

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية فرنسيس  
جانسون

École Nationale Supérieure des Travaux Publics

Francis Jeanson



## Mémoire

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État

Filière : Travaux Publics

Spécialité : infrastructure de base

## Thème

**Etude en APD du dédoublement de la RN°08 du  
PK 4+758 au PK 18+723 avec une conception  
d'échangeur**

Présenté par :

- ❖ BOUGUETTAYA Sara
- ❖ CHENNOUF Aymene

Encadré par :

- ❖ Mr. GUENNAIZI Abdelhak
- ❖ Mme. SAADI Samira

Promotion 2024 / 2025



## **Remerciements**

***Tout d'abord, je remercie le bon Dieu de m'avoir donné la patience et le courage pour aller jusqu'au bout de mes études***

***Je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude à mon encadreur Monsieur GUENAJZJ Abdelhak pour son aide et ses conseils.***

***Ainsi que pour Monsieur GUETTAR Sohaib et Monsieur GUETTAL Hamid pour leur Collaboration.***

***Je tiens à remercier ma famille pour son soutien et son sacrifice.***

***Je tiens également à remercier tous mes amis***

***Finalement, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail***



إهداء

الحمد لله حبًا و شكرًا و امتنانًا على البدء و الختام  
(و آخر دعواهم ان الحمد لله رب العالمين)

أهدي هذا النجاح لنفسي أولاً ثم الى كل من سعى معي لاتمام هذه المسيرة ،دمتم لي  
سندًا لا عمر له

تخرجي أهدي

الى من علمتني الاخلاق قبل الحروف ،إلى الجسر الصاعد بي ،الى من تحملت كل لحظة  
ألم مررت بها و ساندتني عند ضعفي و هزلي

قرة عيني والدتي الكريمة

الى من سعى و شقى لانعم بالراحة و الهناء و لم يبخل بشيء من اجل دفعي الى طريق  
النجاح ، الى من علمني ان ارتقي سلم الحياة بحكمة و تفكير الي قدوتي في الحياة

ابي الغالي لك مني كل التقدير و الاحترام

الى اخواني المشاكسين 'اسامة و اسماعيل ' اللذان كانا دائماً سببًا في ابتسامتي و

سعادتي

و الى زميلي في المذكرة 'شنوف ايمن' و الاستاذ المشرف على هذه المذكرة ،لكم مني كل

الشكر و الامتنان

و في هذه المناسبة السعيدة،أود ان أذكر إخواننا في غزة بأن يفرج الله كربهم و يمن

عليهم بالسلام و الأمان و أدعو الله ان يحفضهم و ينصرهم

بوقطاية سارة

## إهداء

الحمد لله حمداً يملأ الآفاق، والشكر له على عظيم الإنعام والتوفيق والتلاق، فهو المنعم بالنجاح  
بعد السعي والمشاق

إلى من كانوا بعد الله نبراس المسير، وسر التألق والتقدير.

أهدي ثمرة جهدي

إلى نبع الحنان، وضيء الأمان، دعواتها تحقني في كل أوان، وكلماتها بلسم يزيل الأشجان

أمي الحبيبة

إلى رمز العزيمة، ومثال الهمة العظيمة، علمني أن بالإصرار تُذلل العقبات، وأن الحلم يتحقق

بالصبر والثبات أبي الكريم

إلى من ترك فينا إرثاً لا يُمحى، ومبادئ تبقى ... جدي عمر رحمه الله

إلى من كان حنانهما في القلب يسكن، وحكمتهما كالدرّ تُصنّف وتُوزن ... جدّاي .... أطل الله

في عمرهما

إلى إخوتي الأحباء "حنان، عبد الجليل، مريا" أنتم سندي في البأساء، وفرحتي في السراء، درع

قلبي يوم اللقاء، ونور دربي في كل الأرجاء.

إلى زميلتي 'سارة بوقطاية' كنت أختاً حين ضاق الدرب، وصديقةً تزهو بها الأيام. عظم المرافق فهان  
الطريق، وجاء الوصول... فذابت مشقة الأعوام.

إلى أستاذي المشرف، المهندس قنايزي عبد الحق، دليلي في الدرب، كان عوناً في الإنجاز، وركيزة

في الأساس

إلى أصدقائي الأوفياء: كنتم لي صحبةً لا تُضاهى، وسنداً في كلّ مسعى

إلى كل من دخل في القلب يوماً، وترك في حياتي أثراً، ولو بكلمة، أو دعوة في الغيب كانت سلماً،

شكراً لكم بعدد النجوم، وعبير الزهر في كل يوم

أيمن شنوف

## Résumé :

Ce travail consiste à étudier un projet routier, sous-titre (étude en APD du dédoublement de la RN°08 du PK 4+758 au PK 18+723 avec la conception d'échangeur).

Le travail comporte : Une étude de trafic afin de justifier l'utilité de l'aménagement prévu ; la conception de la géométrie : le tracé en plan, le profil en long, le profil en travers et la signalisation adéquate ; l'étude de la partie géotechnique et l'interprétation des résultats ; le dimensionnement de corps de chaussée ; l'étude de l'assainissement routier ; l'étude de l'impact du projet sur l'environnement et enfin une estimation du cout total du projet.

## ملخص:

يتضمن هذا المشروع دراسة مشروع طريق بعنوان (دراسة تخطيطية لمضاعفة الطريق السريع رقم 08 من نقطة التقاء الطريق السريع 04+758 إلى نقطة التقاء الطريق السريع 18+723 مع تصميم تقاطع).

يشمل العمل: دراسة مرورية لتبرير جدوى التطوير المخطط له؛ تصميم هندسي: محاذاة المخطط، والمخطط الطولي، والمخطط المقطعي، واللافتات المناسبة؛ دراسة جيوتقنية وتفسير النتائج؛ تصميم الطريق؛ دراسة تصريف مياه الأمطار؛ دراسة الأثر البيئي؛ وأخيرًا، تقدير التكلفة الإجمالية للمشروع.

## Summary:

This work consists in studying a road project, under title (study in APD of the duplication of the RN°08 from PK4+758 to PK18+723 with the design of three roundabouts). The work includes A traffic study to justify the usefulness of the planned development; the design of the geometry: the horizontal layout, the longitudinal profile, the cross-section and the appropriate signage; the study of the geotechnical part and the interpretation of the results; the sizing of the roadway; the road sanitation study; the study of the impact of the project on the environment and finally an estimate of the total cost of the project.

## Table des matières

<b>CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE ET PROBLIMATIQUE.....</b>	<b>1</b>
I.1. introduction GENERALE. ....	2
I.2. problematique :.....	2
<b>CHAPITRE II : PRESENTATION DE PROJET .....</b>	<b>3</b>
II.1. Introduction :.....	4
II.2. presentation du projet :.....	4
II.3. Objectif du projet : .....	5
II.4. Contexte géologique : .....	5
II.5. Hydrologique et hydraulique : .....	6
II.5.1. Réseaux hydrographie :.....	6
II.5.2. Données pluviométriques : .....	6
II.6. Description de la route actuelle : .....	7
II.7. Cadre de l'étude : .....	7
<b>CHAPITRE III : ETUDE DE TRAIIC .....</b>	<b>6</b>
III.1. INroduction : .....	11
III.2. vocabulaire : .....	11
III.3. Types de trafic : .....	11
III.4. Calcule de la capacité de la route : .....	11
III.4.1. Trafic à l'année horizon :.....	12
III.4.2. Trafic effectif : .....	12
III.4.3. Débit de pointe horaire normale :.....	12
III.4.4. Débit horaire admissible :.....	13
III.4.5. Calcul du nombre des voies :.....	13
III.5. APPLICATION AU PROJET :.....	13
III.5.1. Calcule de TJMA à l'année de mise en service (2025) : .....	13
III.5.2. Calcule de TJMA à l'année horizon (2045) : .....	13
III.5.3. Calcul du trafic effectif :.....	14
III.5.4. Débit de pointe horaire normale :.....	14
III.5.5. Débit admissible :.....	14
III.5.6. Nombres des voies :.....	15

III.5.7. Calcul de l'année de saturation de 2×2 : .....	15
III.6. CONCLUSION .....	15
<b>CHAPITRE IV : ETUDE GEOMETRIQUE .....</b>	<b>16</b>
IV.1. AXE EN PLAN : .....	17
IV.1.1. Définition : .....	17
IV.1.2. Règles à respecter dans le tracé en plan : .....	17
IV.1.3. Les éléments du tracé en plan .....	17
IV.1.4. Notion de devers : .....	23
IV.1.5. Paramètres fondamentaux : .....	24
IV.1.6. Exemple De Calcul D'axe Manuellement : .....	25
IV.2. PROFIL EN LONG : .....	27
IV.2.1. Définition .....	27
IV.2.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long : .....	27
IV.2.3. Les éléments de composition du profil en long : .....	28
IV.2.4. Coordination du tracé en plan et le profil en long : .....	28
IV.2.5. Déclivités : .....	28
IV.2.6. Raccordements en profil en long : .....	29
IV.2.7. Détermination pratique du profil en long : .....	30
IV.2.7.1. Détermination de la position du point de rencontre (s) .....	30
IV.2.8. Exemple de calcul manuel : (Cas d'un rayon convexe).....	31
IV.3. Profil en travers : .....	33
IV.3.1. Définition : .....	33
IV.3.2. Les éléments constitutifs du profil en travers : .....	33
IV.3.3. Pentés transversales : .....	34
IV.3.4. Application de projet : .....	35
IV.4. Cubature : .....	36
IV.4.1. Introduction : .....	36
IV.4.2. Méthode de calcul des cubatures : .....	36
IV.4.3. Calcule des cubatures de projet : .....	38
<b>CHAPITRE V : ETUDE GEOTECHNIQUE.....</b>	<b>38</b>
V.1. Introduction : .....	39
V.2. Contexte topographique : .....	39

