour  $V_r < 100 \text{ km/h}$  et quand  $t = 2 \text{ s}$  :  $d = d_0 + 0.55 \times V_r$

Pour  $V_r \geq 100 \text{ km/h}$  et quand  $t = 1.8 \text{ s}$  :  $d = d_0 + 0.50 \times V_r$

**Application** :  $V_r = 100 \text{ km/h}$   $t = 1.8 \text{ s} \Rightarrow d = d_0 + 0.50 V_r$

**En palier** :  $d = 111,11 + (0,5 \times 100) = 161.11 \text{ m}$

**En rampe 1** :  $d = 109.85 + (0,5 \times 100) = 159.85 \text{ m}$

**En pente 1** :  $d = 113.99 + (0,5 \times 100) = 163.99 \text{ m}$

**En rampe 2** :  $d = 109.73 + (0,5 \times 100) = 159.73 \text{ m}$

**En pente 2** :  $d = 111.60 + (0,5 \times 100) = 161.60 \text{ m}$

## En courbe

On doit majorer la distance de freinage de 25% car le freinage est moins synergique afin de ne pas perdre le contrôle du véhicule.

Pour  $V_r \leq 100 \text{ km/h}$  et quand  $t = 2 \text{ s}$  :  $d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$

Pour  $V_r \geq 100 \text{ km/h}$  et quand  $t = 2 \text{ s}$  :  $d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times V_r$

**Application** :  $V_r = 100 \text{ km/h}$   $t = 2 \text{ s} \Rightarrow d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$

**En palier** :  $d = 1,25 \times 111,11 + 0,55 \times 100 = 193.88 \text{ m}$

**En rampe 1** :  $d = 1,25 \times 109.85 + 0,55 \times 100 = 192.31 \text{ m}$

**En pente 1** :  $d = 1,25 \times 113.99 + 0,55 \times 100 = 197.48 \text{ m}$

**En rampe 2** :  $d = 1,25 \times 109.73 + 0,55 \times 100 = 192.16 \text{ m}$

**En pente 2** :  $d = 1,25 \times 111.60 + 0,55 \times 100 = 194.50 \text{ m}$

#### V-1-4-Distance de perception:

Le temps nécessaire pour effectuer une manœuvre d'arrêt, une manœuvre de changement de file ou une manœuvre d'insertion est de 6 s.

On appelle distance de perception  $d_p$ , la somme de la distance d'arrêt  $d$  et la distance parcourue en 6s.

$$D_p = d + \frac{6}{3.6} V_r \quad (V_r \text{ est en Km/h})$$

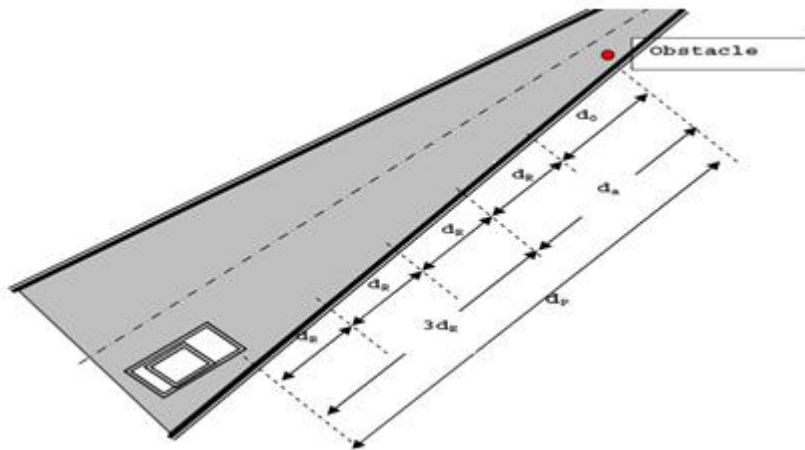


Figure 6: Distance de perception

#### Application :

##### En alignement droit:

**En palier:**  $d_p = 161,11 + \frac{6}{3.6} 100$   $d_p = 327.77\text{m}$

**En rampe 1:**  $d_p = 159.85 + \frac{6}{3.6} 100$   $d_p = 326.51\text{m}$

**En pente 1:**  $d_p = 163.99 + \frac{6}{3.6} 100$   $d_p = 330.51\text{m}$

**En rampe 2:**  $d_p = 159.73 + \frac{6}{3.6} 100$   $d_p = 326.39\text{m}$

**En pente 2:**  $dp=161.60+\frac{6}{3.6} 100$   $dp=328.26m$

**En courbe:**

**En palier:**  $dp=193.88+\frac{6}{3.6} 100$   $dp=360.54m$

**En rampe 1:**  $dp=192.31+\frac{6}{3.6} 100$   $dp= 358.97m$

**En pente 1:**  $dp=197.48+\frac{6}{3.6} 100$   $dp=364.14m$

**En rampe 2:**  $dp=192.16+\frac{6}{3.6} 100$   $dp=358.82m$

**En pente 2:**  $dp=194.50+\frac{6}{3.6} 100$   $dp=361.16m$

**V-1-5- Distance de sécurité entre deux véhicules :**

Supposons que deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et la même vitesse. Et nous recherchons l'espacement entre les deux véhicules de telle façon que si le premier véhicule est obligé d'amorcer un freinage au maximum pour éviter un obstacle quelconque, cet espacement doit permettre au second véhicule de s'arrêter sans risque de collision.

La distance de freinage ne change pas et reste  $d_0$ , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction de second véhicule augmente d'une durée  $(t + t')$ , avec  $t'$  temps de perception et de réaction de second véhicule aux feux arrières de stop de premier véhicule.

L'espacement sera donc théoriquement :  $d'_2=d_2+v \times t'+l$

**$d_2$**  : distance parcourue pendant temps de perception et de réaction du premier véhicule

**$l$**  : longueur moyenne d'un véhicule

En général ,on prend  $t' = 0.75 s$

En pratique, on pren  $t=3s$

Distance de sécurité sera donc: $d'_2= d_2+v \times (t+t')+l$  (t en s et v en m/s)

Soit E l'espacement supplémentaire de sécurité :  $E = v \times t' + L$

Sachons que  $V = \frac{v}{3.6}$  et  $t' = 0.75s \Rightarrow E_s = \frac{V}{5} + 1$

Avec :

**V** : la vitesse en km/h

**L** : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

Pour plus de security on est souvent amené à augmenter la distance « Es », en prenant un créneau temps de sécurité entre deux véhicules  $T_s$  égale à 1,2 secondes.

$$E_s = 1,2.v \text{ ou } E_s = \frac{V}{3}$$

Exemple : si deux véhicules se suivent à une vitesse de  $V = 100$  Km/h. La

distance de sécurité sera

**1erCas :**

$$E_s = \frac{V}{5} + 1 = \frac{100}{5} = 25m$$

**2èmeCas:**

$$E_s = \frac{V}{3} + 1 = \frac{100}{3} = 33.33m$$

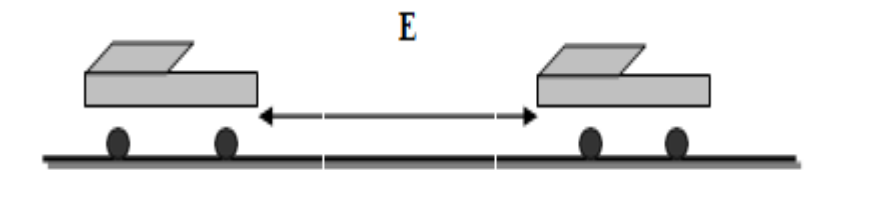


Figure 7: Espacement entre deux véhicules

### V.1-6- Manœuvres de dépassement :

**dvdm** : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne.

**dvdn** : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale.

**dmd** : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement.

**Tableau 32:** valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

Vr(Km/h)	40	60	80	100	120	140
<b>Distance</b>						
<b>dvdm</b>	4v	4v	4v	4.2v	4.6v	5v
	160	240	320	420	550	700
<b>dvdn</b>	6v	6v	6v	6.2v	6.6v	7v
	240	360	480	620	790	980
<b>dmd</b>	70	120	200	300	425	/

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de **dvdm**, **dvdn** et **dmd** en fonction de la vitesse.

**Application :** Vr =100Km/h

**dvdm**=420m

**dvdn**=620m

**dmd**= 300m

**Tableau 33:** récapitulatif des paramètres fondamentaux

Paramètres	Symbole	Valeur
Devers minimal (%)	$d_{min}$	2,50
Devers maximal (%)	$d_{max}$	7,00
Temps de perception réaction (s)	$t_1$	2.00
Frottement longitudinal	$f_L$	0,36

Frottement transversal	$f_t$	0,11
Distance de freinage en alignement droit ( <b>m</b> )	$d_0$	111,11
Distance d'arrêt ( <b>m</b> )	$d_1$	109,00
Distance de freinage en courbe(m)	$d'_1$	194,00
Distance de visibilité de dépassement minimale(m)	$dvdm$	420,00
Distance de visibilité de dépassement normale(m)	$dvdn$	620,00
Distance divisibilité de manœuvre de Debasement (m)	$dmd$	300,00
RHm(m)(Devers asocial %)	RHm	437,44 (7%)
RHn(m)(Devers asocial%)	RHN	708,66 (5%)
RHd(m)(Devers asocial %)	RHd	1574,80 (2,5%)
RHnd(m)(Devers asocial%)	RHnd	2249,72 (-2,5%)

# Chapitre 6

## PROFILER TRAVERS ET CUBATURES

VI-1-INTRODUCTION

VI.2-PROFILER TRAVERS TYPE

VI -3- LES ELEMENTS CONSTITUANT UN  
PROFILER TRAVERS TYPE

VI-4-DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

VI -5-PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES

VI-6-LES PRINCIPALES METHODES DE  
DIMENSIONNEMENT

VI-7-CUBATURES

## **CHAPITRE VII**

### **PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES**

#### **VI-1-INTRODUCTION :**

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

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

#### **VI-2-PROFILEN TRAVERSType:**

C'est une pièce dessinée de base des projets de route nouvelle, il représente une section transversale dans le corps de la chaussée. Étant composé en trois couches (couche de roulement, couche de base, couche de fondation) L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet lue sur le profil en long, permet l'avant métré des terrassements

On a pris 6 profils en travers avec l'épaisseur du corps de chaussé

- Un profil en alignement droit en déblai
- Un profil en alignement droit en remblai
- Un profil en alignement droit mixte
- Un profil déversé en remblai
- Un profil déversé en déblai
- Un profil mixte déversé

## VI-3-LES ELEMENTS CONSTITUANT UN PROFIL EN TRAVERS TYPE:

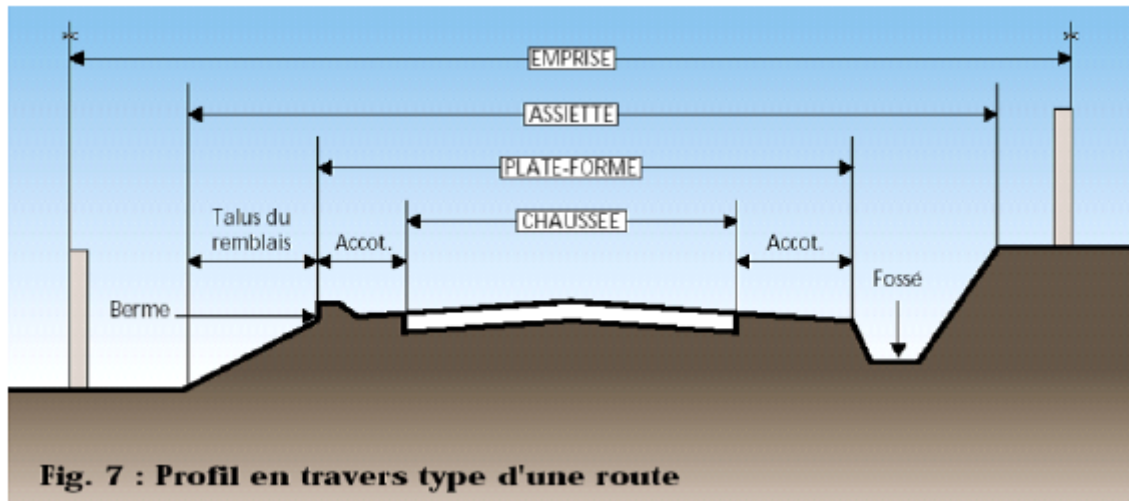


Figure 8: Les éléments d'une route

### La largeur roulable

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

### La plateforme

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

### Assiette

Surface de terrain réellement occupée par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

### L'emprise

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc....), elle coïncide généralement avec le domaine public.

### Les accotements

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.

### **Le terre-plein central**

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées.  
Il comprend :

- Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage).
- Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

### **Le fossé**

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

### **Profil en travers type de notre projet :**

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

Deux chaussées de deux voies de 3,50 m chacune :  **$2*(2 \times 3,5) = 14,00$  m**

Une bande d'arrêt d'urgence de 2.50 m de part et d'autre:  **$(2 \times 2,50) = 5.00$  m**

Une berme de 1.00 m de part et d'autre:  **$(2 \times 1.00) = 2.00$  m**

Une DBA de largeur **0.60m** à l'axe de la route.

Deux bandes dérasées (BDD et BDG) de 1.00m de largeur pour chacune :  
**= 2.00 m.**

Fossé trapézoïdal de dimensions : **0,50m x 0,50m x 0,50m**

### **VI-4- DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE :**

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 gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc.....

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

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

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

## VI-5- PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES :

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 maximal autorisée sur un jumelage insole est de 65 KN (6.5 tonnes) soit un Essie standard de 130 KN (13 T).

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

### **Des intemperates:**

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

### **Des efforts tangential**

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 motrice.

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.

### **VI-5-1- La chaussée :**

#### **VI.5.1-1- Définition:**

**Au sens géométrique :** c'est la surface aménagée de la route sur la quelle circulent les véhicules.

**Au sens structurel:** c'est l'ensemble des couches de matériaux super posées de façon à per mettre 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 :

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.

#### VI.5.1-2- 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.

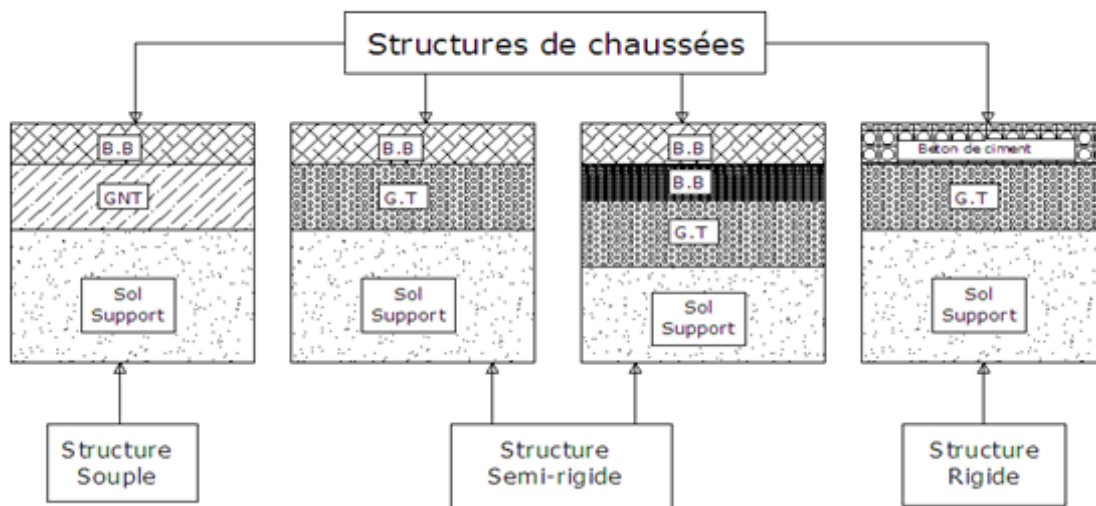


Figure 9: les différentes catégories de chaussée

**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.

## **VI-6- LES PRINCIPALES METHODES 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.

### **VI-6-1- Méthode C.B.R(Calif. ornia- Bearing-Ratio):**

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:

$$e = \frac{100+(\sqrt{P})(75+50 \log_{10} \frac{N}{10})}{ICBR+5}$$

Avec:

**e:** épaisseur équivalente.

**I:** indice CBR (sol support).

**N:** désigne le nombre journalier de camion de plus 1500k gavage.

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

**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:

**Tableau 34: Coefficient d'équivalence des matériaux**

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

VI-6-2- Méthode A.A.S.H.O : (American Association of State Highway Officials):

Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales.

Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs :

L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.

L'équivalence entre les différences couches de matériaux.

L'équivalence entre les différents types de charge par essai.

L'influence des charges et de leur répétition.

### **VI-6-3- Méthode d'ASPHALT INSTITUTE:**

Elle basée sur les résultats obtenus des essais «AASHO », on prend en Considération le trafic composite par échelle de facteur d'équivalence et utilise un indice de structure tenant compte de la nature des diverses couches.

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

### **VI-6-4- Méthode du catalogue des structures:**

C'est le catalogue des structures type neuves et établi par «SETRA » Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB).

Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 Véh/J.

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.

Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

Trafic cumulé de poids lourds à la 15ème année Tj.

Les caractéristiques de sol (Sj).

### **VI .6.4.1- Détermination de la classe de trafic**

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service. Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant:

**Tableau 35: Classe de trafic.**

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T <sub>1</sub>	T < 7.310 <sup>5</sup>
T <sub>2</sub>	7.310 <sup>5</sup> < T < 210 <sup>5</sup>
T <sub>3</sub>	2 10 <sup>6</sup> < T < 7.310 <sup>6</sup>
T <sub>4</sub>	7.310 <sup>6</sup> < T < 410 <sup>7</sup>
T <sub>5</sub>	T > 4 10 <sup>7</sup>

Le trafic cumulé est donné par la formule:

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

- TPL : trafic poids lourds à l'année de mise en service

- n : durée de vie (n = 20 ans)

#### **VI.6.5.2- Détermination de la classe du sol**

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante. Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants:

**Tableau 36: Classe de sol.**

Classe de sol	Indice C.B.R
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

#### **VI .6.5- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)**

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

$$T_{eq} = [TJMA \cdot a[(1+Z)^n - 1] \times [0.75 \times P \times 365]] / [(1+z) - 1]$$

**T<sub>eq</sub>** = trafic équivalent par essieu de 13t.

**TJMA** = trafic à la mise en service de la route.

**a** = coefficient qui dépend du nombre de voies.

**Z** = taux d'accroissement annuel.

**n** = durée de vie de la route.

**p** = pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente *e* (en fonction de T<sub>eq</sub>, ICBR) à partir de l'abaque L.C.P.C.

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

### **VI .6.6- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves**

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

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

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

Approche théorique.

Approche empirique.