V.3. Contexte géologique générale : .....	39
V.4. Reconnaissances géotechniques : .....	39
V.4.1. Essais in situ : .....	40
V.4.2. Les essais de laboratoire : .....	41
V.4.3. Commentaires des résultats des essais de laboratoire : .....	44
V.5. Stabilité des talus : .....	45
V.5.1. Reconnaissance du site : .....	45
V.5.2. Reconnaissance des sols : .....	45
V.5.3. Résultats des investigations : .....	45
V.6. Recherche des gites : .....	48
V.6.1. Localisation des gites d'emprunts : .....	48
V.6.2. Essais de laboratoires : .....	48
V.6.3. Classification et condition d'emplois des matériaux analyses en remblais selon la réglementation des terrassement routiers « GTR » : .....	49
<b>CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE .....</b>	<b>51</b>
VI.1. Introduction : .....	52
VI.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves : .....	52
VI.2.1. Démarche de catalogue .....	53
VI.3. Application de projet : .....	53
VI.3.1. Les données climatiques : .....	53
VI.4. Application de projet : .....	54
VI.4.1. Détermination du type de réseau : .....	54
VI.4.2. Détermination du Classe de Trafic (TPL <sub>i</sub> ) : .....	54
VI.4.3. Présentation des classes de portance des sols.....	55
VI.4.4. Choix de type de structure.....	56
VI.4.5. Vérification en fatigue des structures et de déformation du sol support : .....	59
CONCLUSION : .....	63
<b>CHAPITRE VII : ETUDE HYDRAULIQUE .....</b>	<b>64</b>
VII.1. Introduction : .....	65
VII.2. Situation du projet : .....	65
VII.3. Hydrologie : .....	65
VII.3.1. Réseaux hydrographie : .....	65

VII.3.2. Délimitation des bassins versants : .....	66
VII.3.3. Évaluation des caractéristiques morphologiques : .....	66
VII.3.4. Analyse environnementale : .....	68
VII.4. Estimations empiriques des débits de pointe : .....	71
VII.4.1. Formule rationnelle : .....	71
VII.4.2. Formule Crupedix : .....	72
VII.4.3. Formule de Giandotti : .....	72
VII.5. Temps de concentration.....	73
VII.5.1. Méthode de Ventura : .....	73
VII.5.2. Méthode de Passini : .....	73
VII.5.3. Méthode de Giandotti : .....	74
VII.5.4. Coefficient de ruissellement : .....	74
VII.6. Le débit de saturation : .....	74
VII.7. Calcul du débit d'apport : .....	75
VII.8. Ouvrages hydrauliques : .....	77
VII.8.1. Types d'ouvrages hydrauliques (OH) courants utilisés : .....	77
VII.8.2. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques (oh) : .....	77
VII.8.3. Facteurs influençant le choix de l'ouvrage hydraulique : .....	77
VII.8.4. Régime de l'écoulement : .....	78
VII.8.5. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques : .....	78
VII.9. CONCLUSION .....	82
<b>CHAPITRE VIII : ETUDE ET CONCEPTION D'ÉCHANGEUR .....</b>	<b>83</b>
VIII.1. Introduction .....	84
VIII.2. Définition d'un échangeur : .....	84
VIII.3. Rôle de l'échangeur : .....	84
VIII.4. Règle de conception : .....	84
VIII.5. Type d'échangeur : .....	84
VIII.5.1. Echangeur majeur : .....	85
VIII.5.2. Echangeur mineur : .....	85
VIII.6. Constituants de l'échangeur : .....	85
VIII.7. Application de projet : .....	86
VIII.7.1. Description de l'échangeur .....	86

VIII.7.2. Caractéristiques géométriques des bretelles :.....	86
VIII.7.3. Profil en travers de la bretelle :.....	88
VIII.7.4. Visibilité :.....	88
VIII.7.5. Vue en plan de l'échangeur : .....	90
<b>CHAPITRE IX : ÉQUIPEMENT DE ROUTE .....</b>	<b>91</b>
IX.1. Signalisation :.....	92
IX.1.1. Introduction .....	92
IX.1.2. Catégorie de signalisation : .....	92
IX.1.3. Règles à respecter pour la signalisation : .....	92
IX.1.4. Types de signalisation routière .....	92
IX.1.5. Application au projet .....	95
IX.2. Eclairage.....	97
IX.2.1. Introduction .....	97
IX.2.2. Paramètres de l'implantation des luminaires : .....	97
IX.3. CONCLUSION : .....	97
<b>CHAPITRE X : ÉTUDE D'IMPACT SUR ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>98</b>
X.1. Introduction : .....	99
X.2. Cadre réglementaire :.....	99
X.3. A quoi sert l'EIE ? Quelle est son objectif?.....	99
X.4. Description générale de la zone d'étude :.....	100
X.5. Description détaillée de l'état initial du site et son environnement : .....	101
X.5.1. Environnement biologique : .....	101
X.5.2. Environnement socio-économique .....	102
X.6. Conclusion : .....	103
<b>CHAPITRE XI : DEVIS ESTIMATIFS QUANTITATIFS.....</b>	<b>106</b>
<b>CHAPITRE XII : CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>106</b>
XII.1. conclusion generale.....	107

## Listes des tableaux :

Tableau II:1 caractéristiques de la station.....	6
Tableau II:2 Tableau récapitulatif des virages dangereux sue RN08	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tableau III:1 Les valeurs de K1 .....	14
Tableau III:2 Les valeurs de K2 .....	14
Tableau III:3 Les valeurs de la capacité théorique. ....	15
Tableau IV:1 Rayons du tracé en plan. ....	20
Tableau IV:2 Paramètres fondamentaux.....	24
Tableau IV:3 Coordonnées des points à calculer.....	25
Tableau IV:4 Caractéristiques du profil en long.....	29
Tableau IV:5 les données du PL pour l'axe calculé Point X.....	31
Tableau IV:6 Profil en travers type proposé. ....	35
Tableau V:1 Puits de reconnaissance.....	40
Tableau V:2 Résultats d'essais teneur en eau et granulométrie.....	42
Tableau V:3 Résultants d'essai limites d'Atterberg.....	42
Tableau V:4 Résultants d'essai Proctor modifié.....	43
Tableau V:5 Résultat CBR imbibé à 4 jours.....	44
Tableau V:6 Résultats des essais au pressiomètre .....	46
Tableau V:7 Résultats des essais de laboratoire .....	47
Tableau V:8 Résultats des analyses chimiques sommaires des sols.....	47
Tableau V:9 Résultats des essais de laboratoire .....	48
Tableau V:10 classification et condition d'emplois des matériaux analyses en remblais ...	49
Tableau VI:1 zones climatiques.....	53
Tableau VI:2 Choix de la température équivalente .....	53
Tableau VI:3 Réseaux principaux.....	54
Tableau VI:4 Classes du trafic poids lourd.....	55
Tableau VI:5 Classe de portance des sols supports .....	55
Tableau VI:6 Portances du sol support. ....	55
Tableau VI:7 Epaisseur du matériau de couche de forme. ....	55
Tableau VI:8 Types de structures.....	56

Tableau VI:9 Fiche structure grave bitume/grave bitume .....	56
Tableau VI:10 Fiche structure grave bitume/grave non traité .....	57
Tableau VI:11 Couches proposées pour les différentes classes du sol de la structure GB/GB .....	58
Tableau VI:12 Couches proposées pour les différentes classes du sol de la structure GB/GNT .....	58
Tableau VI:13 Valeurs du coefficient d'agressivité A.....	59
Tableau VI:14 Caractéristiques des matériaux enrobés.....	61
Tableau VI:15 Risque adopté pour un réseau RP1 .....	61
Tableau VI:16 Valeur de $t=f(r\%)$ .....	62
Tableau VI:17 Tableau de comparaison des résultats.....	63
Tableau VII:1 caractéristiques morphométriques des bassins versant.....	66
Tableau VII:2 Caractéristiques de la station pluviométrique .....	69
Tableau VII:3 Précipitations moyennes mensuelles en de la station de BEN DAOUD.....	69
Tableau VII:4 Les précipitations maximales journalières de la station BEN DAOUD .....	70
Tableau VII:5 Tableau des caractéristiques climatiques.....	70
Tableau VII:6 Quantiles des pluies maximales journalières.....	71
Tableau VII:7 Valeurs des coefficients de Strickler.....	75
Tableau VII:8 calcul des débits critiques maximaux des crues à l'exutoire des bassins versant .....	75
Tableau VII:9 Récapitulatif des ouvrages hydrauliques pour l'évacuation de débit générée par les bassins versants.....	80
Tableau VIII:1 Valeurs des rayons pour les bretelles .....	87
Tableau VIII:2 Les largeurs des composants de profil en travers.....	88
Tableau VIII:3 Principales distances de visibilité .....	90
Tableau IX:1 Caractéristiques des lignes.....	94
Tableau IX:2 Caractéristiques des lignes discontinues.....	94
Tableau X:1 Répartition de la population résidente au RGPH de 2008 par zones.....	102
Tableau X:2 Répartition de la population résidente estimée au 31/12/ 2022 par zones....	102
Tableau X:3 Situation du Réseau Routier au 31/12/2022.....	103

### listes des figures :

Figure II:1 localisation du projet .....	4
Figure II:4 Tracé du projet.....	5
Figure II:5 la route existante.....	7
Figure II:6 Virages dangereux entre P PK125+300 et PK 126+500	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figure IV:1 Les éléments du tracé en plan .....	17
Figure IV:2 Exemple de raccordement du profil en long (cas convexe). .....	30
Figure IV:3 paramètres de la parabole convexe .....	31
Figure IV:4 Eléments constitutive du profil en travers en section courante.....	34
Figure IV:5 Les positions des sections dans un profil en long .....	37
Figure IV:6 Section des profils d'un tracé routier. ....	37
Figure VI:1 Organigramme de la démarche du catalogue.....	53
Figure VII:1 Histogramme représentant la moyenne mensuelle des précipitations de la station de BEN DAOUD .....	69
Figure VIII:1 Schémas différents types d'échangeurs.....	85
Figure VIII:2 Schéma des types de bretelle.....	86
Figure VIII:3 carte de localisation d'échangeur .....	86
Figure VIII:4 Dispositif d'entrée sur l'autoroute .....	87
Figure VIII:5 Dispositif d'entrée sur l'autoroute .....	88
Figure VIII:6 vue en plan de l'échangeur .....	90
Figure IX:1 les lignes de délimitation de voies dans le tracé .....	96
Figure IX:2 Paramètres de l'implantation des luminaires.....	97

**CHAPITRE I :**  
**INTRODUCTION GENERALE**  
**ET PROBLIMATIQUE**

## I.1. INTRODUCTION GENERALE.

Le développement des infrastructures routières est un pilier fondamental pour la croissance économique et l'amélioration de la qualité de vie des populations. En Algérie, la modernisation du réseau routier est une priorité stratégique visant à renforcer la connectivité entre les différentes régions du pays.

La Route Nationale n°08 (RN08) est un axe vital qui relie le nord au sud du pays, facilitant les échanges commerciaux et les déplacements des usagers. Le tronçon entre les points kilométriques 04+758 et 18+723, reliant Sour El Ghozlane à Dirah, présente des caractéristiques géométriques défavorables, notamment des virages en lacet, rendant la circulation difficile et dangereuse, en particulier pour les poids lourds.

Ce projet vise à transformer la route existante en une route à deux fois deux voies, améliorant ainsi la fluidité du trafic, la sécurité routière et contribuant au développement économique de la région, notamment en facilitant l'accès à la future zone industrielle de Lachouaf.

Ce Projet de Fin d'Études s'inscrit dans cette dynamique en proposant une étude approfondie du dédoublement de la RN08 entre les PK 04+758 et 18+732, en abordant les aspects techniques, économiques et environnementaux liés à sa réalisation.

## I.2. PROBLEMATIQUE :

Le tronçon de la RN08 entre les PK 04+758 et 18+723 est caractérisé par une topographie accidentée, une chaussée étroite et des virages serrés, entraînant une circulation difficile et un taux élevé d'accidents. Cette situation entrave non seulement la sécurité des usagers, mais aussi le développement économique de la région, en limitant l'efficacité du transport des marchandises et des personnes.

Le projet de dédoublement de ce tronçon vise à remédier à ces problèmes en élargissant la route et en améliorant ses caractéristiques géométriques. Cependant, la réalisation de ce projet soulève plusieurs questions :

- Comment concevoir une infrastructure routière adaptée aux contraintes géotechniques et topographiques spécifiques à ce tronçon ?
- Quels sont les impacts socio-économiques et environnementaux du projet ?

Ce Projet de Fin d'Études a pour objectif de répondre à ces questions en proposant une analyse détaillée du projet de dédoublement de la RN08 entre les PK 04+758 et 18+723, en tenant compte des contraintes techniques, économiques et environnementales spécifiques à ce tronçon.

**CHAPITRE II :**  
**PRESENTATION DE PROJET**

## CHAPITRE II : PRESENTATION DE PTOJET

### II.1. INTRODUCTION :

La RN08 est considérée comme un axe stratégique qui relie la wilaya de Msila et Alger, elle prend naissance au croisement de la RN46 au niveau de Boussaâda wilaya de MSILA et se termine au croisement de la RN05 dans la commune d'EL Harrach wilaya d'Alger sur 225km, elle traverse la wilaya de Bouira sur 54km en passant par les villes de Bir Ghbalou, Sour El Ghozlane, Dirah.

Pour mettre fin à la congestion du trafic routier au niveau de la RN08 entre Sour El Ghozlane et Sidi Aïssa qui draine un flux de circulation de l'ordre de 7500V/J dont 30% de poids lourds, La direction des travaux publics de la wilaya de Bouira a confié au groupement SETS-LCTP l'étude avant- projet sommaire et avant-projet détaillé du dédoublement sur 32km de la RN08 entre Sour El Ghozlane et la limite de la wilaya de Msila.

### II.2. PRESENTATION DU PROJET :

Le projet objet de la présente étude est situé au Sud-Ouest de la wilaya de Bouira, il prend naissance de l'évitement Sor el ghzlan et se termine au niveau du giratoire de l'évitement de la ville de Sidi Aïssa (commune de M'sila) sur 32km



Figure II:1 localisation du projet

## **CHAPITRE II : PRESENTATION DE PTOJET**

---

Cette route traverse plusieurs localités qui sont : Sour El Ghozlane, El Khoulafat, Dirah, Douar Lahrar et Sidi Aissa,

Deux évitements sont prévus dans l'étude de ce projet en phase d'avant-projet sommaire, le premier c'est celui de la ville de Sour El Ghozlane et Khlofiate, et le deuxième c'est l'évitement de la ville de Dirah

### **II.3. OBJECTIF DU PROJET :**

La section d'étude connaît un trafic routier dense avec plus de 7500 véhicules par jour (30% PL), cela est dû que cette route est devenue un axe très important ou tous les échanges économiques commerciaux et industriels du trafic routier du Nord- Sud, et Est -Ouest dans le futur avec la réalisation de la 4ème rocade qui croisera avec la RN08.

Les objectifs principaux de projet sont :

- Appuyer le développement économique local et régional par le transport efficace des personnes et des marchandises ;
- Réduire le nombre d'accidents sur ce tronçon ;
- Améliorer la qualité de service pour les usagers de la route ;
- Réduire le temps de parcours.

### **II.4. CONTEXTE GEOLOGIQUE :**

D'après les cartes géologiques AUMALE, OUED OKHRIS, SIDI AISSA, MAGINOT à l'échelle 1/50 000 -ème et la visite de site le long du tracé se caractérise par les formations suivantes :

- Lutétien inférieur- Yprésien
- Maestrichtien -Danien
- Campanien supérieur
- Turonien supérieur- Coniacien.
- Eocène supérieur et l'Oligocène
- Sénonien

La prospection géologique réalisée par les observations sur terrain dans le cadre d'étude Géologique a permis d'adopter des précisions significatives sur le site prospecté.

Le tracé traverse une lithologie différente du Nord au Sud (D'après la corrélation des photos et carte géologiques).

### II.5. HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE :

#### II.5.1. Réseaux hydrographie :

La région de Bouira fait partie du centre de l'Algérie ; la zone d'étude est située au Nord entre les latitudes 36° 175 et 35° 900 Nord et les longitudes 3° 70 et 3° 77 Est.

Le réseau hydrologique de notre projet s'identifie à la limite de deux grands bassins versant de chott El Hodna et Bassin Versant Soummam dans lequel il se trouve naturellement encaissé. Cette région est caractérisée par un réseau hydrographique très dense parviennent de montagnes du massif Djebel de Zehourich, Koudiet El M'raba, Djebel Hamza et Taiara, constitué dans la majeure partie d'oueds intermittents et secs durant plusieurs mois de l'année. Lors des périodes pluvieuses, ils se transforment en véritables torrents, agents d'érosion et de transport de sédiments. La majeure partie des oueds qui travers le couloir du projet ont un régime torrentiel semi-permanent et leurs eaux de ruissèlement s'écoulent, en majorité vers oued Ben Djifel coté Sour el Ghouzlane et oued Djenane coté Sidi Aissa qui s'écoule vers Chott el Hodna.

#### II.5.2. Données pluviométriques :

Hydrologiquement parlant et selon la codification des bassins versants établie par l'ANRH, la zone d'étude de notre projet s'inscrit dans la limite du bassin versant de Soummam (BV N° 15) et Bassin Chott El hodna et partiellement dans les sous bassins (bassin n°01-15 et 04-05). Ces derniers bassins occupent globalement l'aire de l'étude. Les deux bassins comprennent plusieurs stations pluviométriques (ANRH), parmi elles des stations qui sont hors service depuis longtemps et d'autres stations qui présentent de longues périodes de discontinuités ainsi que beaucoup de lacunes. Travailler sur ces stations peut avoir un effet négatif sur la qualité de l'information pluviométrique. Pour notre cas, l'étude sera basée sur les données enregistrées au niveau de la station pluviométrique de BEN DAOUD disponible pour le service de l'ANRH concernant les données des pluies maximales journalières de la zone d'étude.

**Tableau II:1 caractéristiques de la station**

n°	Code	Nom	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	15-04-02	BEN DAOUD	633.85	310.85	850

### II.6. DESCRIPTION DE LA ROUTE ACTUELLE :

La route existante comporte une chaussée de 7m avec deux accotements de 1.5m

1.5m



Figure II:3 la route existante

L'analyse de la géométrie planimétrique de la route existante fait ressortir que le tracé en plan dans la majorité des sections ne répond pas aux exigences minimales des critères de la conception géométrique d'une vitesse de base 80 km et sont, par conséquent toutes acceptables

Cependant, on peut identifier quelques sections où les rayons en plan sont inférieurs au rayon minimal de 250 m, sachant que ces virages dangereux seront éventuellement rectifiés dans la phase d'étude avant-projet détaillée.

### II.7. CADRE DE L'ETUDE :

Notre projet consiste à faire une étude avant-projet détaillé (APD) d'un tronçon de la route nationale numéro 08 sur 14 km du PK 04+758, jusqu'au PK 18+723 de SOUR EL GHOZLANE vers DIRAH avec conception d'un échangeur au niveau du PK 18+723

# **CHAPITRE III :**

# **ETUDE DE TRAIC**

### III.1. INTRODUCTION :

Les plans d'aménagement des voies de circulation, la structure et la dimension des éléments constitutifs des réseaux des lignes et des nœuds, le calendrier de leur réalisation doit être conçu en fonction des besoins de transports et des moyens disponibles.

L'analyse du trafic englobe tous les déplacements des personnes et des choses ainsi que les prestations d'exploitation (mouvement des véhicules ou des convois).

L'étude de trafic constitue une étape essentielle dans la planification, la conception et l'optimisation des infrastructures de transport. Elle permet de comprendre les comportements de déplacement, d'évaluer les performances d'un réseau routier, et de proposer des solutions adaptées aux besoins de mobilité actuels et futurs.