## VII-6-6-1-La démarche du catalogue :

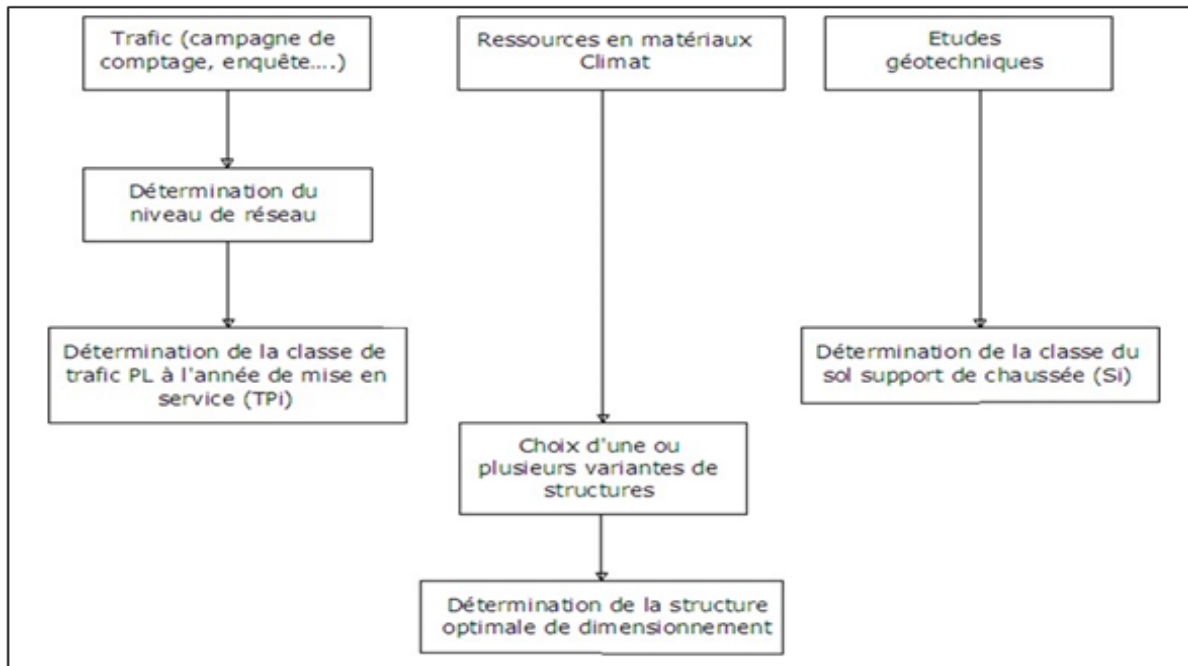


Figure 10: démarche du catalogue

### Application au projet :

Pour le dimensionnement du corps de chaussées on a utilisé : la method CBR.

**TJMA2015 = 10000 v/j avec un poids lourd de 35%**

$$T_0 = (TJMA_{2015} \times \%pl) \quad \Rightarrow \quad T_0 = (10000 \times 0,35) = 3500 \text{ pl/j/sens.}$$

$$T_1 = (1 + \tau)^2 \times T_0 \quad \Rightarrow \quad T_1 = (1 + 0,04)^2 \times 3500 = 3787 \text{ pl/j/sens}$$

$$T_n = (1 + \tau)^n \times T_1 \quad \Rightarrow \quad T_n = (1 + 0,04)^{20} \times 3787 = 8298 \text{ pl/j/sens}$$

E eq =

$$\Rightarrow E_{eq} = 47,34 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow E_{eq} = 48 \text{ cm}$$

On a :  $E_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$

**Tableau 37: Epaisseur du corps de chaussée**

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence ( $a_i$ )	Épaisseur équivalente (cm)
BBME	6,00	2,00	12,00
EME	15,00	1,20	18,00
Grave (GNT)	27,00	0,75	20,25
<b>TOTAL</b>	<b>48.00</b>		<b>50.25</b>

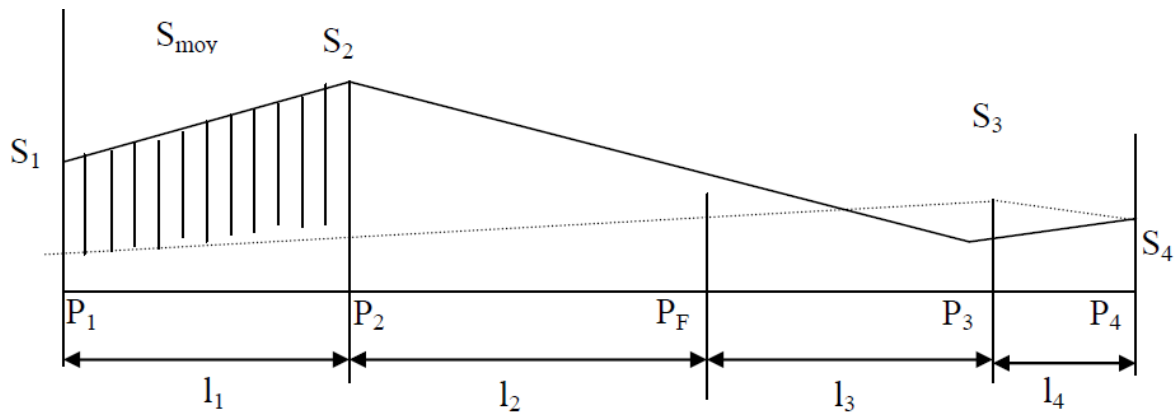
Notre structure comporte : **6BBME + 15 EME +27 Grave**

**BBME** : Béton bitumineux à module élevé.

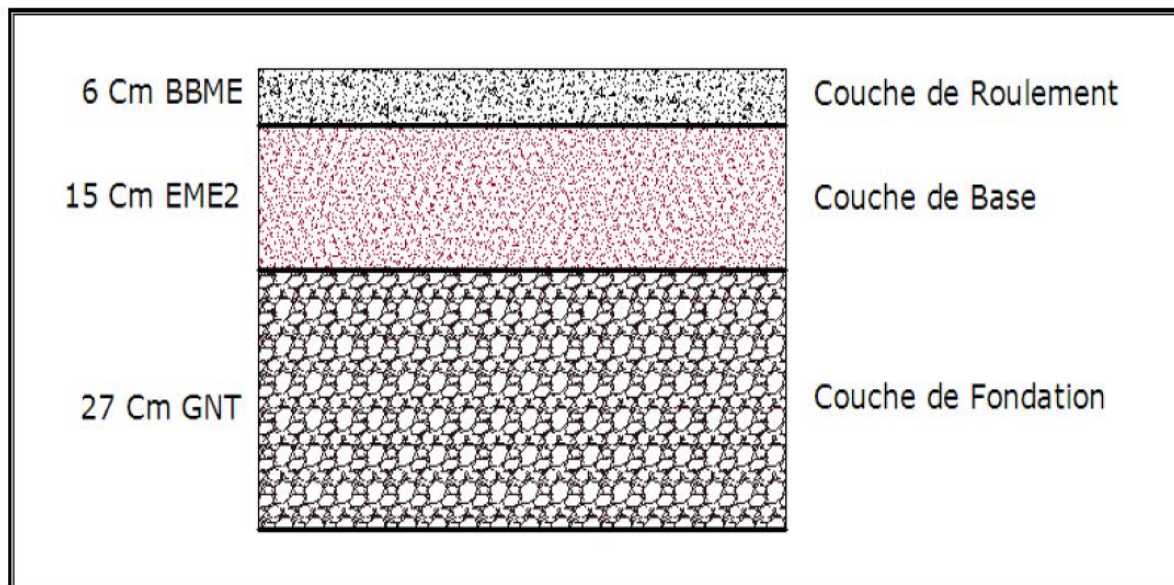
**EME2** : Enrobé à module élevé classe 2.

**GNT** : Grave non traité.

**Figure 11: Corps de chaussée**



## Coefficient d'équivalence



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

**Tableau 38: coefficient d'équivalence des matériaux**

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

## **VI-7- CUBATURE :**

### **VI-7-1- Définition:**

Les cubatures de terrassement est la détermination des volumes de remblais et déblais nécessaire à la réalisation du projet, cela nécessite la connaissance :

- ✓ Des profils en long.
- ✓ Des profils en travers.
- ✓ Des distances entre ces profils.

### **VI-7-2- Méthode de calcul:**

La méthode que nous allons utiliser est celle de la moyenne des aires, c'est une méthode simple mais elle présente un inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreurs, pour être en sécurité on prévoit une majoration des résultats.

➤ **Description de la méthode :** Le principe de la méthode de la moyenne des aires et de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivant :

$$V = h/6 \times (S_1 + S_2 + 4S_0)$$

**H** : hauteur entre deux profils.

**S<sub>0</sub>** : surface limitée à mi- distances des profiles.

**S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>** : surface des deux profils.

#### **Application**

La figure ci-dessous représente le profil en long d'un tracé donné.


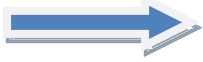
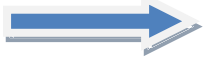
#### **Figure VII-5 : Surfaces de cubature**

Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S1, S2 sera égale à :

$$V_1 = L_1 /6 \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

Pour un calcul plus simple on à considérer que :  $S_{moy} = \frac{(S_1 + S_2)}{2}$

D'ou :  $V_1 = L_1 \times \frac{(S_1 + S_2)}{2}$

- Entre P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub>   $V_1 = L_1 \times \frac{(S_1 + S_2)}{2}$
- Entre P<sub>2</sub> et P<sub>F</sub>   $V_2 = L_2 \times \frac{(S_2 + 0)}{2}$
- Entre P<sub>F</sub> et P<sub>3</sub>   $V_3 = L_3 \times \frac{(0 + S_3)}{2}$

Le volume total V:

Pour le calcul des cubatures, on a utilisé le logiciel COVADIS.

Les étapes à respecter pour réaliser cette opération sont :

### Méthode 1 (commande Covadis)

1. Mnt chargement (pour mnt)
2. Genpl (pour dessiner le profil en long)
3. Plpro (pour dessiner la ligne rouge du profil en long)
4. Racci (pour le raccordement circulaire du profil en long)
5. Rempl (pour le remplissage des cartouches)
6. Genty (pour créer des profils en travers types)
7. Cfgpt (pour affecter les profils types)
8. Simul (pour le calcul de cubature)
9. Genpt (pour dessiner les profils en travers courants)

### Méthode 2 : (utilisation du Menu Covadis)

Utilisation des fenêtres « menu » du logiciel COVADIS-

**Remarque :** Les résultats du calcul sont illustrés dans le tableau suivant :

➤ **Calcul de cubature :**

▪ **Décapage de la terre végétale :**

**Tableau VI-5 : Calcul de volume de décapage de terre végétale.**

**Tableau 39 : Calcul de volume de décapage de terre végétale.**

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Emprise (m)			Décapage du TN			
			Gauche	Droite	Totale	Epaisseur	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Cumul Vol. (m <sup>3</sup> )
P1	0,00	3,67	16,06	16,56	32,62	0,20	119,58	23,92	23,92
P1.1	7,33	7,40	16,26	16,85	33,11	0,20	245,09	49,02	72,93
P1.2	14,81	4,56	16,71	16,75	33,47	0,20	152,63	30,53	103,46
P1.3	16,45	4,53	16,65	16,61	33,25	0,20	150,69	30,14	133,60
P1.4	23,87	6,77	15,94	15,94	31,87	0,20	215,89	43,18	176,78

P2	30,00	18,07	12,61	15,44	28,05	0,20	506,67	101,33	278,11
P3	60,00	21,42	15,32	15,49	30,81	0,20	660,18	132,04	410,15
P3.1	72,85	15,00	15,36	15,52	30,88	0,20	463,18	92,64	502,78
P4	90,00	12,01	15,44	15,62	31,05	0,20	372,96	74,59	577,38
P4.1	96,87	15,00	15,50	15,68	31,18	0,20	467,71	93,54	670,92
P5	120,00	12,48	15,76	15,88	31,64	0,20	394,77	78,95	749,87
P5.1	121,82	15,00	15,78	15,89	31,67	0,20	475,11	95,02	844,89
P6	150,00	29,09	16,10	16,15	32,26	0,20	938,31	187,66	1032,55
P7	180,00	28,08	16,32	16,22	32,54	0,20	913,71	182,74	1215,30
P7.1	206,17	15,00	16,46	16,50	32,96	0,20	494,42	98,88	1314,18
P8	210,00	16,92	16,48	16,55	33,02	0,20	558,68	111,74	1425,92
P9	240,00	16,12	13,04	16,37	29,41	0,20	474,24	94,85	1520,77
P9.1	242,24	8,18	14,62	15,71	30,33	0,20	248,27	49,65	1570,42
P10	256,37	13,88	15,96	19,50	35,46	0,20	492,14	98,43	1668,85
P11	270,00	7,74	16,98	12,89	29,87	0,20	231,14	46,23	1715,07
P11.1	271,85	1,00	16,98	12,53	29,51	0,20	29,61	5,92	1720,99
P11.2	272,01	14,08	16,98	15,32	32,30	0,20	454,67	90,93	1811,93
P12	300,00	29,00	17,08	17,22	34,30	0,20	994,72	198,94	2010,87
P13	330,00	15,47	17,28	17,40	34,68	0,20	536,58	107,32	2118,19
P13.1	330,95	2,42	17,28	17,40	34,68	0,20	84,07	16,81	2135,00
P13.2	334,85	14,53	17,30	17,40	34,70	0,20	503,98	100,80	2235,80
P14	360,00	27,58	17,37	17,40	34,77	0,20	958,88	191,78	2427,57
P15	390,00	15,02	17,47	17,47	34,94	0,20	524,94	104,99	2532,56
P15.1	390,05	15,00	17,47	17,47	34,94	0,20	524,11	104,82	2637,39
P16	420,00	29,98	17,60	17,57	35,17	0,20	1054,28	210,86	2848,24
P17	450,00	20,07	17,71	17,66	35,37	0,20	709,93	141,99	2990,23
P18	460,15	15,00	17,73	17,70	35,43	0,20	531,38	106,28	3096,50
P19	480,00	24,93	17,72	17,77	35,50	0,20	884,80	176,96	3273,46
P20	510,00	30,00	17,94	17,96	35,90	0,20	1077,04	215,41	3488,87
P21	540,00	30,00	18,09	18,17	36,26	0,20	1087,92	217,58	3706,46
P22	570,00	30,00	18,39	18,28	36,67	0,20	1100,24	220,05	3926,50
P23	600,00	19,66	18,11	18,29	36,40	0,20	715,78	143,16	4069,66
P23.1	609,33	15,00	18,18	18,30	36,48	0,20	547,17	109,43	4179,09
P24	630,00	25,34	18,31	18,31	36,62	0,20	927,85	185,57	4364,67
P25	660,00	30,00	18,28	18,33	36,61	0,20	1098,30	219,66	4584,33
P26	690,00	30,00	18,10	18,35	36,45	0,20	1093,38	218,68	4803,00
P27	720,00	16,52	18,37	18,56	36,93	0,20	610,11	122,02	4925,02
P28	723,04	15,00	18,40	18,56	36,96	0,20	554,34	110,87	5035,89
P29	750,00	28,48	18,41	18,57	36,99	0,20	1053,38	210,68	5246,57
P30	780,00	21,66	18,46	18,33	36,79	0,20	797,01	159,40	5405,97
P30.1	793,33	15,00	18,36	18,25	36,61	0,20	549,18	109,84	5515,81
P31	810,00	23,34	18,21	18,19	36,39	0,20	849,34	169,87	5685,68
P32	840,00	30,00	18,19	18,13	36,33	0,20	1089,87	217,97	5903,65
P33	870,00	30,00	18,07	18,09	36,16	0,20	1084,94	216,99	6120,64
P34	900,00	30,00	17,92	18,05	35,97	0,20	1079,09	215,82	6336,46
P35	930,00	23,78	17,81	17,99	35,80	0,20	851,26	170,25	6506,71
P35.1	947,55	15,00	17,79	17,95	35,75	0,20	536,18	107,24	6613,94
P36	960,00	21,22	17,74	17,92	35,67	0,20	756,96	151,39	6765,34
P37	990,00	30,00	17,59	17,80	35,39	0,20	1061,71	212,34	6977,68
P38	1020,00	18,30	17,48	17,62	35,10	0,20	642,47	128,49	7106,17
P38.1	1026,61	15,00	17,46	17,59	35,05	0,20	525,69	105,14	7211,31
P39	1050,00	20,86	17,39	17,52	34,91	0,20	728,26	145,65	7356,96
P39.1	1068,33	15,00	17,33	17,46	34,79	0,20	521,82	104,36	7461,33
P40	1080,00	20,84	17,29	17,41	34,70	0,20	723,12	144,62	7605,95
P41	1110,00	30,00	17,15	17,33	34,49	0,20	1034,57	206,91	7812,86
P42	1140,00	19,43	17,10	17,32	34,41	0,20	668,56	133,71	7946,58
P43	1148,86	15,00	17,07	17,31	34,38	0,20	515,73	103,15	8049,72
P44	1170,00	25,57	16,95	17,16	34,11	0,20	872,35	174,47	8224,19
P45	1200,00	30,00	16,84	16,97	33,81	0,20	1014,43	202,89	8427,08
P46	1230,00	29,94	16,72	16,48	33,20	0,20	994,15	198,83	8625,91

P46.1	1259,88	15,00	16,63	16,44	33,07	0,20	496,00	99,20	8725,11
P47	1260,00	12,95	16,63	16,44	33,07	0,20	428,16	85,63	8810,74
P47.1	1285,78	15,00	16,54	16,61	33,15	0,20	497,29	99,46	8910,20
P48	1290,00	17,11	16,53	16,60	33,13	0,20	566,78	113,36	9023,55
P49	1320,00	21,39	16,43	16,49	32,93	0,20	704,33	140,87	9164,42
P49.1	1332,78	15,00	16,37	16,43	32,80	0,20	492,05	98,41	9262,83
P50	1350,00	23,61	16,27	16,38	32,65	0,20	770,80	154,16	9416,99
P51	1380,00	30,00	16,13	16,30	32,43	0,20	972,90	194,58	9611,57
P52	1410,00	30,00	16,10	15,96	32,06	0,20	961,66	192,33	9803,90
P53	1440,00	30,00	16,01	15,83	31,84	0,20	955,22	191,04	9994,94
P54	1470,00	30,00	15,87	15,81	31,68	0,20	950,41	190,08	10185,03
P55	1500,00	30,00	15,79	15,84	31,62	0,20	948,65	189,73	10374,76
P56	1530,00	30,00	15,37	15,60	30,97	0,20	929,22	185,84	10560,60
P57	1560,00	30,00	12,58	15,37	27,95	0,20	838,44	167,69	10728,29
P58	1590,00	24,33	12,71	12,58	25,30	0,20	615,44	123,09	10851,38
P59	1608,66	15,00	12,76	12,62	25,38	0,20	380,74	76,15	10927,52
P60	1620,00	20,67	12,79	12,64	25,43	0,20	525,64	105,13	11032,65
P61	1650,00	30,00	12,90	12,67	25,56	0,20	766,85	153,37	11186,02
P62	1680,00	30,00	12,91	12,80	25,71	0,20	771,30	154,26	11340,28
P63	1710,00	30,00	13,08	12,95	26,03	0,20	780,86	156,17	11496,45
P64	1740,00	20,61	13,40	13,28	26,68	0,20	549,80	109,96	11606,41
P64.1	1751,22	15,00	13,53	13,44	26,97	0,20	404,49	80,90	11687,31
P65	1770,00	24,39	13,73	13,59	27,31	0,20	666,22	133,24	11820,56
P66	1800,00	30,00	13,96	13,81	27,77	0,20	833,10	166,62	11987,18
P67	1830,00	30,00	14,08	13,90	27,98	0,20	839,35	167,87	12155,05
P68	1860,00	26,94	14,11	13,95	28,06	0,20	755,89	151,18	12306,23
P68.1	1883,88	15,00	14,22	14,06	28,28	0,20	424,21	84,84	12391,07
P69	1890,00	10,17	14,26	14,09	28,35	0,20	288,25	57,65	12448,72
P69.1	1904,22	15,00	14,37	14,20	28,56	0,20	428,47	85,69	12534,41
P70	1920,00	22,89	14,53	14,34	28,88	0,20	661,10	132,22	12666,63
P71	1950,00	30,00	14,81	14,61	29,43	0,20	882,85	176,57	12843,20
P72	1980,00	20,62	15,03	14,73	29,76	0,20	613,76	122,75	12965,95
P72.1	1991,24	15,00	15,09	14,77	29,86	0,20	447,90	89,58	13055,53
P73	2010,00	12,65	15,18	14,89	30,07	0,20	380,48	76,10	13131,63
P73.1	2016,55	15,00	15,21	14,93	30,14	0,20	452,07	90,41	13222,04
P74	2040,00	26,73	15,31	15,04	30,35	0,20	811,18	162,24	13384,28
P75	2070,00	30,00	15,39	15,14	30,53	0,20	916,04	183,21	13567,49
P76	2100,00	30,00	15,40	15,11	30,51	0,20	915,27	183,05	13750,54
P77	2130,00	30,00	15,34	15,02	30,37	0,20	911,05	182,21	13932,75
P78	2160,00	23,74	15,26	16,11	31,37	0,20	744,69	148,94	14081,69
P79	2177,48	15,00	15,16	14,97	30,12	0,20	451,83	90,37	14172,06
P80	2190,00	21,26	15,39	15,24	30,64	0,20	651,31	130,26	14302,32
P81	2220,00	30,00	15,47	15,33	30,80	0,20	924,00	184,80	14487,12
P82	2250,00	30,00	15,59	15,38	30,97	0,20	929,12	185,82	14672,94
P83	2280,00	30,00	15,54	15,33	30,88	0,20	926,26	185,25	14858,19
P84	2310,00	30,00	15,47	15,23	30,70	0,20	920,92	184,18	15042,38
P85	2340,00	28,88	15,34	15,10	30,45	0,20	879,33	175,87	15218,24
P85.1	2367,76	15,00	15,19	14,97	30,16	0,20	452,45	90,49	15308,73
P86	2370,00	13,28	15,17	14,96	30,14	0,20	400,32	80,06	15388,80
P87	2394,33	15,00	14,97	14,80	29,77	0,20	446,50	89,30	15478,10
P88	2400,00	17,84	14,96	14,79	29,75	0,20	530,68	106,14	15584,23
P89	2430,00	30,00	14,74	14,64	29,38	0,20	881,48	176,30	15760,53
P90	2460,00	30,00	14,50	14,43	28,93	0,20	867,80	173,56	15934,09
P91	2490,00	30,00	14,26	14,20	28,47	0,20	854,00	170,80	16104,89
P92	2520,00	30,00	14,04	14,00	28,04	0,20	841,21	168,24	16273,13
P93	2550,00	30,00	13,82	13,82	27,64	0,20	829,23	165,85	16438,98
P94	2580,00	30,00	13,63	13,44	27,07	0,20	812,08	162,42	16601,40
P95	2610,00	30,00	13,38	13,03	26,41	0,20	792,28	158,46	16759,85
P96	2640,00	30,00	13,15	12,76	25,91	0,20	777,19	155,44	16915,29
P97	2670,00	26,98	12,82	15,32	28,14	0,20	759,19	151,84	17067,13

P97.1	2693,95	12,96	15,32	15,52	30,84	0,20	399,52	79,90	17147,03
P98	2695,91	3,02	15,32	15,59	30,91	0,20	93,46	18,69	17165,73
P99	2700,00	17,04	15,32	15,75	31,07	0,20	529,56	105,91	17271,64
P100	2730,00	22,14	15,66	16,03	31,69	0,20	701,61	140,32	17411,96
P100.1	2744,27	15,00	15,73	16,17	31,90	0,20	478,48	95,70	17507,66
P101	2760,00	22,86	15,60	16,27	31,88	0,20	728,78	145,76	17653,41
P102	2790,00	22,96	15,94	16,57	32,52	0,20	746,49	149,30	17802,71
P102.1	2805,92	15,00	16,11	16,74	32,85	0,20	492,71	98,54	17901,25
P103	2820,00	22,04	16,28	16,89	33,17	0,20	731,19	146,24	18047,49
P104	2850,00	15,53	16,76	17,27	34,04	0,20	528,52	105,70	18153,20
P104.1	2851,06	6,47	16,78	17,29	34,07	0,20	220,53	44,11	18197,30
P104.2	2862,95	14,47	16,97	17,44	34,41	0,20	497,99	99,60	18296,90
P105	2880,00	23,53	17,21	17,66	34,88	0,20	820,50	164,10	18461,00
P106	2910,00	30,00	17,61	18,10	35,71	0,20	1071,28	214,26	18675,26
P107	2940,00	18,47	18,01	18,52	36,53	0,20	674,77	134,95	18810,21
P107.1	2946,95	15,00	18,11	18,61	36,72	0,20	550,82	110,16	18920,37
P108	2970,00	20,21	18,52	18,86	37,38	0,20	755,31	151,06	19071,44
P108.1	2987,36	13,54	18,85	19,17	38,02	0,20	514,78	102,96	19174,39
P109	2997,08	6,32	19,06	19,29	38,36	0,20	242,43	48,49	19222,88
P110	3000,00	16,46	19,12	19,31	38,43	0,20	632,64	126,53	19349,41
P111	3030,00	30,00	19,12	19,60	38,73	0,20	1161,79	232,36	19581,76
P112	3060,00	30,00	19,47	19,75	39,23	0,20	1176,88	235,38	19817,14
P113	3090,00	25,89	19,33	20,12	39,45	0,20	1021,16	204,23	20021,37
P113.1	3111,77	15,00	19,39	20,03	39,42	0,20	591,26	118,25	20139,63
P114	3120,00	13,48	19,43	20,06	39,50	0,20	532,29	106,46	20246,08
P114.1	3138,72	15,00	19,53	20,05	39,58	0,20	593,72	118,74	20364,83
P115	3150,00	20,64	19,58	20,04	39,62	0,20	817,67	163,53	20528,36
P116	3180,00	25,08	19,71	20,02	39,73	0,20	996,40	199,28	20727,64
P117	3200,16	15,00	19,68	19,98	39,66	0,20	594,87	118,97	20846,62
P118	3210,00	19,92	19,66	19,96	39,62	0,20	789,35	157,87	21004,49
P119	3240,00	30,00	19,63	19,91	39,54	0,20	1186,08	237,22	21241,70
P120	3270,00	30,00	19,42	19,82	39,23	0,20	1176,93	235,39	21477,09
P121	3300,00	30,00	19,24	19,62	38,86	0,20	1165,85	233,17	21710,26
P122	3330,00	30,00	19,15	19,48	38,63	0,20	1159,05	231,81	21942,07
P123	3360,00	30,00	18,95	19,40	38,35	0,20	1150,39	230,08	22172,15
P124	3390,00	30,00	18,80	19,18	37,99	0,20	1139,58	227,92	22400,06
P125	3420,00	18,19	18,72	18,94	37,66	0,20	685,19	137,04	22537,10
P125.1	3426,39	15,00	18,70	18,89	37,59	0,20	563,83	112,77	22649,87
P126	3450,00	26,81	18,56	18,80	37,36	0,20	1001,51	200,30	22850,17
P127	3480,00	30,00	18,31	18,64	36,95	0,20	1108,52	221,70	23071,87
P128	3510,00	30,00	18,21	18,53	36,74	0,20	1102,34	220,47	23292,34
P129	3540,00	30,00	17,95	18,29	36,24	0,20	1087,20	217,44	23509,78
P130	3570,00	30,00	17,59	17,96	35,55	0,20	1066,58	213,32	23723,09
P131	3600,00	15,67	17,15	17,66	34,81	0,20	545,49	109,10	23832,19
P131.1	3601,34	15,00	17,05	17,56	34,61	0,20	519,14	103,83	23936,02
P132	3630,00	21,19	16,43	17,43	33,86	0,20	717,74	143,55	24079,57
P132.1	3643,73	15,00	16,84	17,49	34,33	0,20	515,00	103,00	24182,57
P133	3660,00	22,14	17,08	17,46	34,54	0,20	764,74	152,95	24335,52
P133.1	3688,02	15,00	16,52	17,14	33,66	0,20	504,86	100,97	24436,49
P134	3690,00	10,36	16,48	17,09	33,57	0,20	347,79	69,56	24506,05
P135	3708,74	9,37	16,13	16,65	32,78	0,20	307,12	61,42	24567,47

122837,36

▪ **Calcul de cubature de terrassement**

Tableau 40 : Calcul de cubature de terrassement

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	3,67	3,64	8,18	11,82	43,33	43,33	0,03	0,03	0,06	0,22	0,22
P1.1	7,33	7,40	8,05	11,99	20,04	148,34	191,67	0,03	0,03	0,06	0,45	0,68
P1.2	14,81	4,56	10,25	10,73	20,98	95,67	287,33	0,03	0,03	0,06	0,27	0,95
P1.3	16,45	4,53	8,70	9,56	18,27	82,78	370,11	0,03	0,03	0,06	0,27	1,22
P1.4	23,87	6,77	1,75	2,85	4,60	31,14	401,25	0,52	2,03	2,55	17,29	18,51
P2	30,00	18,07	0,00	0,13	0,13	2,30	403,55	4,50	3,69	8,19	147,94	166,45
P3	60,00	21,42	0,05	0,19	0,23	4,99	408,54	3,94	2,93	6,87	147,20	313,65
P3.1	72,85	15,00	0,09	0,21	0,30	4,50	413,04	3,30	2,61	5,91	88,59	402,24
P4	90,00	12,01	0,15	0,34	0,49	5,83	418,87	2,74	1,96	4,70	56,42	458,66
P4.1	96,87	15,00	0,21	0,54	0,75	11,22	430,09	2,08	1,51	3,59	53,81	512,48
P5	120,00	12,48	1,64	1,84	3,48	43,41	473,49	0,09	0,08	0,18	2,22	514,70
P5.1	121,82	15,00	1,89	2,09	3,97	59,61	533,11	0,06	0,05	0,11	1,65	516,35
P6	150,00	29,09	3,93	4,07	7,99	232,51	765,62	0,03	0,03	0,06	1,73	518,08
P7	180,00	28,08	5,54	4,75	10,30	289,14	1054,76	0,03	0,03	0,06	1,70	519,78
P7.1	206,17	15,00	7,71	7,75	15,46	231,83	1286,59	0,03	0,03	0,06	0,90	520,68
P8	210,00	16,92	8,13	8,20	16,33	276,22	1562,81	0,03	0,03	0,06	1,02	521,70
P9	240,00	16,12	4,71	13,16	17,88	288,22	1851,03	1,06	0,02	1,08	17,42	539,12
P9.1	242,24	8,18	0,31	11,64	11,95	97,78	1948,81	8,43	0,02	8,45	69,13	608,24
P10	256,37	13,88	0,00	0,00	0,00	0,00	1948,81	59,73	82,12	141,85	1968,52	2576,76
P11	270,00	7,74	12,28	0,00	12,28	95,06	2043,87	0,30	4,88	5,17	40,05	2616,81
P11.1	271,85	1,00	13,69	0,09	13,79	13,83	2057,70	0,03	1,45	1,48	1,48	2618,29
P11.2	272,01	14,08	13,77	0,14	13,92	195,93	2253,63	0,03	1,63	1,66	23,41	2641,70
P12	300,00	29,00	15,22	16,10	31,33	908,41	3162,04	0,03	0,03	0,06	1,74	2643,44
P13	330,00	15,47	17,32	18,15	35,46	548,75	3710,78	0,03	0,03	0,06	0,93	2644,36
P13.1	330,95	2,42	17,36	18,15	35,50	86,06	3796,85	0,03	0,03	0,06	0,15	2644,51
P13.2	334,85	14,53	17,42	18,15	35,57	516,64	4313,48	0,03	0,03	0,06	0,87	2645,38
P14	360,00	27,58	17,96	18,19	36,15	996,95	5310,43	0,03	0,03	0,06	1,65	2647,03
P15	390,00	15,02	18,98	18,82	37,80	567,92	5878,34	0,03	0,03	0,06	0,91	2647,94
P15.1	390,05	15,00	18,98	18,82	37,80	567,07	6445,42	0,03	0,03	0,06	0,90	2648,84
P16	420,00	29,98	20,42	20,16	40,58	1216,44	7661,86	0,03	0,03	0,06	1,81	2650,65
P17	450,00	20,07	21,53	21,40	42,93	861,79	8523,64	0,03	0,03	0,06	1,21	2651,86
P18	460,15	15,00	21,80	21,75	43,54	653,14	9176,78	0,03	0,03	0,06	0,90	2652,76
P19	480,00	24,93	22,09	22,43	44,52	1109,75	10286,53	0,03	0,03	0,06	1,50	2654,25
P20	510,00	30,00	25,08	24,88	49,96	1498,88	11785,40	0,03	0,03	0,06	1,79	2656,05
P21	540,00	30,00	27,45	27,69	55,14	1654,25	13439,65	0,03	0,03	0,06	1,79	2657,83
P22	570,00	30,00	28,64	28,25	56,89	1706,82	15146,47	0,03	0,03	0,06	1,82	2659,65
P23	600,00	19,66	27,46	28,49	55,95	1100,19	16246,66	0,03	0,03	0,06	1,18	2660,83
P23.1	609,33	15,00	27,84	28,63	56,48	847,13	17093,79	0,03	0,03	0,06	0,90	2661,74
P24	630,00	25,34	29,06	29,01	58,07	1471,32	18565,11	0,03	0,03	0,06	1,52	2663,26
P25	660,00	30,00	28,88	29,19	58,07	1742,13	20307,24	0,03	0,03	0,06	1,80	2665,06
P26	690,00	30,00	26,78	28,51	55,29	1658,74	21965,98	0,03	0,03	0,06	1,81	2666,86
P27	720,00	16,52	30,32	31,35	61,67	1018,83	22984,80	0,03	0,03	0,06	0,99	2667,85
P28	723,04	15,00	30,67	31,62	62,29	934,35	23919,15	0,03	0,03	0,06	0,90	2668,75
P29	750,00	28,48	31,31	32,14	63,45	1807,05	25726,20	0,03	0,03	0,06	1,70	2670,45
P30	780,00	21,66	31,18	30,35	61,53	1332,88	27059,08	0,03	0,03	0,06	1,29	2671,74
P30.1	793,33	15,00	28,54	28,23	56,77	851,56	27910,64	0,03	0,03	0,06	0,90	2672,64
P31	810,00	23,34	27,30	27,60	54,89	1281,09	29191,73	0,03	0,03	0,06	1,40	2674,05
P32	840,00	30,00	27,01	26,87	53,88	1616,53	30808,25	0,03	0,03	0,06	1,81	2675,85
P33	870,00	30,00	26,13	26,08	52,21	1566,27	32374,53	0,03	0,03	0,06	1,80	2677,65
P34	900,00	30,00	24,71	25,43	50,14	1504,24	33878,77	0,03	0,03	0,06	1,81	2679,46
P35	930,00	23,78	23,53	24,57	48,10	1143,73	35022,50	0,03	0,03	0,06	1,43	2680,89
P35.1	947,55	15,00	23,37	24,23	47,60	714,05	35736,55	0,03	0,03	0,06	0,90	2681,79
P36	960,00	21,22	23,15	24,06	47,21	1001,85	36738,40	0,03	0,03	0,06	1,27	2683,06
P37	990,00	30,00	21,52	22,79	44,31	1329,18	38067,58	0,03	0,03	0,06	1,79	2684,85
P38	1020,00	18,30	19,64	20,54	40,18	735,49	38803,06	0,03	0,03	0,06	1,10	2685,95