### III.2. VOCABULAIRE :

**Trafic transit** : Origine de destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation).

**Trafic d'échange** : Origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important de définir les points d'échange).

**Trafic local** : Trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.

**Trafic moyen journalier annuel (T.J.M.A.)** : Egale au trafic total de l'année divisée par 365.

**Unité de véhicule particulier (U.V.P.)** : Exprimé par jour ou par heure, on tient compte de l'impact plus importants de certains véhicules, en particulier les poids lourds en leur affectant un coefficient multiplicateur.

### III.3. TYPES DE TRAFIC :

- **Trafic normal** : C'est le trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet.
- **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.
- **Trafic induit** : C'est le trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.
- **Trafic total** : C'est la somme des trois trafics précédents : le trafic normal, induit et dévié.

### III.4. CALCULE DE LA CAPACITE DE LA ROUTE :

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

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

### III.4.1. Trafic à l'année horizon :

Le trafic à un horizon donné est défini par la formule suivante :

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

Avec :

- $TJMA_h$  : trafic journalier moyen annuel à l'année horizon.
- $TJMA_0$  : le trafic à l'année de référence.
- $\tau$  : le taux de croissance annuel du trafic.

### III.4.2. Trafic effectif :

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

La formule pour exprimer le trafic effectif est :

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

Avec ;

- $T_{eff}$  : trafic effectif à l'horizon en (UVP/J).
- $Z$  : pourcentage de poids lourds (%).
- $P$  : coefficient d'équivalence.

### III.4.3. Débit de pointe horaire normale :

Le débit de pointe horaire normale est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est exprimé en unité de véhicule particulier (u.v.p)

Donné par la formule suivante :

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

Avec :

- $Q$  : débit de pointe horaire.
- $n$  : nombre d'heure, (en général  $n=8$  heures).
- $\frac{1}{n}$  : 0.12

### III.4.4. Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par voie est donné par la formule suivante :

$$Q_{adm} = K1 * K2 * C_{th}$$

Avec :

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

### III.4.5. Calcul du nombre des voies :

Pour déterminer le nombre de voie par chaussée, on prend le nombre le plus proche du rapport :

$$S.Q / Q_{adm}$$

Avec :

- S : coefficient de dissymétrie = 2/3.

## III.5. APPLICATION AU PROJET :

En se basant sur les données de l'étude de trafic faite par SETS pour la RN08

. Les données :

- Le trafic journalier à l'année 2023 :  $TJMA=7500v/j$
- Année de mise en service : 2025
- Le pourcentage des poids lourds :  $Z=30\%$
- Taux de croissance annuelle de trafic :  $\tau=4\%$
- La durée de vie : 20ans
- Vitesse de bas : 80Km/h
- Catégorie : C1
- Environnement : E2

### III.5.1. Calcul de TJMA à l'année de mise en service (2025) :

$$TJMA_{2025} = TJMA_{2023}(1+\tau)^2 = 7500(1+0.04)^2$$

$$TJMA_{2025} = 8112v/j$$

### III.5.2. Calcul de TJMA à l'année horizon (2045) :

Trafic à l'année horizon (2045) pour une durée de vie de 20 Ans

$$TJMA_{2045} = TJMA_{2025}(1+\tau)^{20} = 8112(1+0.04)^{20}$$

$$TJMA_{2045} = 17774 v/j$$

**III.5.3. Calcul du trafic effectif :**

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

**Tableau III.1 : Coefficient d'équivalence.**

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

Notre route est considérée comme étant une route étroite ayant un environnement E2 d'où P=6

**III.5.3.1. Application :**

$$T_{eff} = [(1 - 0.3) + 6*0.3] * 17774$$

$$T_{eff} = 44435 uvp/j$$

**III.5.4. Débit de pointe horaire normale :**

$$Q_{2045} = (1/n) * T_{eff} = \frac{1}{8} * 44435$$

$$Q_{2045} = 5554 uvp/h$$

**III.5.5. Débit admissible :**

$$Q_{adm} = K1 * K2 * C_{th}$$

Les coefficients K1, K2 et la capacité théorique sont donnés par les tableaux suivants :

**Tableau III:1 Les valeurs de K1**

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

**Tableau III:2 Les valeurs de K2**

Catégorie Environnement	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1	1	1	1	1
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

**Tableau III:3 Les valeurs de la capacité théorique.**

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

D'après les tableaux, on utilise les valeurs suivantes :

- $K1=0.85$ .
- $K2=0.99$ .
- $C_{th}=1800\text{uvp/h}$ .

$$Q_{adm} = 0.85 * 0.99 * 1800$$

$$Q_{adm} = 1515\text{uvp/h/voie}$$

**III.5.6. Nombres des voies :**

$$n = S. Q/Q_{adm} = \frac{2}{3} * (5554/ 1515) = 2.4$$

Donc :  $n= 2$  voies /sens

**III.5.7. Calcul de l'année de saturation de 2x2 :**

$$T_{eff(2025)} = [(1 - 0.3) + 6 * 0.3] * 8112$$

$$T_{eff(2025)} = 20280\text{uvp/j.}$$

$$Q_{(2025)} = \frac{1}{8} * 20280$$

$$Q_{(2025)} = 2535\text{ uvp/h}$$

$$Q_{(saturation)} = 4 \times Q_{adm} = 4 \times 1515$$

$$Q_{(saturation)} = 6060\text{uvp/h.}$$

$$Q_{(saturation)} = (1 + \tau) * n * Q_{2025} \Rightarrow n = \frac{\ln(Q_{saturation} / Q_{2025})}{\ln(1 + \tau)}$$

$$n = \frac{\ln(\frac{6060}{2535})}{\ln(1+0.04)} \Rightarrow n = 22\text{ ans}$$

Donc, l'année de saturation de la route est :  $2025+22= 2047$

**III.6. CONCLUSION**

D'après les résultats, notre route sera donc de 2\*2 voies avec une largeur de chaussée de 7m pour chaque sens.

**CHAPITRE IV :**  
**ETUDE GEOMETRIQUE**

### IV.1. AXE EN PLAN :

#### IV.1.1. Définition :

Le tracé en plan d'une route est la projection de tous les points de cette route sur un plan horizontal, c'est une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif.

Ce tracé est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on détermine les caractéristiques géométriques de la route qui devront assurer les conditions de sécurité et de confort.

#### IV.1.2. Règles à respecter dans le tracé en plan :

- S'inscrire dans le couloir choisi.
- Se raccorder au réseau routier existant.
- Adapter au maximum le terrain naturel pour éviter les terrassements importants.
- Appliquer les normes du B40
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Eviter les propriétés privées.
- Respecter la longueur minimale et maximale des alignements droits si c'est possible.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.

#### V.1.3. Les éléments du tracé en plan

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

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

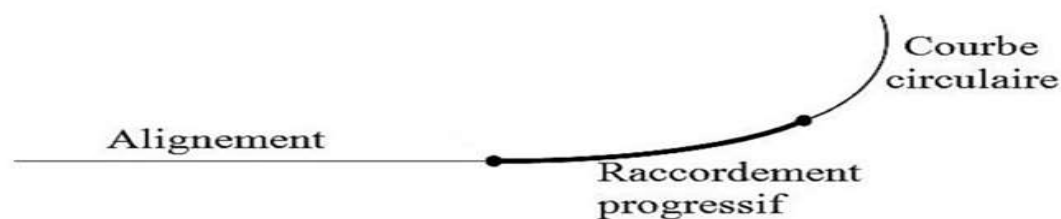


Figure IV:1 Les éléments du tracé en plan

#### IV.1.3.1. Les alignements :

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple son emploi dans le tracé des routes est restreint.

La cause en est qu'ils présentent des inconvénients notamment :

- Eblouissement causé par les phares.
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement est justifié :

- En plaine ou des sinuosités ne seraient absolument motivées.
- Dans des vallées étroites. · Le long de construction existante.
- Pour donner la possibilité de dépassement.

Donc la longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
  - Des sinuosités précédant et suivant l'alignement.
  - Du rayon de courbure de ces sinuosités.
- La longueur minimale  $L_{min}$  est celle qui sépare deux courbes circulaires de même sens, elle correspond à un chemin parcouru durant un temps de cinq (5) secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs de cercles.
- Selon la norme B40 :

$$L_{min} = 5 \frac{Vb}{3.6}$$

VB : : vitesse de base en Km/h.

- La longueur maximale  $L_{max}$  prise égale à la distance parcourue pendant soixante (60) secondes.
- Selon la norme B40 :

$$L_{max} = 60 \frac{Vb}{3.6}$$

### IV.1.3.2. Les arcs de cercle :

Pour limiter la courbe, il faut assurer la stabilité des véhicules, la visibilité dans les tranchés en courbe. C'est pour ça qu'on essaie toujours de choisir les rayons les plus grands possibles et ne jamais descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

- **Stabilité En Courbe**

Le véhicule en courbe subit une instabilité à l'effet de la force centrifuge, pour réduire cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur du virage d'une pente dite 'devers', elle est exprimée par sa tangente.

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

➤ **Rayon horizontal minimal absolu (RHM) :**

C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, et il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de dévers maximal.

- Selon la norme B40 :

$$RH_{min} = \frac{VB^2}{127(ft + dmax)}$$

Avec :

ft : coefficient de frottement transversal.

VB : vitesse de base.

dmax : Dévers maximal.

➤ **Rayon minimal normal (RHN) :**

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant la vitesse de base de 20km/h de rouler en sécurité

- Selon la norme B40 :

$$RH_N = \frac{(VB + 20)^2}{127(ft + dmax)}$$

➤ **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 VB serait équivalente à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement.

- Selon la norme B40 :

$$RH_N = \frac{VB^2}{127 * 2 * dmin}$$

Avec :

dmin = 2.5% Cat1-2.

dmin = 3% Cat 3-4-5.