P38.1	1026,61	15,00	19,45	20,20	39,65	594,72	39397,79	0,03	0,03	0,06	0,90	2686,85
P39	1050,00	20,86	18,67	19,45	38,12	795,21	40193,00	0,03	0,03	0,06	1,25	2688,10
P39.1	1068,33	15,00	18,01	18,78	36,79	551,85	40744,85	0,03	0,03	0,06	0,90	2689,00
P40	1080,00	20,84	17,55	18,28	35,83	746,54	41491,38	0,03	0,03	0,06	1,25	2690,25
P41	1110,00	30,00	16,12	17,12	33,24	997,13	42488,52	0,03	0,03	0,06	1,80	2692,04
P42	1140,00	19,43	15,11	16,57	31,68	615,40	43103,92	0,03	0,03	0,06	1,17	2693,21
P43	1148,86	15,00	14,83	16,28	31,11	466,66	43570,57	0,03	0,03	0,06	0,90	2694,11
P44	1170,00	25,57	13,53	14,48	28,02	716,46	44287,03	0,03	0,03	0,06	1,54	2695,66
P45	1200,00	30,00	12,24	12,64	24,88	746,34	45033,37	0,03	0,03	0,06	1,81	2697,47
P46	1230,00	29,94	10,81	10,09	20,90	625,90	45659,28	0,03	0,03	0,06	1,76	2699,23
P46.1	1259,88	15,00	9,84	9,55	19,39	290,92	45950,20	0,03	0,03	0,06	0,88	2700,11
P47	1260,00	12,95	9,84	9,55	19,39	251,06	46201,26	0,03	0,03	0,06	0,76	2700,88
P47.1	1285,78	15,00	9,09	9,48	18,57	278,61	46479,87	0,03	0,03	0,06	0,90	2701,77
P48	1290,00	17,11	8,96	9,33	18,29	312,97	46792,84	0,03	0,03	0,06	1,02	2702,80
P49	1320,00	21,39	7,96	8,27	16,24	347,39	47140,24	0,03	0,03	0,06	1,28	2704,08
P49.1	1332,78	15,00	7,31	7,71	15,01	225,19	47365,43	0,03	0,03	0,06	0,90	2704,97
P50	1350,00	23,61	6,29	7,01	13,30	314,06	47679,49	0,03	0,03	0,06	1,41	2706,38
P51	1380,00	30,00	5,10	5,95	11,04	331,34	48010,83	0,03	0,03	0,06	1,79	2708,17
P52	1410,00	30,00	4,41	2,80	7,21	216,44	48227,26	0,03	0,03	0,06	1,79	2709,97
P53	1440,00	30,00	2,69	1,09	3,79	113,56	48340,83	0,21	0,44	0,65	19,47	2729,43
P54	1470,00	30,00	1,82	1,03	2,85	85,42	48426,25	0,34	0,50	0,84	25,14	2754,57
P55	1500,00	30,00	1,24	1,25	2,49	74,83	48501,08	0,54	0,51	1,05	31,55	2786,12
P56	1530,00	30,00	0,11	0,32	0,42	12,73	48513,81	2,87	1,94	4,80	144,05	2930,17
P57	1560,00	30,00	0,00	0,08	0,08	2,51	48516,31	4,37	3,96	8,33	250,00	3180,17
P58	1590,00	24,33	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	5,66	5,09	10,76	261,71	3441,87
P59	1608,66	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	6,07	5,42	11,49	172,29	3614,16
P60	1620,00	20,67	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	6,28	5,61	11,89	245,72	3859,88
P61	1650,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	6,86	5,71	12,57	377,09	4236,97
P62	1680,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	7,25	6,59	13,84	415,12	4652,09
P63	1710,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	8,80	8,20	17,00	510,05	5162,14
P64	1740,00	20,61	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	11,71	11,14	22,86	471,04	5633,17
P64.1	1751,22	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	12,88	12,46	25,34	380,08	6013,26
P65	1770,00	24,39	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	14,77	14,09	28,86	703,86	6717,12
P66	1800,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	16,91	16,19	33,10	993,04	7710,16
P67	1830,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	17,98	17,15	35,13	1053,91	8764,07
P68	1860,00	26,94	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	18,27	17,49	35,76	963,37	9727,44
P68.1	1883,88	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	19,47	18,76	38,23	573,40	10300,84
P69	1890,00	10,17	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	19,86	19,06	38,91	395,64	10696,48
P69.1	1904,22	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	20,76	19,92	40,69	610,32	11306,80
P70	1920,00	22,89	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	22,31	21,35	43,66	999,49	12306,29
P71	1950,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	25,14	24,14	49,27	1478,22	13784,51
P72	1980,00	20,62	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	27,06	25,53	52,60	1084,58	14869,10
P72.1	1991,24	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	27,61	25,97	53,58	803,72	15672,81
P73	2010,00	12,65	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	28,68	27,16	55,84	706,52	16379,33
P73.1	2016,55	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	28,99	27,53	56,52	847,87	17227,20
P74	2040,00	26,73	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	30,01	28,59	58,60	1566,17	18793,37
P75	2070,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	30,95	29,62	60,58	1817,34	20610,72
P76	2100,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	30,80	29,27	60,07	1802,13	22412,85
P77	2130,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	30,21	28,51	58,72	1761,56	24174,41
P78	2160,00	23,74	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	29,43	32,04	61,47	1459,41	25633,83
P79	2177,48	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	28,65	27,68	56,33	844,91	26478,73
P80	2190,00	21,26	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	31,52	30,79	62,31	1324,62	27803,36
P81	2220,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	32,45	31,59	64,04	1921,27	29724,63
P82	2250,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	33,10	31,96	65,05	1951,60	31676,23
P83	2280,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	32,59	31,46	64,05	1921,57	33597,79
P84	2310,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	31,74	30,44	62,19	1865,61	35463,40
P85	2340,00	28,88	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	30,44	29,16	59,59	1721,05	37184,45
P85.1	2367,76	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	28,90	27,79	56,69	850,37	38034,82
P86	2370,00	13,28	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	28,75	27,64	56,39	749,01	38783,84

P87	2394,33	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	26,76	25,86	52,63	789,38	39573,22
P88	2400,00	17,84	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	26,72	25,84	52,57	937,62	40510,83
P89	2430,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	24,76	24,31	49,07	1472,03	41982,87
P90	2460,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	22,30	21,96	44,27	1327,99	43310,86
P91	2490,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	20,36	20,17	40,53	1215,99	44526,85
P92	2520,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	18,20	18,19	36,39	1091,70	45618,55
P93	2550,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	16,10	16,21	32,31	969,29	46587,83
P94	2580,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	13,36	13,08	26,44	793,31	47381,15
P95	2610,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	9,90	8,95	18,85	565,53	47946,68
P96	2640,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48516,31	7,62	6,41	14,03	420,80	48367,48
P97	2670,00	26,98	0,00	0,03	0,03	0,92	48517,23	5,01	4,26	9,27	250,12	48617,60
P97.1	2693,95	12,96	0,04	0,20	0,24	3,16	48520,39	2,55	2,74	5,28	68,46	48686,06
P98	2695,91	3,02	0,04	0,29	0,33	0,99	48521,39	2,41	2,10	4,51	13,63	48699,69
P99	2700,00	17,04	0,06	0,84	0,89	15,23	48536,61	2,09	1,06	3,15	53,62	48753,31
P100	2730,00	22,14	1,86	3,72	5,57	123,37	48659,98	0,03	0,03	0,06	1,31	48754,62
P100.1	2744,27	15,00	1,90	4,61	6,50	97,50	48757,49	0,03	0,03	0,06	0,90	48755,52
P101	2760,00	22,86	1,06	5,01	6,07	138,88	48896,37	0,03	0,03	0,06	1,37	48756,88
P102	2790,00	22,96	4,42	7,80	12,22	280,52	49176,89	0,03	0,03	0,06	1,37	48758,25
P102.1	2805,92	15,00	5,87	9,24	15,11	226,70	49403,58	0,03	0,03	0,06	0,89	48759,14
P103	2820,00	22,04	7,67	10,94	18,61	410,17	49813,75	0,03	0,03	0,06	1,32	48760,46
P104	2850,00	15,53	12,76	15,69	28,45	441,82	50255,57	0,03	0,03	0,06	0,93	48761,39
P104.1	2851,06	6,47	12,94	15,85	28,79	186,38	50441,95	0,03	0,03	0,06	0,39	48761,78
P104.2	2862,95	14,47	14,98	17,53	32,52	470,59	50912,54	0,03	0,03	0,06	0,87	48762,65
P105	2880,00	23,53	17,65	20,13	37,78	888,77	51801,32	0,03	0,03	0,06	1,41	48764,06
P106	2910,00	30,00	22,11	24,89	46,99	1409,83	53211,14	0,03	0,03	0,06	1,80	48765,86
P107	2940,00	18,47	26,68	29,75	56,43	1042,45	54253,59	0,03	0,03	0,06	1,11	48766,97
P107.1	2946,95	15,00	27,73	30,77	58,49	877,40	55130,99	0,03	0,03	0,06	0,91	48767,88
P108	2970,00	20,21	31,44	34,06	65,50	1323,48	56454,47	0,03	0,03	0,06	1,22	48769,10
P108.1	2987,36	13,54	35,51	38,03	73,53	995,62	57450,09	0,03	0,03	0,06	0,82	48769,92
P109	2997,08	6,32	38,41	40,33	78,74	497,68	57947,77	0,03	0,03	0,06	0,38	48770,30
P110	3000,00	16,46	39,29	40,88	80,17	1319,60	59267,37	0,03	0,03	0,06	0,99	48771,29
P111	3030,00	30,00	40,63	45,20	85,84	2575,10	61842,46	0,03	0,03	0,06	1,78	48773,08
P112	3060,00	30,00	45,43	46,31	91,73	2751,99	64594,46	0,03	0,03	0,06	1,76	48774,84
P113	3090,00	25,89	43,51	50,21	93,73	2426,14	67020,60	0,03	0,03	0,06	1,55	48776,39
P113.1	3111,77	15,00	43,72	48,06	91,77	1376,62	68397,22	0,03	0,03	0,06	0,90	48777,29
P114	3120,00	13,48	44,29	48,57	92,85	1251,33	69648,55	0,03	0,03	0,06	0,81	48778,10
P114.1	3138,72	15,00	45,48	49,35	94,82	1422,37	71070,91	0,03	0,03	0,06	0,90	48779,00
P115	3150,00	20,64	46,12	49,53	95,65	1974,06	73044,98	0,03	0,03	0,06	1,24	48780,24
P116	3180,00	25,08	47,47	49,39	96,86	2429,17	75474,15	0,03	0,03	0,06	1,50	48781,74
P117	3200,16	15,00	46,74	48,96	95,70	1435,55	76909,70	0,03	0,03	0,06	0,90	48782,64
P118	3210,00	19,92	46,33	48,71	95,04	1893,27	78802,97	0,03	0,03	0,06	1,20	48783,84
P119	3240,00	30,00	46,23	48,03	94,26	2827,82	81630,80	0,03	0,03	0,06	1,80	48785,64
P120	3270,00	30,00	43,98	46,63	90,61	2718,27	84349,06	0,03	0,03	0,06	1,80	48787,43
P121	3300,00	30,00	41,53	44,04	85,56	2566,85	86915,92	0,03	0,03	0,06	1,80	48789,24
P122	3330,00	30,00	40,49	42,42	82,91	2487,15	89403,07	0,03	0,03	0,06	1,80	48791,04
P123	3360,00	30,00	38,28	41,15	79,42	2382,74	91785,81	0,03	0,03	0,06	1,80	48792,83
P124	3390,00	30,00	35,82	38,29	74,11	2223,44	94009,26	0,03	0,03	0,06	1,80	48794,64
P125	3420,00	18,19	34,56	35,76	70,32	1279,36	95288,62	0,03	0,03	0,06	1,10	48795,73
P125.1	3426,39	15,00	34,31	35,47	69,78	1046,69	96335,31	0,03	0,03	0,06	0,90	48796,63
P126	3450,00	26,81	32,97	34,27	67,24	1802,52	98137,83	0,03	0,03	0,06	1,60	48798,24
P127	3480,00	30,00	30,37	32,49	62,87	1885,96	100023,79	0,03	0,03	0,06	1,79	48800,03
P128	3510,00	30,00	29,40	31,02	60,42	1812,73	101836,52	0,03	0,03	0,06	1,79	48801,82
P129	3540,00	30,00	25,84	27,99	53,84	1615,07	103451,59	0,03	0,03	0,06	1,79	48803,62
P130	3570,00	30,00	21,67	23,77	45,44	1363,08	104814,67	0,03	0,03	0,06	1,80	48805,42
P131	3600,00	15,67	16,64	19,67	36,32	569,12	105383,79	0,03	0,03	0,06	0,94	48806,36
P131.1	3601,34	15,00	15,51	18,51	34,02	510,26	105894,05	0,03	0,03	0,06	0,91	48807,27
P132	3630,00	21,19	8,85	14,14	22,99	487,35	106381,40	0,03	0,03	0,06	1,30	48808,56
P132.1	3643,73	15,00	13,21	16,90	30,10	451,57	106832,97	0,03	0,03	0,06	0,92	48809,48
P133	3660,00	22,14	15,54	17,84	33,39	739,31	107572,28	0,03	0,03	0,06	1,33	48810,81

P133.1	3688,02	15,00	10,59	14,25	24,85	372,72	107945,00	0,03	0,03	0,06	0,89	48811,70
P134	3690,00	10,36	10,12	13,75	23,86	247,23	108192,22	0,03	0,03	0,06	0,62	48812,32
P135	3708,74	9,37	5,80	9,01	14,81	138,77	108330,99	0,03	0,03	0,06	0,56	48812,88

- ✓ Longueur Totale du Tracé : 3708,74 **m**
- ✓ Surface totale de décapage : 122837,36 **m<sup>2</sup>**
- ✓ Volume total de décapage : 24567,47 **m<sup>3</sup>**
- ✓ Déblai Total : 108330,99 **m<sup>3</sup>**
- ✓ Remblai Total : 48812,88 **m<sup>3</sup>**

# Chapitre 7 :

## IMPLANTATION

VII-1- INTRODUCTION

VII-2- IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS  
DES ALIGNEMENTS

VII-3- IMPLANTATION DE COURBES

➤ Listing implantation planimétrique et altimétrique  
des profile

# IMPLANTATION

## VIII-1- INTRODUCTION :

On sait que le trace d'une route comme toute les autres voies de communication se composent d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires ou progressives en tenant compte des points de passage obligés de relief du terrain des obstacles rencontrés pour implanter un alignement droit, deux points principaux suffisent entre lequel il est facile de mettre en place des points intermédiaires, par contre pour implanter une courbe on a besoin d'un certain nombre de point et il existe plusieurs méthode d'implantation :

- ✓ Implantation par abscisses et ordonnées sur la tangente.
- ✓ Implantation par abscisses et ordonnées sur la corde.
- ✓ Implantation par rayonnement classique.
- ✓ Implantation par coordonnées polaires.
- ✓ Implantation par coordonnées cartésiens.

À partir des coordonnées rectangulaires déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain les repères nécessaires à la réalisation de la route.

L'implantation du projet s'appuie sur le canevas de base qui a servi au levé du terrain.

Il est utile de matérialiser donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction.

L'implantation est donc une application directe des connaissances de topographie. Elle consiste à placer sur le terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet. Les implantations sont calculées au préalable à partir des éléments graphiques (mesures sur le plan).

### ➤ **Plan de piquetage des axes des voies :**

C'est le plan où figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

## **VII-2- IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DES ALIGNEMENTS :**

### **A. Par Rayonnement :**

On pose un point connu avec un théodolite et après avoir fait une orientation sur un point pris comme référence (affichage du gisement), on affiche le gisement du point à implanter et on reporte ensuite sur cette direction la distance correspondante jusqu'à matérialiser le point.

### **B. Par intersection :**

On stationne simultanément en deux points connus et de chacun et après orientation on affiche les angles et on matérialise l'intersection.

### **C. Par coordonnées polaires :**

Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

## **VII-3- IMPLANTATION DE COURBES :**

### **1. Raccordement circulaire :**

Pour implanter un raccordement circulaire, il faut implanter au préalable les alignements droits adjacents et leur intersection.

La valeur du rayon  $R$  est une donnée, l'angle au centre  $\beta$  est calculé. Après l'implantation des alignements, on implante les points de tangences  $T$ ,  $T'$  et le sommet  $M$  de la courbe à partir du sommet  $S$ .

Plusieurs méthodes d'implantation peuvent être utilisées pour l'implantation de la partie circulaire.

#### **❖ Méthode d'implantation :**

#### **❖ Implantation par abscisse et ordonnées sur la tangente :**

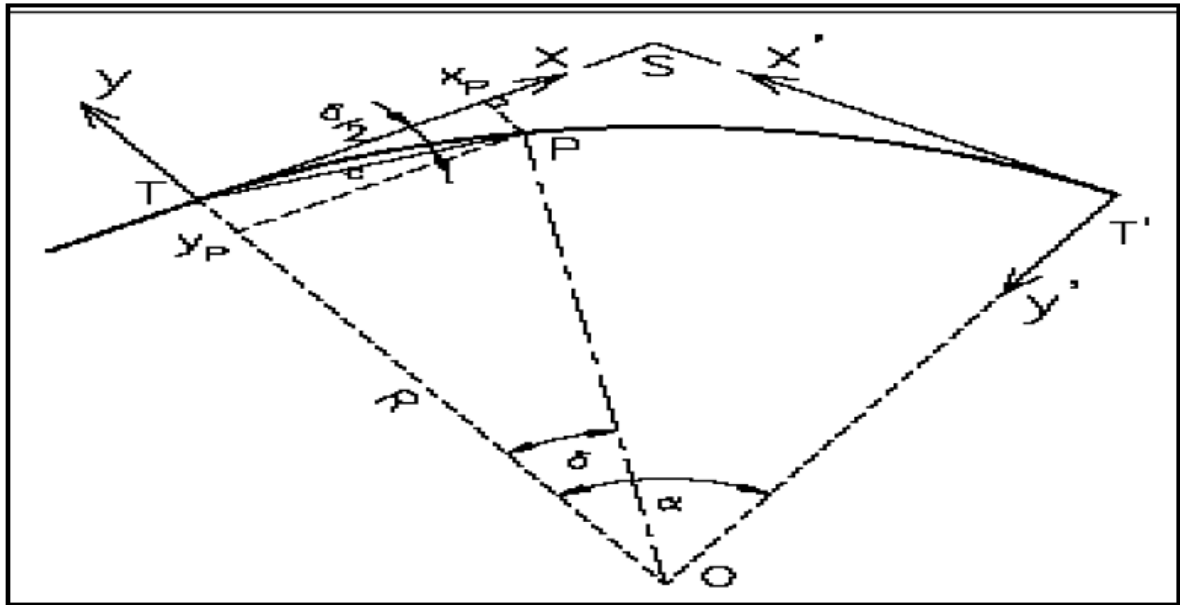


Figure 12: Implantation sur la tangente

$$X_i = R \cdot \sin(i \cdot \delta)$$

$$Y_i = R \cdot (1 - \cos(i \cdot \delta))$$

➤ **Par abscisses et ordonnées sur la corde :**

Origine : point de tangence

Origine : milieu de la corde

➤ **Méthode : coordonnées polaires :**

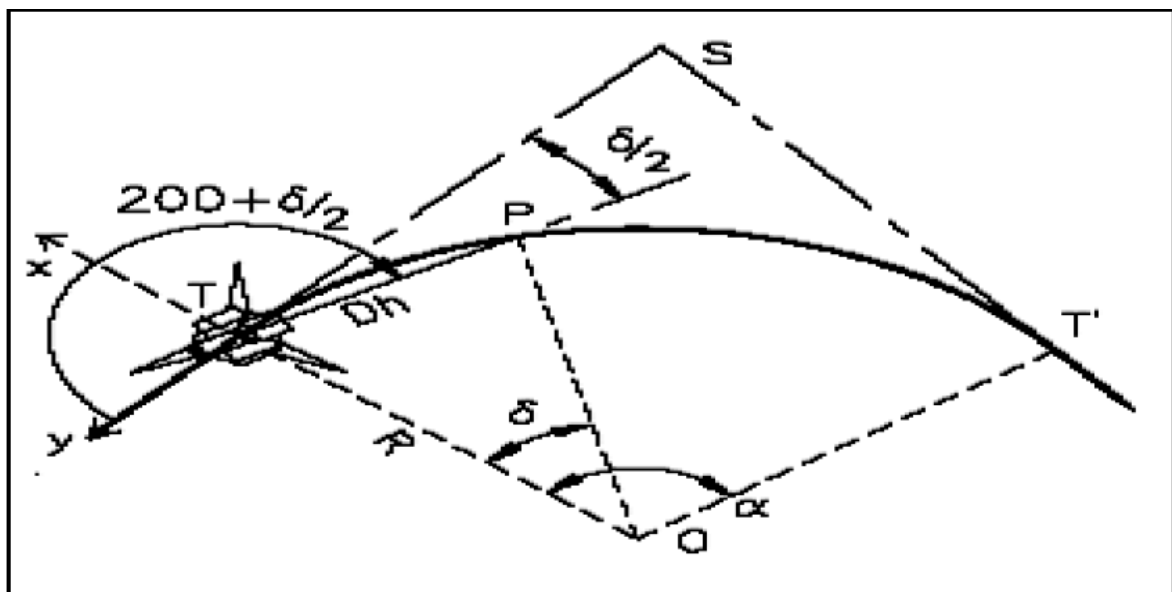


Figure 13: Coordonnées polaires

## 2. Raccordement progressif :

Le piquetage peut être réalisé soit par coordonnées rectangulaires à partir des tangentes, soit par la méthode des cordes et angles. Ce sont surtout les appareils de mesure dont on dispose qui fixeront le choix du procédé. Tandis que le piquetage par les coordonnées rectangulaires peut se faire à l'aide d'un jalon, d'un ruban métrique et d'une équerre optique, un théodolite est nécessaire pour appliquer la méthode des cordes et angles.

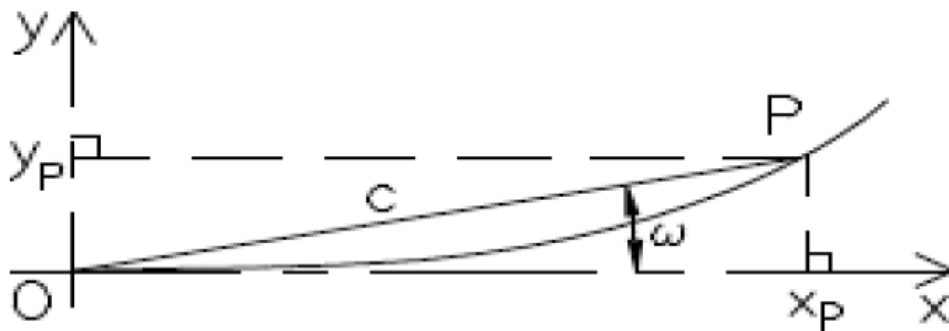


Figure 14: Méthode d'implantation

### • Piquetage par coordonnées rectangulaires :

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \qquad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

### • Piquetage par coordonnées Polaires :

$$c = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8} \quad W_{\text{radians}} = \frac{i\Delta L^2}{6A^2} - \frac{i\Delta L^6}{2835A^6}$$

### ➤ Listing d'implantation planimétrique et altimétrique des profils :

**Tableau VIII-1 : Listing d'implantation des points d'axe**

Profil n°	Abscisse	Elément			Longueur d'application			Altitude		Point d'axe	
		Origine	Axe	Projet	Avant	Après	Total	TN	Projet	X	Y
P1	0,00	Extremi té	AD		0,00	3,67	3,67	368,90	368,90	751933,10	3938471, 76

P1.1	7,33	Int. TN-Pro	AD	AD	3,67	3,74	7,40	369,07	368,86	751939,71	3938474,94
P1.2	14,81	Int. TN-Pro	AD	AD	3,74	0,82	4,56	368,93	368,83	751946,44	3938478,19
P1.3	16,45	Int. TN-Pro	AD	AD	0,82	3,71	4,53	368,82	368,82	751947,92	3938478,90
P1.4	23,87	Somme t	AD	AD	3,71	3,07	6,77	368,19	368,78	751954,61	3938482,12
P2	30,00	Interv	AD	AD	3,07	15,00	18,07	367,99	368,75	751960,13	3938484,78
P3	60,00	Interv	AD	AD	15,00	6,42	21,42	367,91	368,61	751987,16	3938497,80
P3.1	72,85	Mil. Racc	AD	AD	6,42	8,58	15,00	367,88	368,54	751998,73	3938503,37
P4	90,00	Interv	AD	AD	8,58	3,43	12,01	367,84	368,46	752014,19	3938510,81
P4.1	96,87	RP bas	AD	AD	3,43	11,57	15,00	367,84	368,42	752020,38	3938513,79
P5	120,00	Interv	AD	AD	11,57	0,91	12,48	367,98	368,31	752041,22	3938523,83
P5.1	121,82	Somme t	AD	AD	0,91	14,09	15,00	367,99	368,30	752042,86	3938524,62
P6	150,00	Interv	AD	AD	14,09	15,00	29,09	367,92	368,16	752068,24	3938536,85
P7	180,00	Interv	AD	AD	15,00	13,08	28,08	367,84	368,02	752095,27	3938549,86
P7.1	206,17	Int. TN-Pro	AD	AD	13,08	1,92	15,00	367,89	367,89	752118,85	3938561,22
P8	210,00	Interv	AD	AD	1,92	15,00	16,92	367,90	367,87	752122,30	3938562,88
P9	240,00	Interv	AD	AD	15,00	1,12	16,12	368,25	367,72	752149,33	3938575,90
P9.1	242,24	Int. TN-Pro	AD	AD	1,12	7,06	8,18	367,71	367,71	752151,35	3938576,87
P10	256,37	Axe	Arc	AD	7,06	6,82	13,88	362,16	367,64	752164,08	3938583,00
P11	270,00	Interv	Arc	AD	6,82	0,92	7,74	366,93	367,57	752176,32	3938589,00
P11.1	271,85	Somme t	Arc	AD	0,92	0,08	1,00	367,51	367,56	752177,97	3938589,82
P11.2	272,01	Int. TN-Pro	Arc	AD	0,08	14,00	14,08	367,56	367,56	752178,11	3938589,89
P12	300,00	Interv	Arc	AD	14,00	15,00	29,00	367,92	367,43	752202,96	3938602,78
P13	330,00	Interv	Arc	AD	15,00	0,47	15,47	367,90	367,28	752229,18	3938617,36
P13.1	330,95	Mil. Racc	Arc	AD	0,47	1,95	2,42	367,89	367,27	752230,00	3938617,83
P13.2	334,85	RP haut	Arc	AD	1,95	12,58	14,53	367,87	367,26	752233,38	3938619,79
P14	360,00	Interv	Arc	AD	12,58	15,00	27,58	367,75	367,13	752254,95	3938632,72
P15	390,00	Interv	Arc	AD	15,00	0,02	15,02	367,66	366,98	752280,25	3938648,84
P15.1	390,05	Somme t	Arc	AD	0,02	14,98	15,00	367,66	366,98	752280,29	3938648,87
P16	420,00	Interv	Arc	AD	14,98	15,00	29,98	367,60	366,84	752305,05	3938665,72
P17	450,00	Interv	Arc	AD	15,00	5,07	20,07	367,52	366,69	752329,34	3938683,33
P18	460,15	Axe	AD	AD	5,07	9,93	15,00	367,48	366,64	752337,43	3938689,45
P19	480,00	Interv	AD	AD	9,93	15,00	24,93	367,42	366,54	752353,20	3938701,50
P20	510,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	367,44	366,39	752377,04	3938719,72
P21	540,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	367,43	366,25	752400,87	3938737,94
P22	570,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	367,30	366,10	752424,71	3938756,16
P23	600,00	Interv	AD	AD	15,00	4,66	19,66	367,18	365,95	752448,55	3938774,37
P23.1	609,33	Somme t	AD	AD	4,66	10,34	15,00	367,14	365,91	752455,96	3938780,04

P24	630,00	Interv	AD	RP	10,34	15,00	25,34	367,07	365,81	752472,38	3938792,59
P25	660,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	366,94	365,67	752496,22	3938810,81
P26	690,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	366,72	365,55	752520,05	3938829,03
P27	720,00	Interv	AD	RP	15,00	1,52	16,52	366,80	365,44	752543,89	3938847,24
P28	723,04	Axe	Arc	RP	1,52	13,48	15,00	366,81	365,43	752546,30	3938849,09
P29	750,00	Interv	Arc	RP	13,48	15,00	28,48	366,76	365,34	752568,06	3938865,01
P30	780,00	Interv	Arc	RP	15,00	6,66	21,66	366,64	365,25	752593,01	3938881,65
P30.1	793,33	Somme t	Arc	RP	6,66	8,34	15,00	366,41	365,21	752604,34	3938888,67
P31	810,00	Interv	Arc	RP	8,34	15,00	23,34	366,34	365,17	752618,71	3938897,12
P32	840,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	366,24	365,11	752645,10	3938911,39
P33	870,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	366,13	365,05	752672,12	3938924,43
P34	900,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	366,05	365,01	752699,71	3938936,20
P35	930,00	Interv	Arc	RP	15,00	8,78	23,78	365,95	364,97	752727,81	3938946,69
P35.1	947,55	Mil. Racc	Arc	RP	8,78	6,22	15,00	365,93	364,96	752744,47	3938952,23
P36	960,00	Interv	Arc	RP	6,22	15,00	21,22	365,92	364,95	752756,37	3938955,88
P37	990,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	365,83	364,94	752785,32	3938963,73
P38	1020,00	Interv	Arc	RP	15,00	3,30	18,30	365,70	364,94	752814,60	3938970,24
P38.1	1026,61	Mil. Racc	Arc	RP	3,30	11,70	15,00	365,69	364,95	752821,09	3938971,49
P39	1050,00	Interv	Arc	RP	11,70	9,16	20,86	365,65	364,96	752844,15	3938975,40
P39.1	1068,33	RP bas	Arc	RP	9,16	5,84	15,00	365,63	364,97	752862,31	3938977,87
P40	1080,00	Interv	Arc	RP	5,84	15,00	20,84	365,61	364,98	752873,91	3938979,18
P41	1110,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	365,56	365,01	752903,81	3938981,59
P42	1140,00	Interv	Arc	RP	15,00	4,43	19,43	365,55	365,06	752933,79	3938982,61
P43	1148,86	Axe	AD	RP	4,43	10,57	15,00	365,54	365,08	752942,65	3938982,65
P44	1170,00	Interv	AD	RP	10,57	15,00	25,57	365,50	365,12	752963,79	3938982,60
P45	1200,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	365,48	365,19	752993,79	3938982,52
P46	1230,00	Interv	AD	RP	15,00	14,94	29,94	365,47	365,27	753023,79	3938982,45
P46.1	1259,88	Somme t	AD	RP	14,94	0,06	15,00	365,51	365,36	753053,67	3938982,37
P47	1260,00	Interv	AD	RP	0,06	12,89	12,95	365,51	365,36	753053,79	3938982,37
P47.1	1285,78	Somme t	AD	AD	12,89	2,11	15,00	365,55	365,44	753079,57	3938982,31
P48	1290,00	Interv	AD	AD	2,11	15,00	17,11	365,56	365,46	753083,79	3938982,30
P49	1320,00	Interv	AD	AD	15,00	6,39	21,39	365,60	365,57	753113,79	3938982,22
P49.1	1332,78	Int. TN-Pro	AD	AD	6,39	8,61	15,00	365,61	365,61	753126,57	3938982,19
P50	1350,00	Interv	AD	AD	8,61	15,00	23,61	365,61	365,67	753143,79	3938982,15
P51	1380,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	365,66	365,78	753173,79	3938982,07
P52	1410,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	365,65	365,88	753203,79	3938981,99
P53	1440,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	365,60	365,99	753233,79	3938981,92

P54	1470,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	365,68	366,10	753263,79	3938981,84
P55	1500,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	365,77	366,20	753293,79	3938981,77
P56	1530,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	365,69	366,31	753323,79	3938981,69
P57	1560,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	365,66	366,42	753353,79	3938981,62
P58	1590,00	Interv	AD	AD	15,00	9,33	24,33	365,66	366,52	753383,79	3938981,54
P59	1608,66	Axe	Arc	AD	9,33	5,67	15,00	365,70	366,59	753402,45	3938981,50
P60	1620,00	Interv	Arc	AD	5,67	15,00	20,67	365,72	366,63	753413,79	3938981,40
P61	1650,00	Interv	Arc	AD	15,00	15,00	30,00	365,81	366,73	753443,77	3938980,54
P62	1680,00	Interv	Arc	AD	15,00	15,00	30,00	365,87	366,84	753473,72	3938978,77
P63	1710,00	Interv	Arc	AD	15,00	15,00	30,00	365,85	366,95	753503,60	3938976,11
P64	1740,00	Interv	Arc	AD	15,00	5,61	20,61	365,74	367,05	753533,39	3938972,55
P64.1	1751,22	Somme t	Arc	AD	5,61	9,39	15,00	365,69	367,09	753544,50	3938970,99
P65	1770,00	Interv	Arc	AD	9,39	15,00	24,39	365,62	367,16	753563,06	3938968,10
P66	1800,00	Interv	Arc	AD	15,00	15,00	30,00	365,58	367,27	753592,58	3938962,77
P67	1830,00	Interv	Arc	AD	15,00	15,00	30,00	365,61	367,37	753621,92	3938956,55
P68	1860,00	Interv	Arc	AD	15,00	11,94	26,94	365,70	367,48	753651,07	3938949,45
P68.1	1883,88	Mil. Racc	Arc	AD	11,94	3,06	15,00	365,69	367,56	753674,11	3938943,18
P69	1890,00	Interv	Arc	AD	3,06	7,11	10,17	365,69	367,58	753679,99	3938941,48
P69.1	1904,22	RP haut	Arc	AD	7,11	7,89	15,00	365,69	367,64	753693,61	3938937,40
P70	1920,00	Interv	Arc	AD	7,89	15,00	22,89	365,64	367,69	753708,66	3938932,65
P71	1950,00	Interv	Arc	AD	15,00	15,00	30,00	365,56	367,80	753737,05	3938922,96
P72	1980,00	Interv	Arc	AD	15,00	5,62	20,62	365,56	367,90	753765,14	3938912,42
P72.1	1991,24	Somme t	Arc	RP	5,62	9,38	15,00	365,56	367,94	753775,58	3938908,26
P73	2010,00	Interv	Arc	RP	9,38	3,27	12,65	365,55	368,01	753792,90	3938901,05
P73.1	2016,55	Somme t	Arc	RP	3,27	11,73	15,00	365,55	368,03	753798,91	3938898,46
P74	2040,00	Interv	Arc	RP	11,73	15,00	26,73	365,56	368,10	753820,30	3938888,85
P75	2070,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	365,57	368,18	753847,33	3938875,83
P76	2100,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	365,67	368,26	753873,96	3938862,01
P77	2130,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	365,77	368,31	753900,15	3938847,40
P78	2160,00	Interv	Arc	RP	15,00	8,74	23,74	365,86	368,36	753925,90	3938832,00
P79	2177,48	Axe	AD	RP	8,74	6,26	15,00	365,91	368,39	753940,69	3938822,68
P80	2190,00	Interv	AD	RP	6,26	15,00	21,26	365,72	368,40	753951,22	3938815,91
P81	2220,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	365,69	368,43	753976,46	3938799,69
P82	2250,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	365,69	368,44	754001,69	3938783,46
P83	2280,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	365,73	368,45	754026,93	3938767,24
P84	2310,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	365,78	368,44	754052,16	3938751,02
P85	2340,00	Interv	AD	RP	15,00	13,88	28,88	365,84	368,42	754077,40	3938734,79

P85.1	2367,76	Mil. Racc	AD	RP	13,88	1,12	15,00	365,91	368,39	754100,75	3938719,78
P86	2370,00	Interv	AD	RP	1,12	12,16	13,28	365,92	368,39	754102,63	3938718,57
P87	2394,33	Axe	Arc	RP	12,16	2,84	15,00	366,01	368,36	754123,10	3938705,42
P88	2400,00	Interv	Arc	RP	2,84	15,00	17,84	366,00	368,35	754127,86	3938702,34
P89	2430,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	366,06	368,30	754152,87	3938685,77
P90	2460,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	366,16	368,23	754177,54	3938668,71
P91	2490,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	366,19	368,16	754201,87	3938651,15
P92	2520,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	366,25	368,07	754225,84	3938633,11
P93	2550,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	366,31	367,97	754249,45	3938614,60
P94	2580,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	366,41	367,86	754272,68	3938595,61
P95	2610,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	366,59	367,74	754295,52	3938576,17
P96	2640,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	366,66	367,61	754317,97	3938556,28
P97	2670,00	Interv	Arc	RP	15,00	11,98	26,98	366,73	367,47	754340,02	3938535,93
P97.1	2693,95	Int. TN-Pro	Arc	RP	11,98	0,98	12,96	366,71	367,35	754357,33	3938519,38
P98	2695,91	Axe	AD	RP	0,98	2,04	3,02	366,73	367,34	754358,74	3938518,01
P99	2700,00	Interv	AD	RP	2,04	15,00	17,04	366,79	367,32	754361,67	3938515,16
P100	2730,00	Interv	AD	RP	15,00	7,14	22,14	366,93	367,15	754383,15	3938494,22
P100.1	2744,27	Somme t	AD	RP	7,14	7,86	15,00	366,85	367,07	754393,38	3938484,26
P101	2760,00	Interv	AD	AD	7,86	15,00	22,86	366,71	366,98	754404,64	3938473,29
P102	2790,00	Interv	AD	AD	15,00	7,96	22,96	366,71	366,80	754426,13	3938452,35
P102.1	2805,92	Int. TN-Pro	AD	AD	7,96	7,04	15,00	366,71	366,71	754437,53	3938441,25
P103	2820,00	Interv	AD	AD	7,04	15,00	22,04	366,73	366,62	754447,61	3938431,42
P104	2850,00	Interv	AD	AD	15,00	0,53	15,53	366,87	366,45	754469,10	3938410,48
P104.1	2851,06	Somme t	AD	AD	0,53	5,95	6,47	366,87	366,44	754469,86	3938409,75
P104.2	2862,95	Somme t	AD	RP	5,95	8,53	14,47	366,91	366,37	754478,38	3938401,45
P105	2880,00	Interv	AD	RP	8,53	15,00	23,53	366,97	366,28	754490,59	3938389,55
P106	2910,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	367,08	366,14	754512,08	3938368,61
P107	2940,00	Interv	AD	RP	15,00	3,47	18,47	367,22	366,02	754533,56	3938347,68
P107.1	2946,95	RP bas	AD	RP	3,47	11,53	15,00	367,26	365,99	754538,54	3938342,83
P108	2970,00	Interv	AD	RP	11,53	8,68	20,21	367,37	365,92	754555,05	3938326,74
P108.1	2987,36	Mil. Racc	AD	RP	8,68	4,86	13,54	367,53	365,87	754567,48	3938314,63
P109	2997,08	Axe	Arc	RP	4,86	1,46	6,32	367,67	365,85	754574,45	3938307,84
P110	3000,00	Interv	Arc	RP	1,46	15,00	16,46	367,71	365,84	754576,54	3938305,81
P111	3030,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	367,83	365,79	754598,23	3938285,09
P112	3060,00	Interv	Arc	RP	15,00	15,00	30,00	367,89	365,76	754620,27	3938264,73
P113	3090,00	Interv	Arc	RP	15,00	10,89	25,89	367,96	365,75	754642,64	3938244,74
P113.1	3111,77	Somme t	Arc	RP	10,89	4,11	15,00	367,90	365,76	754659,09	3938230,48

P114	3120,00	Interv	Arc	RP	4,11	9,36	13,48	367,94	365,77	754665,35	3938225,13
P114.1	3138,72	Mil. Racc	Arc	RP	9,36	5,64	15,00	368,01	365,79	754679,68	3938213,09
P115	3150,00	Interv	Arc	RP	5,64	15,00	20,64	368,05	365,80	754688,37	3938205,91
P116	3180,00	Interv	Arc	RP	15,00	10,08	25,08	368,14	365,86	754711,72	3938187,06
P117	3200,16	Axe	AD	RP	10,08	4,92	15,00	368,16	365,92	754727,58	3938174,62
P118	3210,00	Interv	AD	RP	4,92	15,00	19,92	368,16	365,94	754735,36	3938168,59
P119	3240,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	368,26	366,05	754759,06	3938150,21
P120	3270,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	368,31	366,18	754782,77	3938131,82
P121	3300,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	368,33	366,33	754806,48	3938113,44
P122	3330,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	368,43	366,50	754830,19	3938095,06
P123	3360,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	368,53	366,69	754853,89	3938076,67
P124	3390,00	Interv	AD	RP	15,00	15,00	30,00	368,60	366,91	754877,60	3938058,29
P125	3420,00	Interv	AD	RP	15,00	3,19	18,19	368,74	367,15	754901,31	3938039,91
P125.1	3426,39	Somme t	AD	RP	3,19	11,81	15,00	368,78	367,20	754906,36	3938035,99
P126	3450,00	Interv	AD	AD	11,81	15,00	26,81	368,92	367,40	754925,02	3938021,52
P127	3480,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	369,08	367,66	754948,73	3938003,14
P128	3510,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	369,25	367,91	754972,43	3937984,76
P129	3540,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	369,31	368,17	754996,14	3937966,37
P130	3570,00	Interv	AD	AD	15,00	15,00	30,00	369,33	368,42	755019,85	3937947,99
P131	3600,00	Interv	AD	AD	15,00	0,67	15,67	369,32	368,68	755043,56	3937929,61
P131.1	3601,34	Int. TN-Pro	AD	AD	0,67	14,33	15,00	369,26	368,69	755044,62	3937928,78
P132	3630,00	Interv	AD	AD	14,33	6,87	21,19	369,12	368,94	755067,26	3937911,22
P132.1	3643,73	Int. TN-Pro	AD	AD	6,87	8,13	15,00	369,49	369,05	755078,11	3937902,81
P133	3660,00	Interv	AD	AD	8,13	14,01	22,14	369,72	369,19	755090,97	3937892,84
P133.1	3688,02	Int. TN-Pro	AD	AD	14,01	0,99	15,00	369,74	369,43	755113,11	3937875,67
P134	3690,00	Interv	AD	AD	0,99	9,37	10,36	369,73	369,45	755114,68	3937874,46
P135	3708,74	Extremité	AD	AD	9,37	0,00	9,37	369,61	369,61	755129,49	3937862,97

# Chapitre 8:

## ASSAINISSEMENT

# ASSAINISSEMENT

## **VIII-1- INTRODUCTION :**

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

Elle couvre le rétablissement des écoulements naturels, l'assainissement des plates-formes de chaussée, le drainage et la lutte contre la pollution routière.