➤ **Rayon minimal non-déversé :**

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le devers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min pour la catégorie (1-2) qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (RHnd) :

- Selon la norme B40 :

$$RH_{nd} = \frac{VB^2}{127 * (f'' - dmin)}$$

Avec:

$f''=0.066$  Cat (1 ,2);

$f''=0.070$  Cat 3;

$f''=0.075$  Cat (4,5).

**Tableau IV:1 Rayons du tracé en plan.**

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	250
Rayon horizontal normal (m)	RHn (5%)	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1000
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	1400

▪ **Règles pour l'utilisation des rayons en plan :**

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant que possible des valeurs de rayon  $\geq$  à RHn.
- Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en 1/R.
- Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal dmin.
- Ne pas utiliser deux rayons successifs de rapport supérieur à 2.
- Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.
- Séparer deux courbes successives par un alignement droit (Lmin), sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

### IV.1.3.3. Les Courbes De Raccordement

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du devers et la condition du confort et de sécurité. La clothoïde est la courbe de raccordement la plus utilisée grâce à son accroissement linéaire de courbure.

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par :

- La stabilité transversale du véhicule.
- Le confort des passagers du véhicule.
- La transition de la forme de la chaussée.
- Un tracé souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

#### ➤ Clothoïde :

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

#### ➤ Expression mathématique de la clothoïde :

Courbure  $K$  linéairement proportionnelle à la longueur curviligne

$$K = C * L : K = \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R} = C * L$$

On pose  $\frac{1}{C} = A^2 \Rightarrow L * R = A^2$

Eléments de la clothoïde :

- $R$  : rayon du cercle.
- $L$  : longueur de la branche de clothoïde.
- $A$  : paramètre de la clothoïde.
- $KA$  : origine de la clothoïde.
- $KE$  : extrémité de la clothoïde.
- $\Delta R$  : ripage.
- $\tau$  : angle des tangentes.
- $TC$  : tangente courte.
- $TL$  : tangente longue
- $\sigma$  : angle polaire.
- $SL$  : corde  $KE - KA$ .
- $M$  : centre du cercle d'abscisse  $X_m$ .
- $X_m$  : abscisse du centre du cercle  $M$  à partir de  $KA$ .
- $Y_m$  : ordonnée du centre du cercle  $M$  à partir de  $KA$ .
- $X$  : abscisse de  $KE$

- Y : ordonnée de KE

✓ **Les conditions de raccordement :**

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

**a) Condition de confort optique :**

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

L'orientation de la tangente doit être supérieure à  $3^\circ$  pour être perceptible à l'œil.

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

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

$$R/3 \leq A \leq R$$

**Règle générale (B40) :**

Pour  $R < 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$  (éventuellement 0.5m) d'où  $L = (24 R \Delta R)^{1/2}$

Pour  $1500 < R < 5000 \text{ m}$   $\tau = 3^\circ$  c'est-à-dire  $L \geq R/9$

Pour  $R < 5000 \Rightarrow \Delta R$  limité à 2.5m soit  $L = 7.75(R)^{1/2}$

**b) Condition de confort dynamique :**

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

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

$V_B$ : vitesse de base (km/h)

$R$  : rayon en (m).

$\Delta d$  : variation de dévers.

**C) Condition de gauchissement :**

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

$$L \geq l * \Delta d * V_B$$

$L$  : longueur de raccordement.

$l$  : Largeur de la chaussée.

$\Delta d$  : variation de dévers.

La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours

du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demie -chaussée extérieure au virage, cette variation est limitée à 2%.

$$L \geq \frac{3 * \Delta d * V_B}{36}$$

### IV.1.4. Notion de devers :

Le devers est la pente transversale de la chaussée, il assure la stabilité des véhicules en courbe et permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits.

#### IV.1.4.1. Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à :  $d_{min} = 2.5\%$

#### IV.1.4.2. Devers en courbe :

En courbe, il 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

#### IV.1.4.3. Calcul des devers :

Dans les alignements droits et dans les courbes de  $R \geq R_{Hnd}$  le devers est égal à 2.5% et pour les courbes de rayon  $R < R_{Hnd}$  un calcul de devers peut être fait par l'interpolation en «  $1/R$  ».

Si  $R_{Hm} < R < R_{HN}$

$$d = d_{max} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hm}} \right) \frac{d_{max} - d_{RHN}}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{HN}}}$$

Si  $R_{HN} < R < R_{Hd}$

$$d = d_{max} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}} \right) \frac{d_{min} - d_{RHN}}{\frac{1}{R_{Hd}} - \frac{1}{R_{HN}}}$$

Les rayons compris entre  $R_{Hd}$  et  $R_{Hnd}$  sont au devers minimal mais des rayons supérieurs à  $R_{Hnd}$  peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

#### IV.1.4.4. Raccordement de devers :

- En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (2.5%), en courbe ils ont des valeurs supérieures (de 3 à 7%).
- Le dévers doit régner sur la totalité de la partie circulaire de la courbe ; il doit être introduit par un raccordement à courbure progressive d'une longueur au moins égale

à ce qui est nécessaire pour limiter la variation de devers de 2% par seconde (condition de confort) soit pour 1% de variation de devers, une longueur de 11m pour une vitesse de base de 80km/h. Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des Clothoïdes :

- Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la Clothoïde jusqu’au début de l’arc de cercle.
- Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d’alignement droit au devers de l’arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé en général à une distance  $D_{min}$  appelée longueur de gauchissement.

$$D_{min} = \frac{5}{36 * } V_B \Delta d$$

- Pour les courbes en S, il est souhaitable de prendre le devers nul au point d’inflexion.
- Pour les courbes de raccordement de devers entre deux courbes de même sens le devers peut unique peut être conservé

**IV.1.5. Paramètres fondamentaux :**

D’après le règlement des normes algériennes B40, pour un environnement E2 et une catégorie C1, avec une vitesse de base de 80km/h, on définit les paramètres suivants :

**Tableau IV:2 Paramètres fondamentaux**

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	$l_{min}$	111.11
Longueur maximale (m)	$l_{max}$	1333.33
Devers minimal (%)	$d_{min}$	2.5
Devers maximal (%)	$D_{max}$	7
Temps de perception réaction (s)	$t_1$	2
Frottement longitudinal	$f_L$	0.39
Frottement transversal	$f_t$	0.13
Distance de freinage (m)	$d_0$	63
Distance d’arrêt (m)	$d_1$	108

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOMETRIQUE

Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	$d_m$	320
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	$d_n$	480
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	$d_{md}$	200

### IV.1.6. Exemple De Calcul D'axe Manuellement :

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

La liaison que l'on a choisie se situe à la fin de notre projet. Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit :

Tableau IV:3 Coordonnées des points à calculer

Point	Pk	X(m)	Y(m)
A	1+009.35	564473.1180	3996981.0583
S		564695.7021	3996737.6301
B	1+693.07	564806.5681	3996391.3664

Avec  $R=1400m$

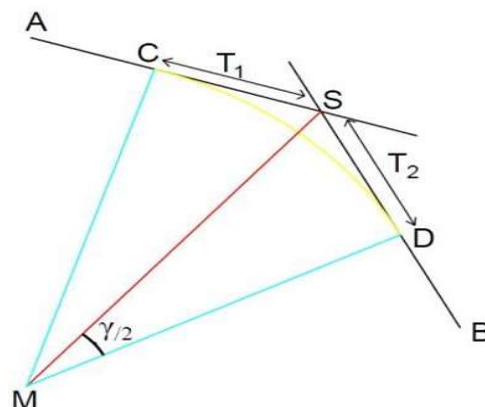


Figure IV.2 : paramètres de raccordement par arc

#### IV.1.6.1. Calcul des gisements :

$$\begin{cases} \Delta X = XS - XA \\ \Delta Y = YS - YA \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta X_{AS} = 564695.7021 - 564473.1180 \\ \Delta Y_{AS} = 3996737.6301 - 3996981.0583 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \Delta X_{AS} = 222.5841m \\ \Delta Y_{AS} = -243.4282m \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta X_{SB} = 564806.5681 - 564695.7021 \\ \Delta Y_{SB} = 3996391.3664 - 3996737.6301 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \Delta X_{SB} = 110.866m \\ \Delta Y_{SB} = -346.2637m \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta X > 0 \\ \Delta Y < 0 \end{array} \right\} \Rightarrow G_S^A = 200 - g$$

Avec  $g = \arctan \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|}$

$$g_{AS} = \arctan \frac{|222.5841|}{|-243.4282|} = 47.15gr$$

$$g_{SB} = \arctan \frac{|110.866|}{|-346.2637|} = 19.72gr$$

$$G_S^A = 200 - 47.15 \Rightarrow G_S^A = \mathbf{152.84gr}$$

$$G_B^S = 200 - 19.72 \Rightarrow G_B^S = \mathbf{180.27gr}$$

**IV.1.6.2. Calcul de l'angle  $\gamma$  :**

$$\gamma = |G_B^S - G_S^A| = |180.27 - 152.84| \Rightarrow \gamma = \mathbf{27.43gr}$$

**IV.1.6.3. Calcule des distances :**

$$\overline{AS} = \sqrt{\Delta X_{AS}^2 + \Delta Y_{AS}^2} = \sqrt{222.5841^2 + 243.4282^2} \Rightarrow \overline{AS} = \mathbf{330.07m}$$

$$\overline{SB} = \sqrt{\Delta X_{SB}^2 + \Delta Y_{SB}^2} = \sqrt{110.866^2 + 346.2637^2} \Rightarrow \overline{SB} = \mathbf{363.57m}$$

**IV.1.6.4. Calcul de Tangente  $T$  :**

$$T = R * \tan (\gamma/2) = 1400 * \tan \left( \frac{27.43}{2} \right) \Rightarrow T = \mathbf{306.36m}$$