L'eau est la première ennemie de la route car il pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'usager (glissade, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par désenrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

Les types de dégradation provoquer par les eaux sont engendrés comme suit :

### ➤ **Pour les chaussées :**

- ✓ Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
- ✓ Désenrobage.
- ✓ Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic).
- ✓ Décollement des bords (affouillement des flancs).

### ➤ **Pour les talus :**

- ✓ Glissement.
- ✓ Erosion.
- ✓ Affouillements du pied de talus.

Les études hydrauliques inventorier l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

## **VIII-2- OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT :**

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- ✓ Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- ✓ Le maintien de bonne condition de viabilité.
- ✓ Réduction du coût d'entretien.
- ✓ Eviter les problèmes d'érosions.
- ✓ Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- ✓ Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plateforme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

## **VIII-3- DEFINITIONS :**

### **❖ Assainissement de la chaussée :**

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

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

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

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

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec le 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 profil en long dépasse les 3 %.

#### ❖ **Fossé de crête de déblai :**

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la 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.

#### ❖ **Réseau de crête de talus de remblai :**

Il a pour rôle d'éviter l'érosion du talus lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur. Le risque d'érosion augmente avec la hauteur et la pente des talus, il dépend également de la pluviosité locale, de la cohésion du sol et de la présence ou de l'état de végétation.

En principe, on prévoit un tel réseau dès que la hauteur du talus dépasse 2m dans les régions où les pluies ont une forte intensité, ou 4m dans les autres cas.

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

Ce type de réseau peut avoir les deux fonctions suivantes :

1. Canaliser les eaux issues de la plate-forme jusqu'à exutoire lorsque les débits sont trop importants pour être évacués librement sans dommages ou préjudices pour les riverains.
2. Collecter et canaliser vers un ouvrage de traversée les eaux de ruisselant sur le terrain naturel vers le remblai.

Dans les deux cas, et pour les consécutions d'entretien, le fossé est réalisé à une distance minimale de 1m du pied de talus.

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.

#### ❖ **Descentes d'eau :**

Dans les sections de route en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau.

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

#### ❖ **Bassin versant**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, ou la surface totale de la

zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

#### ❖ **Buses et dalots :**

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

### **VIII-4- METHODES THEORIQUE DE CALCUL POUR DIMENSIONNER UN FOSSÉ :**

Le debit d'apport est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivants:

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

Avec :

- **K** : coefficient de conversion des unités (les mm/h en l/s) **K = 0.2778.**
- **C** : coefficient de ruissellement.
- **I** : l'intensité de l'averse exprimée en **mm/h**
- **A** : superficie du bassin versant.

#### ➤ **Coefficient de ruissellement 'c'**

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants : la couverture végétale, la forme, la pente et la nature du terrain.

**Tableau 41: Coefficient de ruissellement**

Type de chaussée	Coefficient 'C'	Valeurs prises
Chaussée revêtue en	0.8 – 0.95	0.95

enrobe		
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 – 0.4	0.35
Talus, sol permeable	0.1 – 0.3	0.25
Terrain naturel	0.05 – 0.2	0.2

➤ **Intensité de la pluie :**

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

➤ **Hauteur de la pluie journalière maximal annuelle**

$$P =_j \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{(C_v^2+1)}} \times \exp( u \times \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)})$$

- ✓ **P<sub>jmoy</sub>** : pluie journalière moyenne (mm).
- ✓ **C<sub>v</sub>** : Coefficient de variation.
- ✓ **ln**: Log. Népérien.
- ✓ **u** : Variable de Gauss. (Fonction de la période de retour) dont les valeurs sont données par le tableau suivant :

**Tableau 42: Variable GAUSS**

❖ **Remarques**

Fréquence au dépassement (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	100
Variable de GAUSS (U)	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

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

### ❖ Calcul de fréquence d'averse :

Pour une durée de ( $t=15\text{mn}=0.25\text{h}$ ), La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

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

Avec :  $t=0.25\text{ h}$ ,  $b=0.42$ .

**P<sub>j</sub>** : Hauteur de la pluie journalière maximale (mm).

**b** : Exposant climatique.

**P<sub>t</sub>** : pluie journalière maximale annuelle.

**t<sub>c</sub>** : Temps de concentration (heure).

### ❖ Temps de concentration

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

#### • La formule de VENTURA :

✓ Lorsque : **A < 5 km<sup>2</sup>**   $t_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{P}}$

#### • La formule de PASSINI

✓ Lorsque : **5km<sup>2</sup> ≤ A < 25 km<sup>2</sup>**   $t_c = 0,108 \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{P}}$

#### • La formule de GIADOTTI :

✓ Lorsque **25 km<sup>2</sup> ≤ A < 200 km<sup>2</sup>**   $t_c = \frac{4\sqrt{A}+1.5L}{0.8\sqrt{H}}$

✓ **T<sub>c</sub>** : Temps de concentration (heure).

✓ **A** : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>).

✓ **L** : Longueur de bassin versant (km).

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

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

✓

▪ **L'intensité de l'averse :**

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

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

Avec :

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

$$B = b - 1 = 0.42 - 1 = -0.58 \qquad I = \frac{P_j}{24}$$

▪ **Calcul de débit de saturation (Qs)**

Le calcul du débit est déterminé par la formule de MANNING STRICKLER

$$Q_s = V.S \qquad V = K_{St} \times I^{1/2} R h^{2/3}$$

- **Kst** : coefficient de rugosité
- **Kst** : 30 en terre
- **Kst** : 40 en buses métalliques.
- **Kst** : 50 en maçonneries.
- **Kst** : 70 en bétons (dalots).
- **Kst** : 75 en bétons (buses préfabriquées).
- **I** : pente longitudinale de l'ouvrage.
- **RH** : Rayon hydraulique = (surface mouillée/ périmètre mouillée).
- **S** : surface mouillée (m<sup>2</sup>).

# I. Chapitre 9 : SIGNALISATION

X- LA SIGNALISATION ROUTIERE.

IX -1- INTRODUCTION.

IX-2- L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE.

IX-3- CATEGORIES DE SIGNALISATION.

IX-4- REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION.

IX-5- TYPES DE SIGNALISATION.

IX-6- CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES.

# **SIGNALISATION**

## **IX- LA SIGNALISATION ROUTIERE :**

### **IX-1- INTRODUCTION :**

Le développement de la circulation à grande vitesse impose à l'ingénieur routier de réaliser une signalisation impeccable, qui doit provoquer chez l'automobiliste des réflexes instantanés.

Cette signalisation doit être homogène, rapidement visible et compréhensible, suffisante et non surabondante. Elle doit être établie aussi sérieusement et minutieusement que la signalisation ferroviaire.

### **IX-2- L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :**

La signalisation routière a pour objet :

- ✓ De rendre plus sûre la circulation routière.
- ✓ De faciliter cette circulation.
- ✓ D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- ✓ De donner des informations relatives à l'usage de la route.

### **IX-3- CATEGORIES DE SIGNALISATION :**

On distingue :

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

### **IX-4- REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :**

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

#### **a) Uniformité :**

L'uniformité implique l'interdiction d'utiliser, sur toutes les voiries, des signaux non réglementaires.

### **b) Homogénéité :**

L'homogénéité existe que dans des conditions identiques, l'utilisateur rencontre des signaux de même valeur, de même portée et implantés suivant les mêmes règles.

### **c) Simplicité :**

La simplicité s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

### **d) Continuité :**

Il s'agit d'un principe de signalisation directionnelle (principe de politesse), la politesse exige de guider l'utilisateur.

### **e) Cohérence :**

Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation, cohérence avec les règles de circulation, cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.

### **f) Concentration et visibilité :**

Il s'agit de deux principes antagonistes, il faut regrouper les panneaux, sous réserve de ne pas nuire à leur lisibilité.

### **g) Pose correcte :**

La qualité de la pose et sa maintenance ce sont des facteurs essentiels de la crédibilité de la signalisation

## **IX-5- TYPES DE SIGNALISATION :**

### **IX-5-1- SIGNALISATION VERTICALE :**

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

#### **1) Signaux de danger :**

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

Elle doit appeler de façon tout spéciale l'attention des usagers de la route aux endroits où leurs vigilances doivent redoubler en raison de la présence d'obstacle.

En premier lieu, la forme et la couleur du panneau vous vont permettre d'identifier que vous êtes en présence d'un panneau de danger. Un triangle dont le contour est rouge et l'intérieur est blanc, indique la présence d'un danger permanent. De la même manière, un triangle rouge et intérieur jaune vous signale lui un danger temporaire, comme par exemple lorsque vous approchez d'une zone de travaux. En outre le symbole à l'intérieur du panneau précise aux usagers la nature du danger. Dès que vous apercevez un panneau de danger, vous devez redoubler de vigilance pour pouvoir réagir de manière adaptée et éviter tout risque d'accident.



Figure 15: Signaux de danger

## 2) Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

### ◆ L'interdiction :

- ✓ Interdiction de tourner (à gauche ou à droite).
- ✓ Interdiction de faire demi-tour.
- ✓ Limitation de vitesse.
- ✓ Arrêt police ou halte gendarmerie.
- ✓ Arrêt à l'intersection.
- ✓ Interdiction de dépasser.
- ✓ Stationnement interdit ou réglementé.
  
- ✓ Accès interdit aux véhicules automobiles, motocyclettes.
- ✓ Accès interdit aux véhicules affectés au transport de marchandises.
- ✓ Autres interdictions.



Figure 16: Signaux d'Interdiction

### ◆ L'obligation :

- ✓ Piste obligatoire pour cyclistes.
- ✓ Sens giratoire et sens unique.
- ✓ Vitesse minimum.
- ✓ Autres obligations.

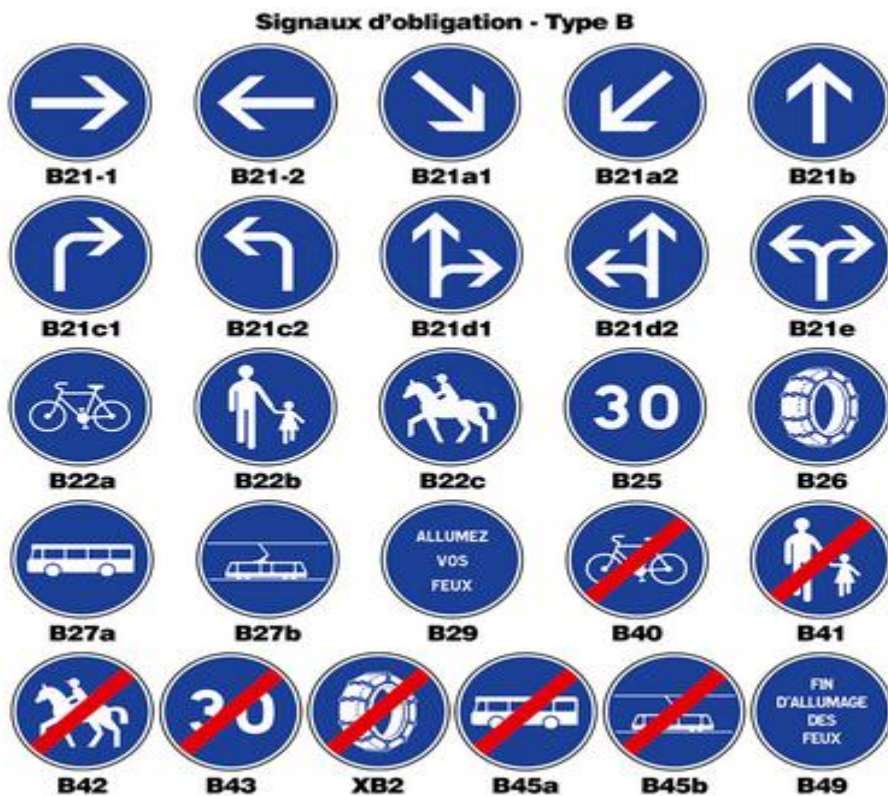


Figure 17: Signaux d'Obligation

◆ **La fin de prescription :**

- ✓ Fin de limitation de vitesse.
- ✓ Fin d'interdiction de dépasser.
- ✓ Fin d'interdiction de stationner.
- ✓ Fin d'interdiction de l'emploi des avertisseurs sonores.
- ✓ Fin de toutes les prescriptions locales précédemment signalées et imposées  
aux véhicules en mouvement.

**3) Signaux à simple indication :**

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

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

## Indications



Passage pour piétons



Entrée zone de rencontre



Sortie de zone de rencontre



Entrée d'aire piétonne



Sortie d'aire piétonne



Lieu aménagé pour le stationnement : parking



Lieu aménagé pour le stationnement gratuit à durée limitée avec contrôle par disque



Stationnement payant



Vitesse conseillée



Fin de vitesse conseillée



Station de taxis



Station d'arrêt d'autobus



Emplacement d'arrêt d'urgence



Station pour véhicule bénéficiant de label Autopartage



Circulation à sens unique



Figure 18:indication

### IX-5-2- SIGNALISATION HORIZONTALE :

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



Figure 19: SIGNALISATION HORIZONTALE

Elle se divise en trois types :

#### **A. MARQUAGE LONGITUDINAL :**

##### **◆ Lignes continue :**

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

##### **◆ Lignes discontinue :**

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

- ✓ Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur du trait est environ égale ou tiers de leurs intervalles.
- ✓ Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de Décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.

##### **➤ Modulation des lignes discontinues :**

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

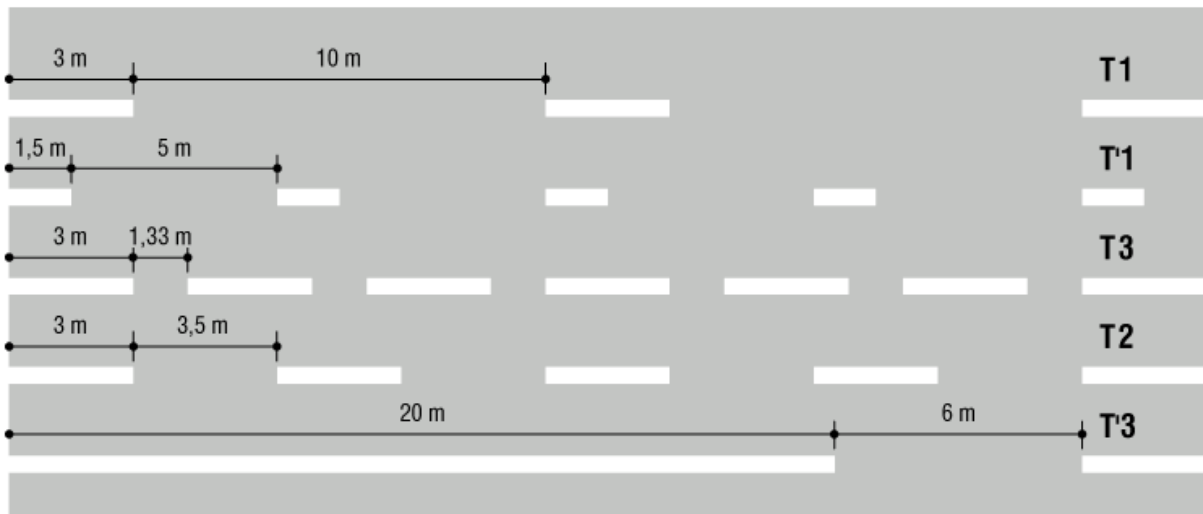


Figure 20: Types de modulation de lignes discontinues

**Tableau 43 : Caractéristiques des lignes discontinues.**

Rapport Plein/Vide	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Longueur du trait (m)	Type de modulation
≈ 1/3	10	3	T <sub>1</sub>
	5	1.5	T' <sub>1</sub>
≈ 1	3.5	6	T <sub>2</sub>
	0.5	0.5	T' <sub>2</sub>
≈ 3	1.33	3	T <sub>3</sub>
	6	20	T' <sub>3</sub>

**B. MARQUAGE TRANSVERSAL :**

❖ **Lignes transversales continue :**

Eventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

❖ **Lignes transversales discontinue :**

Eventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

**C. AUTRES MARQUAGES :**

❖ **Flèche de rabattement :**

Une flèche légèrement incurvée signalant aux usages qu'ils devaient emprunter la voie située du coté qu'elle indique.