**IV.1.6.5. Calcule des coordonnées du points C et D :**

**Coordonnées du points C : (fin de la première tangente) :**

$$\left\{ \begin{array}{l} XC = XS - T * \sin(G_S^A) = 564695.7021 - 306.36 * \sin(152.84) = 564490.9491m \\ YC = YS - T * \cos(G_S^A) = 3996737.6301 - 306.36 * \cos(152.84) = 3996960.705m \end{array} \right.$$

**Coordonnées du points D : (début de la deuxième tangente) :**

$$\left\{ \begin{array}{l} XD = XS + T * \sin(G_B^S) = 564695.7021 + 306.36 * \sin(180.27) = 564602.2682m \\ YD = YS + T * \cos(G_B^S) = 3996737.6301 + 306.36 * \cos(180.27) = 3997029.695m \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow C \left\{ \begin{array}{l} 564490.9491m \\ 3996960.705m \end{array} \right\} \quad D \left\{ \begin{array}{l} 564602.2682m \\ 3997029.695m \end{array} \right\}$$

**IV.1.6.6. Calcule des coordonnées du centre de cercle :**

$$G_M^C = G_S^A + 100 = 252,84gr$$

$$\begin{cases} XM = XC - R * \sin(G_M^C) = 564490.9491 - 1400 * \sin(252,84) = 565524.0613m \\ YM = YC - R * \cos(G_M^C) = 3996960.705 - 1400 * \cos(252,84) = 3997905.522m \end{cases}$$

$$\Rightarrow M \begin{cases} 565524.0613m \\ 3997905.522m \end{cases}$$

Point <i>M</i>	Calcule automatique	Calcule manuelle
X(m)	563454.7456	565524.0613
Y(m)	3996019.799	3997905.522

Les résultats du calcul d'axe sont faits automatiquement par le logiciel CIVIL 3D et sont joints en annexe.

**IV.2. PROFIL EN LONG :**

**IV.2.1. Définition**

Le profil en long d'une route est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci. Il est composé d'éléments de lignes droites raccordées par des raccordements circulaires ou paraboliques.

**IV.2.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long :**

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement (les déclivités minimales et maximales, les rayons minimums en angle saillant ou entrant).
- Eviter les angles entrants en déblai (il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement).
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, car ce dernier complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Eviter les hauteurs excessives en remblais.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.

### IV.2.3. Les éléments de composition du profil en long :

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

- L'altitude du terrain naturel
- L'altitude du projet
- La déclivité du projet, etc....

### IV.2.4. Coordination du tracé en plan et le profil en long :

Il est très 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'échange afin :

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultats d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre :
  - ✓ D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
  - ✓ D'amorcer la courbe en plan avant un point haut.
  - ✓ Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
  - ✓ De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).

### IV.2.5. Déclivités :

La déclivité d'une route est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontale. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

#### IV.2.5.1. Déclivité Minimum :

Pour assurer un bon écoulement des eaux pluviales, on n'emploie normalement jamais de pente nulle. On adopte en général une pente longitudinale minimale de 0,5% (de préférences 1 %, si possible).

#### IV.2.5.2. Déclivité Maximum :

La déclivité maximale est acceptée à titre particulier dans les courtes distances inférieures à 1500m, à cause de :

- La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.). La déclivité maximale est fonction de :
  - La condition d'adhérence.
  - La vitesse minimum de PL.

- La condition économique.

**Pour notre cas, pour la catégorie 1 et l'environnement 2,  
la pente maximale est de  $I_{max} = 5\%$**

**IV.2.6. Raccordements en profil en long :**

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

**IV.2.6.1. Raccordements Convexes (Angle Saillant) :**

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part, il faut que la conception doive satisfaire aux conditions de confort et de visibilité.

**IV.2.6.2. Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :**

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

**Caractéristiques des rayons du profil en long :**

Selon le b40 et pour le cas de la RN08, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge, ils sont donnés par le tableau suivant :

**Tableau IV:4 Caractéristiques du profil en long**

Catégorie		C1
Environnement		E2
Vitesse de base (km/h)		80
Type de route		Route unidirectionnelle (2x2 voies)
Rayon en angle saillant	$R_{vm1}$ (minimal absolu) (m)	2500
	$R_{vn1}$ (minimal normal) (m)	6000
Rayon en angle rentrant	$R'_{vm}$ (minimal absolu) (m)	2400
	$R'_{vn}$ (minimal normal) (m)	3000
Déclivité maximale $I_{max}$ (%)		5

**IV.2.7. Détermination pratique du profil en long :**

Détermination pratique du profil en long Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

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

A l'équation de la parabole :  $X^2 - 2RY = 0 \rightarrow Y = X^2/2R$

Le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- ✓ Donner les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, B.
- ✓ Donner La pente P1 de la droite (AS).
- ✓ Donner la pente P2 de la droite (SB).
- ✓ Donner le rayon R.

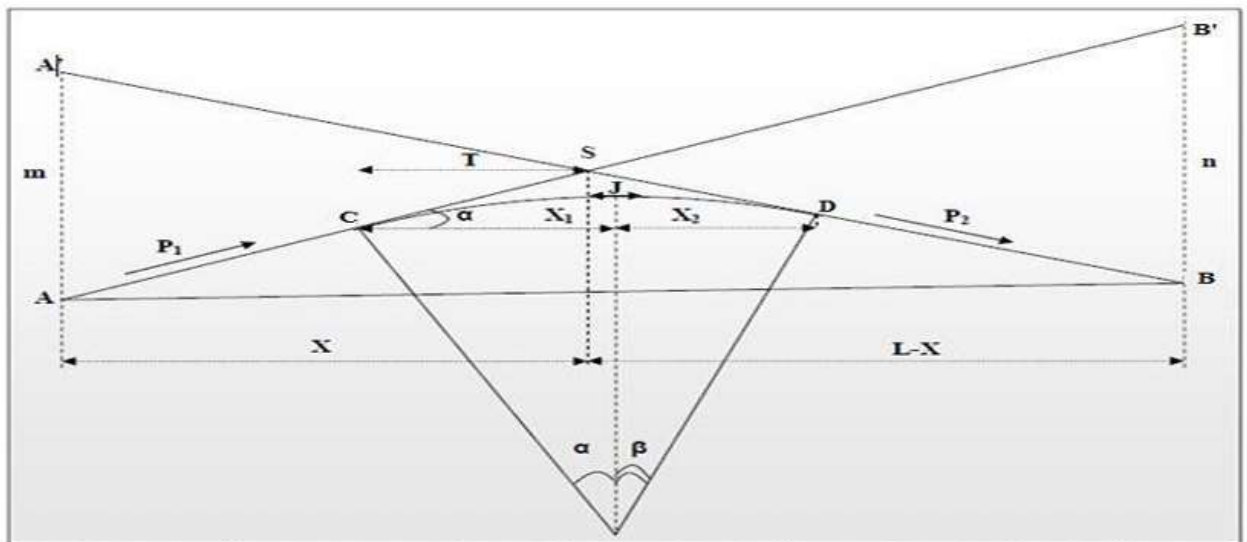


Figure IV:2 Exemple de raccordement du profil en long (cas convexe).

**IV.2.7.1. Détermination de la position du point de rencontre (s) :**

On a :

$$Z_{A'} = Z_B + LP_2 \quad m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_{B'} = Z_A + LP_1 ; \quad n = Z_{B'} - Z_B$$

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

$$\frac{m}{n} = \frac{X}{L-X} \Rightarrow X = \frac{mL}{m+n}$$

$$\rightarrow S \left\{ \begin{array}{l} X_s = X + X_A \\ Z_s = P_1 X + Z_A \end{array} \right\}$$

**IV.2.7.2. Calcul de la tangente :**

$$T = R/2 * |P_1 \pm P_2|$$

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOMETRIQUE

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

### IV.2.7.3. Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$C \begin{cases} X_C = X_S - T \\ Z_C = Z_S - T * P_1 \end{cases}$$

$$D \begin{cases} X_D = X_S + T \\ Z_D = Z_S + T * P_2 \end{cases}$$

### IV.2.7.4. Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$L_R = 2T$$

### IV.2.7.5. Calcul de la flèche :

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

### IV.2.7.6. Calcul des coordonnées du sommet de la courbe :

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

$$\begin{cases} X_{J/A} = R * P_1 \\ Z_{J/A} = X_{J/A} * P_1 - \frac{X_{J/A}^2}{2R} \end{cases}$$

$$J \begin{cases} X_J = X_S + X_{J/A} \\ Z_J = Z_S - Z_{J/A} \end{cases}$$

### IV.2.8. Exemple de calcul manuel : (Cas d'un rayon convexe)

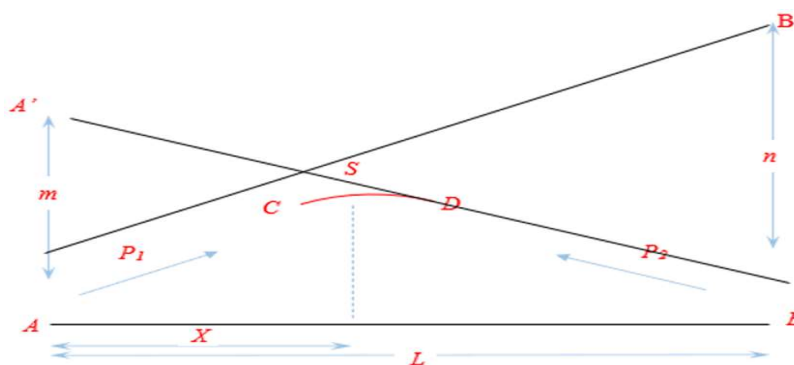


Figure IV:3 paramètres de la parabole convexe

Tableau IV:5 les données du PL pour l'axe calculé Point X

Point	X(m)	Z(m)
A	12797.88	817.886
S	13245.33	823.17

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOMETRIQUE

B	13881.85	801.691
---	----------	---------

On a  $R=5000\text{m}$

### IV.2.8.1. Calcul des pentes :

$$\left\{ \begin{array}{l} P1 = \frac{ZS-ZA}{XS-XA} \\ P2 = \frac{ZB-ZS}{ZS-ZA} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P1 = \frac{823.17-8.886}{13245.33-12797.88} \\ P2 = \frac{801.691-823.17}{13881.85-13245.33} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P1 = 0.0118 \\ P2 = -0.034 \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P1 = 1.18\% \\ P2 = -3.4\% \end{array} \right\}$$

### IV.2.8.2. Calcul de la tangente :

$$T=R/2 * |P1 \pm P2|$$

$$T= 5000/2 * |0.0118 + 0.034|$$

$$\Rightarrow T=114.5\text{m}$$

### IV.2.8.3. Calcul des coordonnées des points de tangentes

$$\left\{ \begin{array}{l} Xc = Xs - T = 13245.33 - 114.5 = 13130.5\text{m} \\ Zc = Zs - TP1 = 823.17 - 114.5 * 0.0118 = 821.82\text{m} \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} XD = Xs + T = 13245.33 + 114.5 = 13359.5\text{m} \\ ZD = Zs + TP2 = 13245.33 + 114.5 * (-0.034) = 13241.437\text{m} \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow \begin{array}{l} C \left\{ \begin{array}{l} 13130.5\text{m} \\ 821.82\text{m} \end{array} \right\} \\ D \left\{ \begin{array}{l} 13359.5\text{m} \\ 13241.437\text{m} \end{array} \right\} \end{array}$$

### IV.2.8.4. Calcul de la longueur de raccordement :

$$L=2 \times T = 2 * 114.5 \Rightarrow L=229\text{m}$$

### IV.2.8.5. Calcul de la flèche :

$$H = \frac{T^2}{2R} = \frac{114.5^2}{2 * 5000} \Rightarrow H = 1.31\text{m}$$

### IV.2.8.6. Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (J):

$$X_{J/A} = R * P_1 = 5000 * 0.0118 = 59\text{m}$$

$$Z_{J/A} = X_{J/A} * P_1 - \frac{X_{J/A}^2}{2R} = 59 * 0.0118 - \frac{59^2}{2 * 5000} = 0.2419\text{m}$$

$$X_J = X_S + X_{J/A} = 13245.33 + 59 = 13304.33\text{m}$$

$$Z_J = Z_S - Z_{J/A} = 823.17 - 0.2419 = 822.9281\text{m}$$

$$\Rightarrow J \begin{cases} 13304.33\text{m} \\ 822.9281\text{m} \end{cases}$$

Point J	Calcule automatique	Calcule manuelle
X(m)	13248.81	13304.33
Z(m)	823.228	822.9281

Les calculs sont faits à l'aide du CIVIL 3D autopiste et sont joints dans l'annexe

### IV.3. PROFIL EN TRAVERS :

#### IV.3.1. Définition :

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe de la route suivant un plan perpendiculaire à son axe. Il établit en particulier la largeur et le dévers des chaussées ainsi que les zones non roulables de la route. La sélection d'un profil en travers est dépendante principalement du trafic prévu sur la route, ce qui détermine le nombre de voies. Le profil en travers est divisé en deux types : le profil en travers courant et le profil en travers type

- **Profil En Travers Type** : Il renferme tous les éléments de construction de la future route, dans toutes les situations (en remblais, déblais ou mixte).
- **Profil en travers courant** : Il s'agit d'un élément essentiel dessiné dans les projets de construction de nouvelles routes ou d'aménagement des routes existantes.

#### IV.3.2. Les éléments constitutifs du profil en travers :

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

- ✓ **La chaussée** : C'est la partie affectée à la circulation des véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.
- ✓ **La largeur roulable** : Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.
- ✓ **La plateforme** : C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.
- ✓ **L'assiette** : C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.
- ✓ **L'emprise** : C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOMETRIQUE

- ✓ **Les accotements** : Les accotements sont les zones 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 berne extérieure.
- ✓ **La berne** : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.
- ✓ **Le terre-plein central** : Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :
  - Les surlargeurs 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.

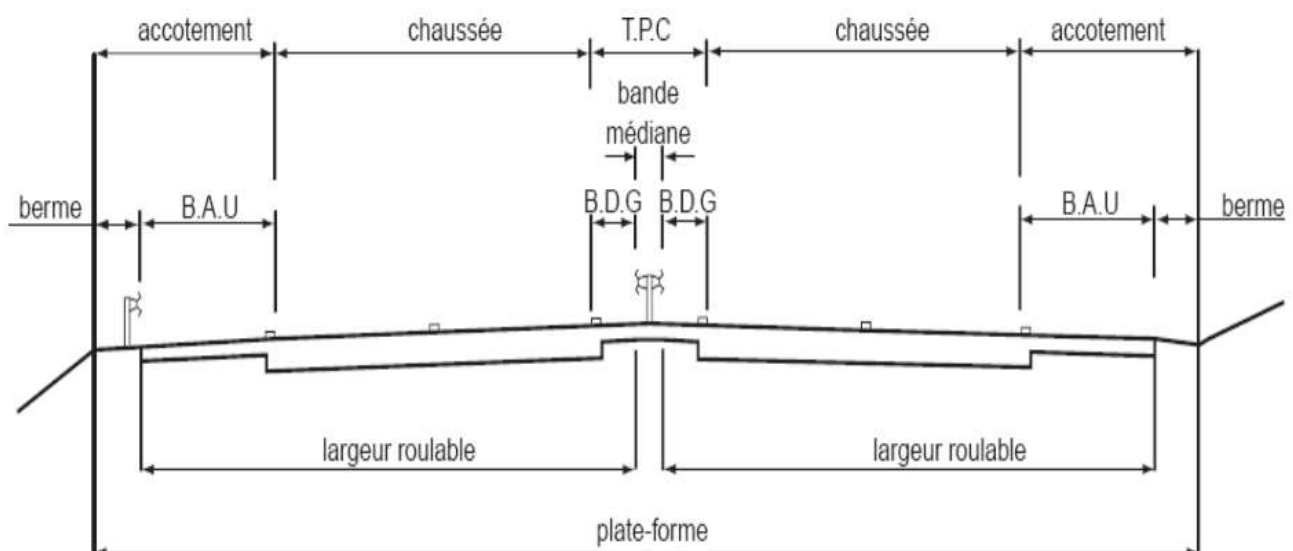


Figure IV:4 Eléments constitutive du profil en travers en section courante.

### IV.3.3. Pentes transversales :

Les courbes de rayon inférieur à  $R_{nd}$  sont déversées vers l'intérieur de la courbe.

#### ➤ En alignement et en courbe non déversée :

- La pente transversale d'une chaussée est de 2,5% vers l'extérieur.
- La pente de l'accotement est de 4%.
- Les pentes du versant en toit du T.P.C revêtu sont identiques à celle de la chaussée adjacente.

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

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOMETRIQUE

### ➤ En courbe déversée :

- La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de  $1/R$ , entre 2,5% pour  $R_{nd}$  et 7% pour  $R_{min}$ .
- La pente de l'accotement est de 4% lorsque le devers de la chaussée est inférieur à 4%.
- Lorsque le devers de la chaussée est supérieur à 4% ; à l'intérieur de la courbe, la pente de l'accotement doit être égale au devers ; à l'extérieur de la courbe, la pente est une valeur comprise entre le devers et 2% à l'intérieur, la surface étant traitée pour éviter la formation des boues (paragraphe 4.5.4 du B40).

**Changement de dévers :** La variation du dévers est habituellement linéaire le long du raccordement progressif (clothoïde).

### IV.3.4. Application de projet :

**Tableau IV:6 Profil en travers type proposé.**

Description	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale (m)
Voie de circulation 2*2	3.5	4	14
Terre-plein central (TPC)	1.6	1	1.6
Bande de guidage	0.5	2	1
Bande médiane	0.6	1	0.6
Accotement	1.5	2	3
La berme	0.5	2	1
Dévers en section droite			
Chaussée	2.5% vers l'extérieur.		
TPC	2.5%		
L'accotement	4%		

**Le profil en travers type est joint en annexe en format A3**

### IV.4. CUBATURE :

#### IV.4.1. Introduction :

La cubature des terrassements est une opération qui consiste à calculer les volumes de terre à déplacer, que ce soit en déblai ou en remblai, dans le cadre d'un projet. En d'autres termes, il s'agit de déterminer la quantité de terre à évacuer lors des déblais et celle à apporter lors des remblais, notamment dans un projet routier.

Les éléments nécessaires pour cette évaluation sont :

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

#### IV.4.2. Méthode de calcul des cubatures :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures, les plus utilisées sont :

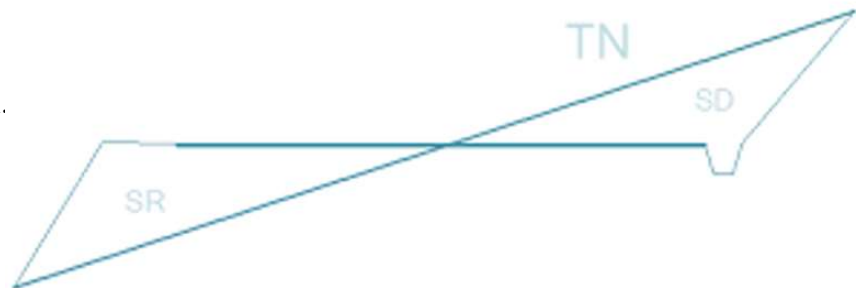
- Méthode de la moyenne des aires (méthode par excès).
- Méthode de l'aire moyenne (méthode par défaut).
- Méthode de la longueur applicable.
- Méthode approchée.

#### La méthode de SARRUS :

La méthode SARRAUS est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

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

- SD : surface de déblai.
- SR : surface de remblai.
- TR : terrain naturelle.



Pour calculer les volumes on utilise la formule suivante :

$$V = \frac{L}{6} (S1 + S2 + 4S_{moy})$$

- H : hauteur entre deux profils.
- S moy : surface limitée à mi- distances des profils.
- S1 : surface de profil en travers P1.
- S2 : surface de profil en travers P2.