❖ **Flèches de sélection :**

Flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

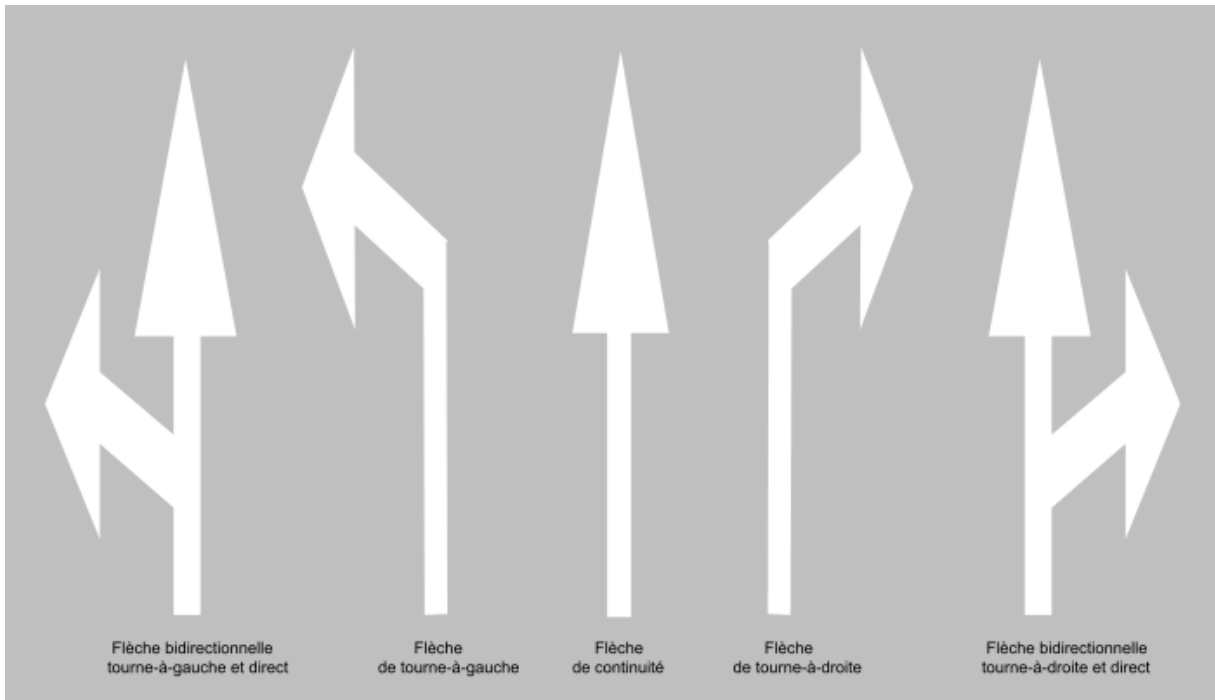


Figure 21: Flèche de Signalisation

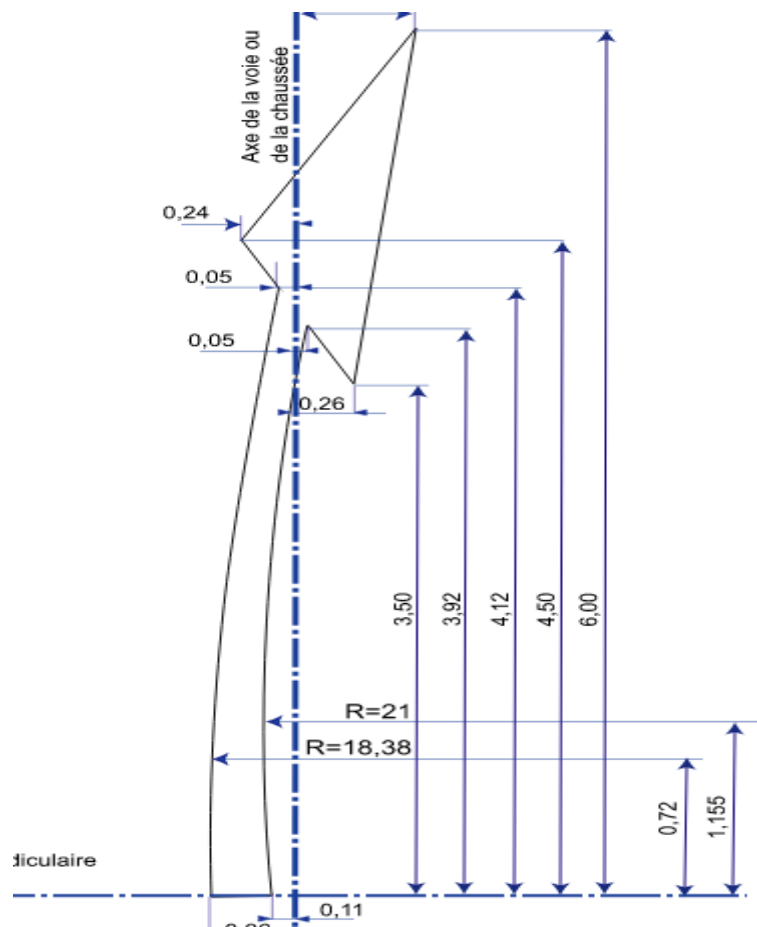


Figure 22: Flèche de Signalisation

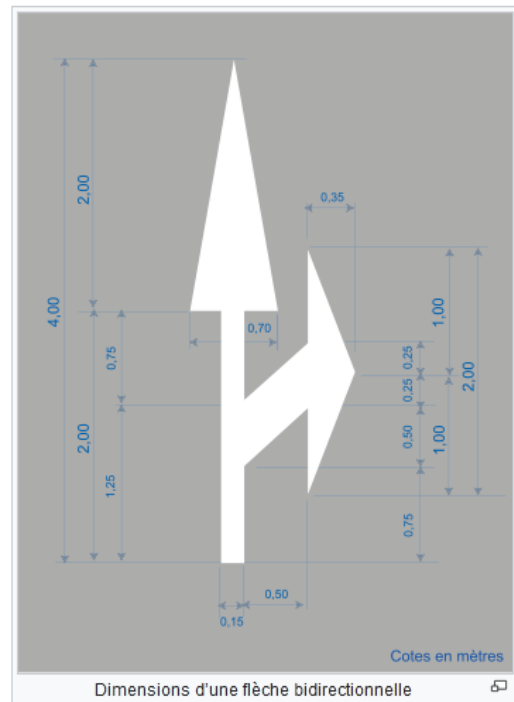
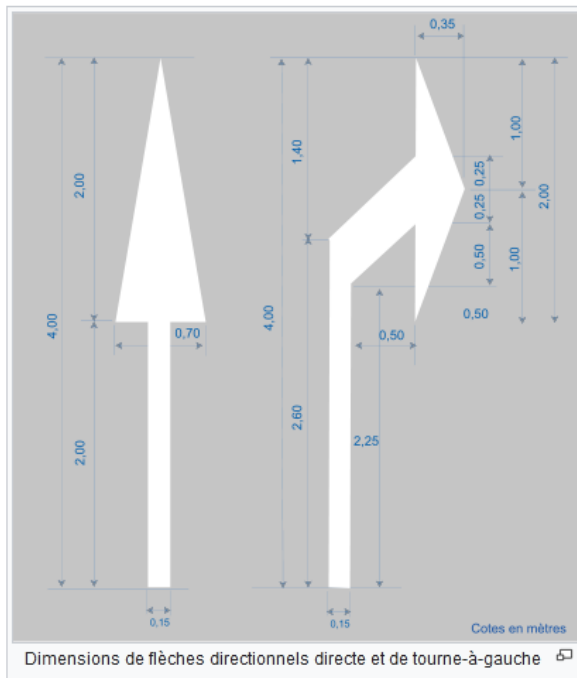


Figure 23: Flèche de Sélection

## **IX-6- CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES :**

- ✓ Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- ✓ La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route, à devoir.
  - **U = 7.5** cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.
  - **U = 6** cm sur les routes et voies urbaines.
  - **U = 5** cm pour les autres routes.

# Chapitre 10 :

## IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

X-1- INTRODUCTION.

X-2- CONTEXTE ET RAISON D'ETRE DU PROJET

X-3- ANALYSE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX  
METHODOLOGIES

X-4- MESURES D'INSERTION ET D'ATTENUATION PROPOSEES

X-5- CONCLUSION

# **IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT**

## **X-1- INTRODUCTION :**

Ce projet est assujéti à l'évaluation des impacts sur l'environnement afin d'assurer son intégration dans le milieu récepteur et de réduire ses répercussions environnementales.

Le présent chapitre est constitué l'étude d'impact sur l'environnement du projet de la pénétrante et comporte la description de l'état initial et l'identification des différentes contraintes et sensibilités, et l'identification des impacts.

La consistance de ce rapport portera sur la mise en contexte du projet et le développement des chapitres de:

- La description des milieux physique, humain, biologique, et du paysage traversé.
- La description des composantes du projet que sont: le tracé en plan, le profil en long, et le profil en travers type.
- L'analyse des impacts environnementaux : leurs activités, leurs sources, et leurs évaluations.
- Et une conclusion résumant les impacts et des Activités génératrices des impacts appréhendés, les Sources d'impacts et valeur environnementales des éléments du milieu, et évaluation des impacts environnementaux.

## **X-2- CONTEXTE ET RAISON D'ETRE DU PROJET :**

### **X-2-1- Mise en Contexte du projet :**

programme de développement du réseau autoroutier de la Wilaya de Mascara, consiste à connecter le réseau de la wilaya au réseau national pour assurer l'échange et la fluidité du trafic externe et inter wilaya. L'évolution de trafic, généré par le développement et l'augmentation de l'attraction touristique de la wilaya

### **X-2-2- la démarche de L'ÉTUDE :**

L'étude d'impact sur l'environnement de la de la pénétrante fait l'objet d'une démarche logique qui aboutira a un rapport articulé en volets distincts :

- **Volet 1** : un inventaire des données recueillies, la description de l'état initial et éléments pertinents du milieu.
- **Volet 2** : l'analyse des impacts et les contraintes environnementales à prendre en compte.
- **Volet 3** : proposition de mesure d'atténuation des impacts identifiés.

### **X-2-3- Objectifs et portée de l'étude d'impact sur l'environnement :**

Les objectifs de la présente Étude d'impact sur l'environnement sont les suivants :

- Assurer l'intégration des contraintes et opportunités inhérentes au milieu dans la démarche de conception de la nouvelle infrastructure.
- Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage.
- Proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.

### **X-3- ANALYSE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX METHODOLOGIES :**

#### **X-3-1- Identification des impacts :**

L'identification des impacts du projet est basée sur l'analyse des relations conflictuelles possibles entre le milieu traversé et l'infrastructure à réaliser.

Cette analyse permet de mettre en relation les sources d'impact associées aux phases de pré- construction, de construction et d'exploitation de la nouvelle infrastructure et les différentes composantes du milieu susceptibles d'être affectées.

L'identification des impacts se fait sur la base d'une matrice d'interactions.

#### **X-3-2- Évaluation des impacts :**

L'évaluation de l'importance des impacts environnementaux fait appel à plusieurs paramètres, soit :

- la valeur environnementale du milieu affecté;
- le degré de perturbation ou de bonification;
- l'intensité de l'impact (qui est fonction des deux paramètres précités);

- la durée;
- la mise en œuvre éventuelle de mesures d'atténuation.

## **X-4- MESURES D'INSERTION ET D'ATTENUATION PROPOSEES :**

### **X-4-1- Mesures d'atténuation particulières :**

#### **❖ Milieu physique :**

- Limiter les interventions sur les sols sensibles à l'érosion, fragiles, en pente ou peu portants. Désigner les aires de circulation à privilégier.
- S'assurer, par un avis géotechnique préalable aux travaux, que le secteur ne risque pas de subir un glissement de terrain pendant et à la suite des travaux.
- N'obstruer en aucun temps le passage de l'eau et s'assurer de la présence d'un canal d'écoulement pour évacuer les crues subites. Tout batardeau doit être conçu de manière à permettre l'écoulement en tenant compte des débits maximums susceptibles de survenir pendant la période des travaux.
- Implanter des mesures tel l'enrochement (perré) ou l'aménagement de bassins de rétention pour ralentir la vitesse d'écoulement de l'eau et pour protéger la surface des fossés dans les secteurs en pente, particulièrement là où le sol est sensible à l'érosion et dans les zones de mouvement de terrain.

#### **❖ Milieu biologique :**

- Éviter de rediriger les eaux de ruissellement directement vers les cours d'eau et habitats humides, aménager plutôt des bassins de rétention au sommet des talus afin de limiter l'apport de matières en suspension ou tout autres substances en provenance de la chaussée.
- Durant et après les travaux de construction, s'assurer que les abords de la route de contournement soient bien drainés afin d'éviter la formation de mares stagnantes favorisant la formation de salines.

#### **❖ Milieu humain :**

- Baliser les infrastructures temporaires ou permanentes (par exemple les zones de déblais, les fossés, etc.) qui présentent un risque d'accident;
  - Utiliser une signalisation adéquate, s'assurer d'une vitesse maximale appropriée pour la circulation de la machinerie et des véhicules lourds;
- Prévenir et informer les propriétaires dont le terrain va être modifié lors des travaux;

➤ Maintenir l'accès aux résidences et aux secteurs utilisés pour des activités récréatives touristiques, de même qu'aux terres en culture durant les travaux.

➤ Baliser les infrastructures publiques (par exemple les lignes électriques, les réseaux d'AEP et d'assainissement) qui se situent à l'intérieur des aires de travaux ou à proximité.

❖ **Milieu sonore :**

➤ protéger les résidences touchées à une distance de 40 mètres de l'autoroute (murs anti bruit).

❖ **Milieu visuel :**

➤ Réaliser les travaux de terrassement des pentes selon les normes et le recouvrement des surfaces à l'aide d'une couche de terre végétale suffisante pour la reprise de la végétation.

➤ Effectuer des travaux de reboisement à l'aide d'espèces arborescentes et arbustives d'essences variées compatibles avec les usages et fonction de l'infrastructure routière. Si possible, utiliser des espèces représentatives des espèces environnantes et adaptées à la nature et aux taux d'humidité des sols en présence, de même qu'aux embruns salins.

**X-4-2- Mesures d'atténuation générales :**

➤ Les chemins d'accès au chantier, aux aires d'entreposage ou à tout autre aménagement temporaire doivent être à au moins 60 m du milieu hydrique;

➤ Utiliser une machinerie en bon état de fonctionnement afin de minimiser les risques de déversement accidentel et l'émission de polluants atmosphériques;

➤ L'abattage doit être fait de façon à ne pas endommager les arbres et les arbustes à conserver;

➤ Végéter toutes les surfaces déboisées ou défrichées durant les travaux qui sont situées à l'extérieur de l'emprise de la nouvelle route;

➤ S'assurer de l'efficacité de la reprise végétale sur une période de 24 mois après la fin des travaux;

➤ S'assurer que le réseau de drainage ne modifiera pas les conditions hydrologiques des propriétés voisines de l'emprise (assèchement de zones marécageuses ou création de zones d'accumulation d'eau);

➤ S'assurer que les fossés et les cunettes et descentes d'eau et les ouvrages hydrauliques à des dimensions suffisantes pour évacuer les eaux

de ruissellement provenant de l'autoroute et des cours d'eau traversant l'emprise.

Pour ce faire, se référer à l'étude hydrologique et hydraulique à installer et leur dimension.

### **X-4-3- Mesures applicables :**

#### **❖ Installation et Emplacement des Chantiers :**

##### **➤ Emplacement des Chantiers :**

Les divers emplacements possibles des sites seront situés en zones rurales ou à la périphérie des zones urbaines. L'installation de tels sites à l'intérieur de zones urbaines n'est envisageable que dans les zones industrielles autorisées avec contrôle d'accès approprié. Le choix de l'emplacement du chantier nécessitera une attention toute particulière . De manière générale, le site devra être situé de telle sorte qu'il permette l'accès aisé :

- aux routes principales existantes,
- aux sites de construction,
- aux infrastructures existantes,

##### **➤ Déversement des Eaux Usées :**

D'une manière générale, il est souhaitable que le chantier soit relié à un système d'égout existant avec l'approbation des services compétents. Cette approbation dépendra du volume des eaux usées, des capacités existantes du système et de l'aptitude du système de traitement et de décharge à traiter le type de déchets prévu.

Lorsque le raccordement à un système existant ne peut être envisagé, il est nécessaire de mettre en place un système autonome de récupération et de décharge des eaux usées. Dans ce cas, il s'agira de choisir le site en fonction des facteurs suivants :

- les conditions souterraines, par exemple pour l'utilisation de fosses septiques,
- le respect des ressources souterraines, en particulier en zones de recharge,
- autres facteurs importants.

##### **➤ Déversements Accidentels et Fuites :**

Les déversements accidentels et les fuites de produits chimiques entreposés sur les sites représentent une menace sérieuse pour les ressources en eau.

II convient donc de demander à l'entrepreneur de soumettre à la DTP, l'inventaire des matériaux devant être stockés sur le site, ainsi qu'une évaluation des quantités de matériaux nécessaires périodiquement. Les quantités seront données à titre indicatif.

L'entrepreneur devra s'attendre à des directives qui comprennent des mesures telles que :

- l'identification des matériaux devant être séparés les uns des autres,
- l'utilisation par les employés de vêtements et d'équipements de protection,
- les techniques de manipulation appropriées,
- d'autres mesures de sécurité telles que les systèmes de ventilation et de lutte contre l'incendie.

➤ **Accès :**

L'atténuation des impacts causés par le trafic de construction devrait comprendre :

- le contrôle d'accès,
- le nettoyage de la route,
- la définition des routes et pistes d'accès autorisés.
- Le contrôle d'accès nécessitera la restriction des mouvements tournants aux points d'accès autorisés, ainsi que l'amélioration éventuelle de l'agencement des points de jonction afin d'éviter et réduire les accidents.

Certaines mesures concernant la maintenance de la route d'accès seront nécessaires afin que sa chaussée soit gardée en bon état. Les flaques d'huile, la boue et autres matériaux devront être nettoyés régulièrement.

En plus du programme de contrôle d'accès, l'entrepreneur devra soumettre un programme de maintenance de la route et de signalisation

## **X-5- CONCLUSION :**

L'objectif principal à atteindre est celui d'intégrer l'équipement dans le paysage qu'il traverse avec le minimum de nuisances économiques, environnementales et écologiques.

# CHAPITRE 11

## ETUDE DE STABILITÉ DE TALUS DE DÉBLAI

XI-1- INTRODUCTION

XI-2- CADRE GEOLOGIQUE GENERAL DE  
LA REGION D'ETUDE

XI-3- SISMICITÉ DE LA REGION

XI-4- DONNEES GEOTECHNIQUES IN  
SITU ET AU LABORATOIRE

XI-5- INTERPRETATION DES DONNEES  
GEOTECHNIQUES (IN-SITU ET DE  
LABORATOIRE)

XI-6- CONSTAT DES LIEUX XII-7-  
SOLUTION DE CONFORTEMENT DE TALUS

XI-8- CALCUL DE STABILITÉ

XI-9- CONCLUSIONS

# **ETUDE DE STABILITÉ DE TALUS DE DÉBLAI**

## **XI-1- INTRODUCTION :**

Les glissements de terrain se produisent sous l'action d'un (ou plusieurs) « **facteur déclenchant** » qui rompt l'équilibre, soit au niveau des forces massiques, soit au niveau des forces extérieures, ou au niveau des forces de liaison dans le massif.

Certains de ces facteurs déclenchant sont naturels, tels que séismes, érosions, fluctuation des écoulements hydrauliques, altération, etc.

A l'échelle des travaux de génie civil, l'activité humaine s'ajoute à ces facteurs naturels et constitue fréquemment un facteur essentiel dans la rupture de l'équilibre. L'extension de cette relation à l'ensemble de la courbe de rupture, plane, circulaire ou de forme quelconque, des massifs.

## **XI-2- CADRE GEOLOGIQUE GENERAL DE LA REGION D'ETUDE :**

La zone étudiée montre les unités fondamentales du domaine, externe de la chaîne alpine en Afrique du Nord. Elles font partie intégrante du domaine tellien très complexe, qui comporte des reliefs à alignement parallèle au littoral. Ces reliefs sont fragiles, sensibles à l'érosion, en raison de leur lithologie où dominent les sables, les marnes et les argiles. Ce sont des massifs typiquement méditerranéens : pas de grandes barrières fluviales et de bassins en serrés entre des massifs montagneux. Plus précisément, notre région d'étude s'intègre paléo géographiquement dans le "Bassin du Bas Chélif". Ce dernier correspond à une cuvette intra-montagneuse développée postérieurement à la phase de structuration majeure du domaine tellien-segment de la chaîne alpine d'Afrique du Nord- et qui constitue un bassin tard orogénique. Leur remplissage a été assuré par une série sédimentaire matérialisée par une grande diversité de faciès (détritique, carbonaté organique et évaporitique) tant en milieu marin ou continental et mesurant 5000 à 6000 m dans les zones les plus subsidences. Il est étroitement lié à l'orogénèse alpine, ce qui leur confère un caractère intra-montagneux et explique la diversité de leurs dépôts qui reposent généralement en discordance sur un substratum schisto-gréso-calcaire plissé. Le bassin du Bas Chélif occupe une aire de 300Km de long et sur près de 100Km de large entre 1°W et 2°E (Gérard Thomas, 1985 : Thèse de Doctorat ;

### **XII-3- SISMICITÉ DE LA REGION :**

D'après le Règlement Parasismique Algérien (algériennes RPA99/version 2003), publié par le Centre de Génie Parasismique C.G.S, le territoire national a été subdivisé en cinq (05) zones de sismicité croissante,

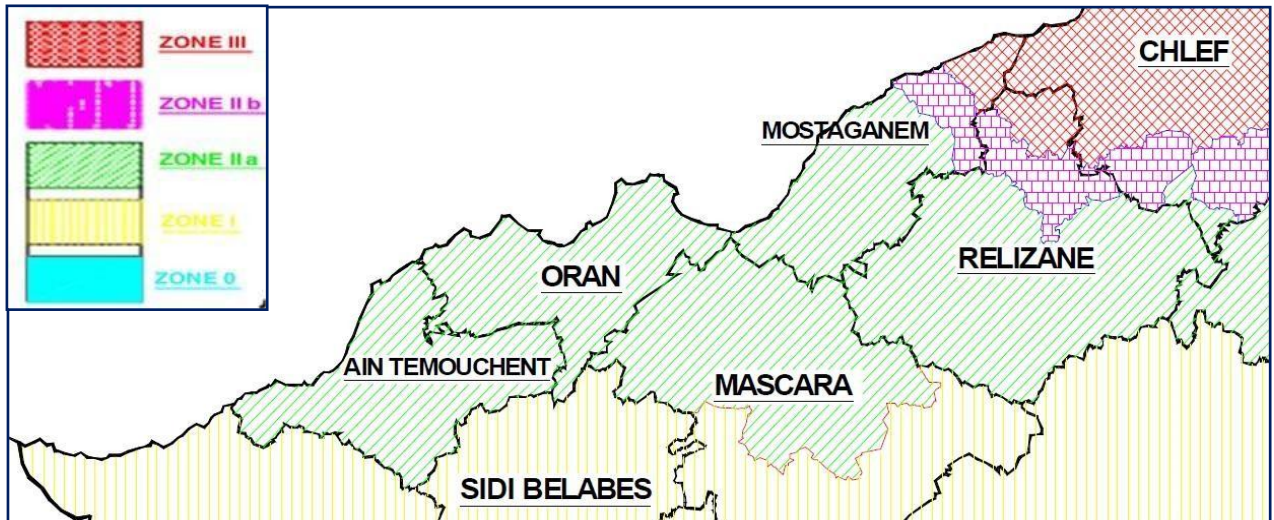


Figure 24: Zones de sismicité

- ◆ **Zone 0** : Région à sismicité négligeable ;
- ◆ **Zone I** : Région à sismicité faible ;
- ◆ **Zone II a ET II b** : Région à sismicité moyenne ;
- ◆ **Zone III** : Région à fort sismicité.

### **XII-4- DONNEES GEOTECHNIQUES IN SITU ET AU LABORATOIRE :**

Dans la phase exécution du projet de réalisation de la pénétrante, un sondage carotté n°SC 6 de 15m de profondeur a été programmé au PK21+650 (zone de déblai, hauteur h=9m) mais n'a pu être réalisé pour difficulté d'accès

A cet effet, notre travail a été basé sur les éléments d'information constitués des pièces suivantes :

- ✓ Etude géotechnique de l'ouvrage d'art PI PK 22+491.570.
- ✓ Rapport d'étude géotechnique de l'APD.
- ✓ Des Profils en travers courants de la zone d'étude.

### **XII-4-1- TRAVAUX D'INVESTIGATIONS IN-SITU :**

- Un (01) sondage carotté, n°SC.16 de 20,00m profondeur avec prélèvements d'échantillons intacts et remaniés pour des essais au laboratoire a été réalisé au droit du passage inférieur PI PK22+491.570 en phase d'exécution.
- Un piézomètre a été installé au droit du sondage SC.16 pour suivre et contrôler une éventuelle présence d'eau dans le sol.

### **XII-4-2- RESULTATS DES ESSAIS AU LABORATOIRE :**

#### **❖ Identification physique :**

Les essais d'identification physique ont été réalisés sur des échantillons prélevés du sondage et répartis sur différentes profondeurs, dont les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau 44: Synthèse des essais d'identification physique en laboratoire**

Nature lithologique/ Caractéristique géotechniques	Paramètres Physiques						Granulométrie		Cisaillement			
	W (%)	$\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_h$ t/m <sup>3</sup>	Sr (%)	WI (%)	IP (%)	<0.08 mm (%)	2 mm (%)	UU		CD	
									C <sub>u</sub> (bar)	$\phi$	C' (bar)	$\phi'$
Sable argileux	17	1.73	2.03	86	-	-	54	100	-	-	-	-
Marne	20	1.71	2.07	100	55	24	99	100	0.72	22	0.74	34

## **XI-5-INTERPRETATION DES DONNEES GEOTECHNIQUES (IN-SITU ET DE LABORATOIRE) :**

### **❖ DES ESSAIS IN-SITU :**

D'après les logs de sondage carotté, le sol est constitué essentiellement, en surface, par une alternance de niveaux de sable argileux et tuf calcaire sur une profondeur de 5m. Cette couche repose sur une couche marneuse gris-verdâtre de 10m d'épaisseur.

Deux essais S.P.T (Standard Pénétration Test) ont été réalisés dans le sondage carotté marqués de refus notamment dans la formation en tuf calcaire et sable argileux.

Le piézométrie n'a décelé aucune présence d'eau sur les 20m de profondeur que compte le sondage.

### **❖ Des Essais Laboratoire**

- ◆ **Analyse granulométrique :** les essais granulométriques réalisées sur les échantillons remaniés montrent un pourcentage de passants à 80  $\mu$  variant entre 54% et 99%, et les passants à 2mm de 100%, ces résultats montrent que cette formation est à prédominance argilo-limoneuse.
- ◆ **La Densité :** sèches d'échantillon de sable obtenues 1,73t/m<sup>3</sup>, et de la marne de l'ordre de 1,71 t/m<sup>3</sup>, ces valeurs montrent que le sol présente un état du sol dense.
- ◆ **Teneur en eau et saturation :** la teneur en eau de l'échantillon testé (sable et de la marne) varie entre 17% et 20 %, par ailleurs les valeurs des degrés de saturation varient entre 86% et 100% ce qui indiquerait un sol moyennement humide.

Les résultats obtenus par les essais de cisaillement à la boîte de CASAGRANDE, de type non consolidé-non drainé (UU), donnent des valeurs de la cohésion variant entre 0,74 et 1,64 bars, indiquant un sol à cohésion très raide. L'angle de frottement interne ( $\phi$ ), donne une valeur moyenne allant de 22 jusqu'à 32°. Les résultats obtenus par les essais de type consolidé-drainé (CD), donnent des valeurs de cohésion variant entre 0,74 et 1,06 bars, et d'angle de frottement interne de 31 et 34°.

- ◆ **Plasticité :** les résultats des limites d'Atterberg (sur échantillon de marne) ont donné un indice de plasticité

de l'ordre de 24% pour WL de 55% ces résultats indiquent que la fraction fine du sol est très plastique.

### **XI-6- CONSTAT DES LIEUX :**

Suite à une visite de site ayant lieu le 05 avril 2018 au droit de la zone de déblai entre le PK 21+160 au PK 22+000, il a été constaté ce qui suit :

- ✓ Signes d'instabilité tout le long du talus de côté droite (Affaissements, ravinement, dégradation de la couche superficielle...etc.),
- ✓ Absence de système de drainage des eaux de ruissellement en amont et en aval du talus.

### **XI-7- SOLUTION DE CONFORTEMENT DE TALUS :**

Comme solution de confortement, nous avons étudié la possibilité de reprofiler le talus, niveau 1 (1er talus sur la figure ci-dessous) en décaissant la couche glissée et réalisé des redans successifs, de dimension (1,5V et 2H), la pente de tous les redans 27°, et la recharge du talus par des blocs de 250/300 mm

La stabilité du talus n'est assurée que si les eaux et les pressions interstitielles sont gérées correctement par la mise en œuvre d'un masque drainant, et il aura également le rôle de protéger la couche d'argile.

#### **❖ Les travaux se déroulent de la manière suivante :**

- ✓ Décaisser le talus jusqu'à une épaisseur moyenne de 1 m.
- ✓ Réalisation des redans de dimensions (1,5V/2H) sur toute la surface du 1<sup>er</sup> talus, la largeur de la brème sera réduite de 4m à 3m.
- ✓ Mise en œuvre d'un géotextile anti contaminant (filtre) sur tous les redans (1<sup>er</sup> talus).
- ✓ Mise en œuvre de l'enrochement en bloc de 250 à 300 mm, bien serrés



❖ **Surcharges prises en compte :**

Il sera considéré une surcharge estimée à 20 kPa, appliquée sur la chaussée.

❖ **Propriétés géotechniques du sol :**

Suite à la dégradation des couches en place et l'absence d'une investigation géotechnique au droit du talus étudié, il a été exploité les résultats des essais mécaniques C et du SC-16 de PK22+491, et aussi par mesure de sécurité on a multiplié les paramètres mécaniques de la couche d'argile par 2/3.

Tableau 45: Propriétés géotechniques du sol.

Type du sol	$\gamma(\text{KN/m}^3)$	C(kPa)	$\phi(^{\circ})$
Sable argileux	20	12	30
Marne	21	48	14

**Sable argileux :** Estimation de la Cohésion et angle de frottement (C ; ) en fonction de  $PI^*$  (Amar et Jézéquel, 1972).

$$\text{Sable} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} PI^* \leq 0,95 \quad \phi' = 5,8PI^* + 29,4 \\ PI^* \geq 0,95 \quad \phi' = 1,7PI^* + 33,7 \end{array} \right. \quad C' = 36,7 - 0,8\phi'$$

$$\left. \begin{array}{l} PI=213\text{kpa} \\ PI^*=153\text{kpa} \end{array} \right\} \Rightarrow (C'=12.4\text{pa}/\phi'=30.28)$$

❖ Les facteurs de sécurité globaux à prendre en considération selon le référentiel technique sont les suivants

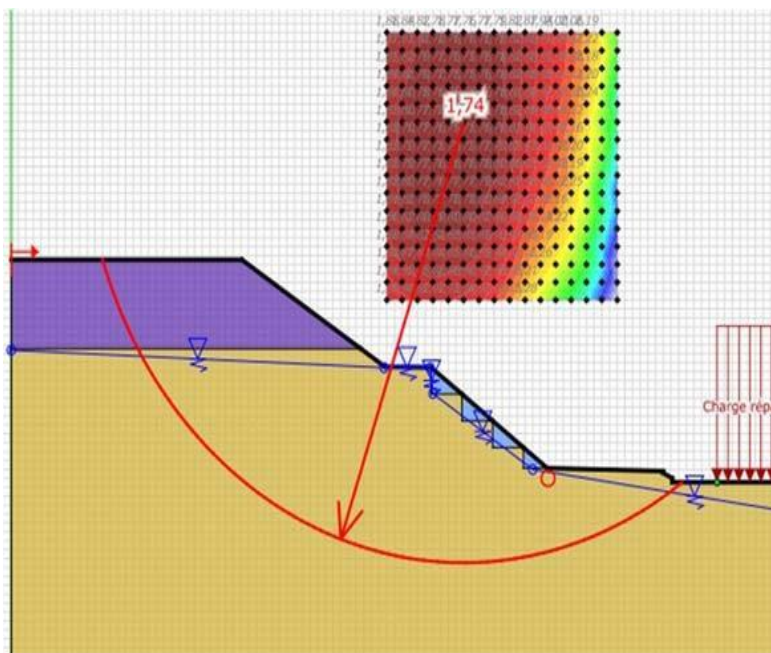
**F > 1,5** pour la stabilité statique à court terme.

**F > 1** pour la stabilité accidentelle .

➤ **Les résultats de calcul de stabilité**

**Tableau 46: Propriétés géotechniques du sol.**

Phasage	Fs (facteur de sécurité)
Statique	1,74
Accidentelle	1.35



**Figure 26: PHASE STATIQUE**

Sur la base des résultats géotechniques obtenus, au regard des calculs de stabilité effectués, il ressort que le talus réalisé est stable.

**XI-9- CONCLUSION :**

Sur la base des données géologiques et des résultats géotechniques obtenus, nous concluons que la zone de déblai entre PK 21+160 au PK 22+00 de projet « Réalisation de la liaison autoroutière reliant Mostaganem à l'autoroute Est- Ouest »

**De point de vue géologique :** le terrain est constitué essentiellement par une alternance de niveaux de sable argileux et tuf calcaire cette couche repose sur une couche marneuse gris-verdâtre d'épaisseur moyenne de 8 à 10m d'épaisseur.

❖ **Les causes principales de l'instabilité du talus sont :**

- ✓ Absence de système de drainage en amont et en aval des talus de déblai,
- ✓ L'exposition des talus aux variations climatiques se traduit par la réduction des caractéristiques mécaniques du sol (cohésion, angle de frottement) et donc réduction de la résistance au cisaillement.

❖ **Recommandations :**

- ✓ Reprofilage des talus dégradés (1er talus), et réalisation des redans réguliers de dimension 1.5V/2H après recharge du talus par enrochement de 250mm/300mm, reposant sur le géotextile. **(Voir photos 08-09)**
- ✓ Réalisation de fossés en pied du talus.
- ✓ Réalisation du drainage profond. **(Voir photos 10-11-12-13-14).**





**Photos** : Reprofilage des talus dégradés (1er talus), et réalisation des redans réguliers de dimension 1.5V/2H



**Photos** : Réalisation du drainage profond

# CHAPITRE 12

DEVIS QUANTITATIF  
ET ESTIMATIF (DQE)

## CHAPITRE XIII

### DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF (DQE)

Tableau XIII-1 : Devis Quantitatif et Estimatif (DQE)

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire (DA)	Montant (DA)
Installation et repliement de chantier	FT	FT	FT	FT
<b>TRAVAUX PREPARATOIRES</b>				
Débroussaillage, Evacuation de blocs rocheux et nettoyage de l'emprise	HA	12.499	980 000,00	12249020,00
<b>TERRASSEMENT ET COUCHE DE FORME:</b>				
Décapage de terre végétale	m <sup>3</sup>	39 710,540	280,00	11 118 951,20
Déblais meuble mis en remblai	m <sup>3</sup>	48812,88	590,00	28799599,2
Déblais meuble mis en dépôt	m <sup>3</sup>	0.00	425,00	0.00
<b>ASSAINISSEMENT, RESEAUX ET PROTECTION HYDRAULIQUE:</b>				
fossés trapézoïdale non revêtu de type A	ml	<u>8000,2</u>	680,00	<u>5440136</u>
Bétonnage de fossé type A	ml	<u>8000,2</u>	6 600,00	<u>52801320</u>
<b>CHAUSSEE:</b>				
Grave non traité (GNT A0/31,5)	m <sup>3</sup>	<u>28479,08</u>	2 900,00	<u>82589332</u>
Enrobé à module élevé(EME2)	Tonne	<u>29808,78</u>	7 900,00	<u>235489362</u>
Couche de roulement en béton bitumineux module élevé (BBME 0/10)	Tonne	<u>11923,50</u>	8 450,00	<u>100753575</u>
Couche d'imprégnation	m <sup>2</sup>	<u>86402,16</u>	100,00	<u>8640216</u>
Couche d'accrochage	m <sup>2</sup>	<u>86402,16</u>	60,00	<u>5184129,6</u>
<b>DISPOSITIF DE RETENU EN BETON:</b>				
Barriere en béton extrudé de type GBA	ml	<u>8000,2</u>	6 000,00	<u>48001200</u>
Barriere en béton extrudé de type DBA	ml	<u>4000,1</u>	7 500,00	<u>30000750</u>
<b>SIGNALISATION HORIZONTALE:</b>				
SIGNALISATION HORIZONTALE	ml	<u>24000,6</u>	590,00	<u>14160354</u>
			Montant HT	<u><b>635227945</b></u>
			TVA 19%	120693309,55
			Montant TTC	<u><b>755921254.55</b></u>

**SEPT CENT CEQUANTE -CENQ MILLIONS SEPT NEUF CENT  
VENGT ET UN DEUX CENT CEQUANT ET QUATRE VIRGULE  
CEQUANT ET CENQ**

# **CHAPITRE 13**

## **XIII- CONCLUSION**

### **XIII- CONCLUSION :**

Dans notre étude nous avons essayé de respecter toute les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement, Cette étude nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises pour cerner les problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers.

ET une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels auto CAD et Covadis.

On était limité par le temps, le manque de salles de calculs et d'autre contraintes mais cela ne nous a pas empêché pour venir à bout de ce travail grâce aux orientations de nos professeurs.

Nous espérons acquérir plus dans notre vie professionnelle et toucher les grands projets et surtout voir tout cela de près.

# BIBLIOGRAPHIE

- Normes techniques d'aménagement des routes « B40 »
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- Les cours de routes d'université de Mostaganem (BOUHAMMOU.N, TALIA.A).
- Instruction sur les constructions techniques.
- Signalisation routière.
- Ancienne mémoire de fin d'étude (Encadré par :Mr. CHERIF Mourad , Présenté par : Mr. BENSAID Ahmed , Promotion 2020)
- Instruction sur les conditions techniques d'aménagements des Autoroutes de liaisons (I.C.T.A.A.L) 1985, 2000.
- Aménagement des routes principales (SETRA).
- Projet de construction des routes (SETRA)
- Conception géométrique des routes (SETRA).
- EYROLLS topographie.
- Logiciel COVADIS.
  - Ministère des Travaux Publics et des Transports [mtp.gov.dz](http://mtp.gov.dz)