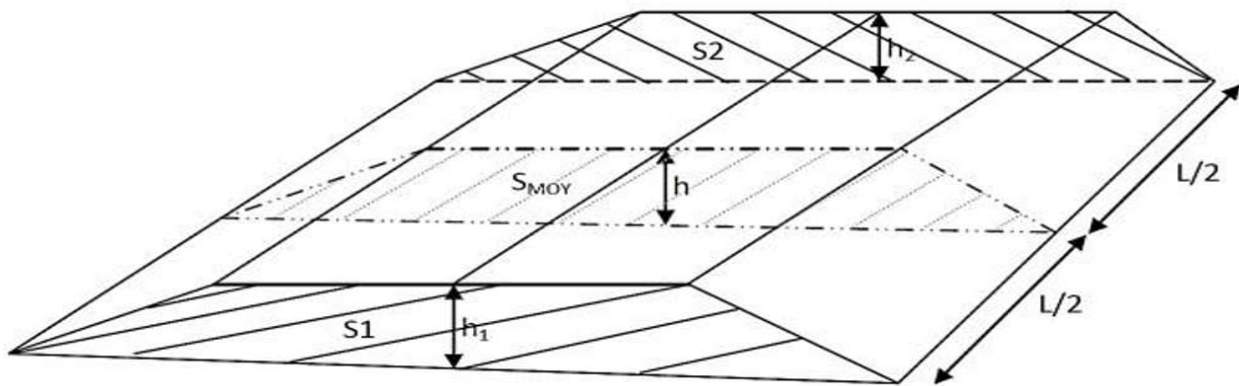


Figure IV:5 Les positions des sections dans un profil en long

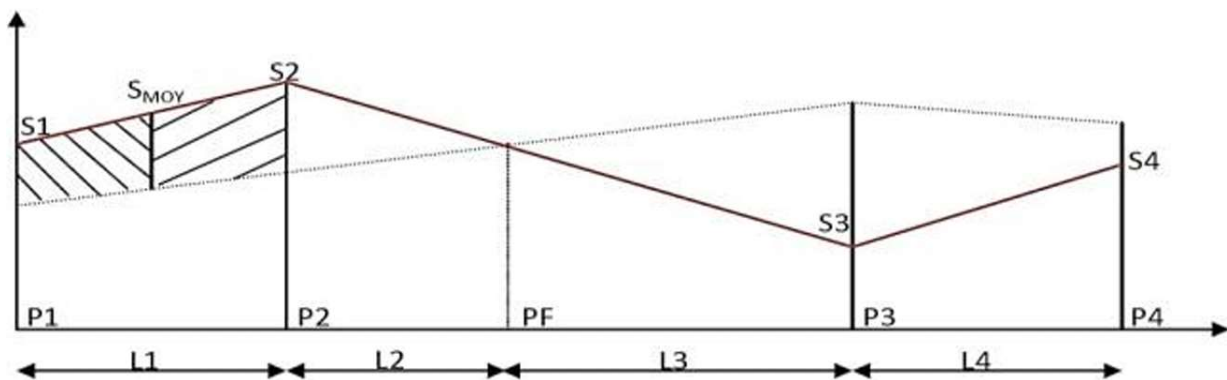


Figure IV:6 Section des profils d'un tracé routier.

- Pf : profil fictive, surface nulle.
- Si : surface de profil en travers Pi
- Li : distance entre ces deux profils
- Smoy : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li) Pour éviter des calculs trop longs, cette formule est simplifiée en considérant les deux

Pour éviter des calculs longs, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions SMOY et  $(S1+S2)/2$ .

Ça nous donne :

$$V = \frac{L_i}{6} (S_i + S_{i+1})$$

Donc :

$$V = \frac{L_1}{6} (S_1 + S_2) \text{ Entre } P1 \text{ et } P2$$

$$V = \frac{L_2}{6} (S_2 + 0) \text{ Entre } P2 \text{ et } PF$$

$$V = \frac{L_3}{6} (0 + S_3) \text{ Entre } PF \text{ et } P3$$

$$V = \frac{L_4}{6} (S_3 + S_4) \text{ Entre } P3 \text{ et } P4$$

Le volume total est la somme des volumes V1, V2, V3 et V4

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

### IV.4.3. Calcule des cubatures de projet :

Pour notre projet, le calcul a été réalisée par logiciel CIVIL3D :

- Le volume total des remblais est de : **646 135.01 m<sup>3</sup>**
- Le volume total des déblais est de : **910 404.53 m<sup>3</sup>**

Volume de décapage :

$$V_c = 0.3 * 14000 * 12 = 50\ 400 \text{ m}^3$$

Volume de décapage : **50 400 m<sup>3</sup>**

**CHAPITRE V :**  
**ETUDE GEOTECHNIQUE**

### V.1. INTRODUCTION :

Dans le cadre du projet de dédoublement de la Route Nationale n°08 (RN08), l'étude géotechnique constitue une étape essentielle pour assurer la conception et la réalisation de l'infrastructure dans des conditions optimales de sécurité, de stabilité et de durabilité. Cette étude permet de caractériser les sols et les formations géologiques présentes sur le tracé du projet, d'évaluer leurs propriétés mécaniques et hydrauliques, et d'anticiper les éventuelles contraintes géotechniques susceptibles d'affecter les travaux.

### V.2. CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE :

Du point de vue topographique, le tracé démarre de la fin de l'évitement de Sour El Ghozlane à une altitude de 934.48 environ, elle traverse les plaines, des reliefs et quelques lignes d'eau plus au moins importantes (Chaabets) et oueds avec des altitudes variables et, arrive au début de l'évitement de Dirah 802.02 m environ.

Les lignes d'eau et les oueds existants sur le tracé seront traités respectivement par des dalots et des ouvrages d'Art.

### V.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERALE :

D'après les cartes géologiques AUMALE, OUED OKHRIS, SIDI AISSA, MAGINOT à l'échelle 1/50 000 ème et la visite de site, le long du tracé se caractérise par les formations suivantes :

Du début de projet jusqu'à la région d'elkhoulafat (carte AUMAL 1 /50000), nous remarquons une prédominance de la formation marneuse et calcaire d'âges Crétacé et Paléogène.

Les formations traversées sont les suivantes :

- **Lutétien inférieur- Yprésien** : Calcaires marneux légèrement phosphaté, silex à la base, rares Nummulites au sommet ; microfaune de l'Yprésien et du Lutien inférieur.
- **Maestrichtien -Danien** : Série compréhensive à dominante marneuse dont les affleurements ont une grande extension. Marne à rares bancs de marno-calcaires, peu épais, la microfaune est généralement abondante et caractérise le Danien.
- **Campanien supérieur** : Représenté par de calcaires massifs à patine grise, gris noir avec taches noirâtre en cassure, de minces passées marneuses.

**Turonien supérieur- Coniacien** : Série marneuse, affleurant dans les unités sud telliennes, à microfaune du Turonien supérieur. Marnes dures esquilleuses, avec localement des niveaux de 1 à 5 m d'épaisseur, dans lesquels de minces bancs de calcaires alternent avec les marnes. Reconnaissance par puits à la pelle mécanique :

### V.4. RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES :

La reconnaissance géotechnique a pour but de reconnaître et d'identifier les différentes couches de matériaux constituant le sol support

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE

### V.4.1. Essais in situ :

Reconnaissance par puits à la pelle mécanique :

**Tableau V:1 Puits de reconnaissance**

N° Puits	PK	Profondeur	
K01	4+758	0.0 – 0.6 m	Remblai en argile.
		0.6 – 1.4 m	Argile brune jaunâtre
		1.4 – 2.0 m	Marne altérée argileuse.
		2.0 – 3.0 m	Marne grise friable, traces d'oxydation.
K02	5+560	0.0 – 0.4 m	Terre végétale.
		0.4 – 1.3 m	Argile brune jaunâtre, présence de quelques blocs calcaire
		1.3 – 3.0 m	Argile marron noirâtre.
K03	6+280	0.0 – 0.2 m	Terre végétale.
		0.2 – 1.1 m	Marne grise, traces d'oxydation, taches blanchâtres.
K04	6+580	0.0 – 0.3 m	Corps de chaussée
		0.3 – 1.3 m	Argile schisteuse de couleur brune à passage de marne.
		1.3 – 3.0 m	Marne altérée friable, traces d'oxydation.
K05	7+560	0.0 – 0.4 m	Argile noirâtre.
		0.4 – 0.8 m	Argile jaunâtre
		0.8 – 3.0 m	Argile marron noirâtre.
K06	8+040	0.0 – 0.5 m	Macadam.
		0.5 – 3.0 m	Argile schisteuse brune à éléments de marne grise, présence de blocs calcaire à partir de 2.10 m
K07	8+260	0.0 – 3.0 m	Schiste friable, altéré, parfois argileux, présence des traces d'oxydations.
K08	8+480	0.0 – 0.2 m	Terre végétale.
		0.2 – 3.0 m	Argile schisteuse brune à schiste argileux.
K09	8+980	0.0 – 1.4 m	Remblai (20 Cm tuf, 20 Cm revêtement, TVC)
		1.4 – 3.0 m	Schiste altéré friable altéré.
K10	9+860	0.0 – 1.4 m	Remblai (20 Cm tuf, 20 Cm revêtement, TVC)
		1.4 – 3.0 m	Argile limoneuse brune.
K11	10+020	0.0 – 0.5 m	GNT
		0.5 – 3.0 m	Argile limoneuse brune.
K12	10+460	0.0 – 0.3 m	Terre végétale
		0.3 – 3.0 m	Argile brune légèrement sableuse, présence de racines d'arbre jusqu'à 2.0 m.
K13	11+000	0.0 – 0.6 m	Terre végétale.
		0.6 – 3.0 m	Argile brune légèrement sableuse.
K14	11+400	0.0 – 0.3 m	Terre végétale
		0.3 – 3.0 m	Argile brune jaunâtre, légèrement sableuse, présence de quelques galets.
K15	12+040	0.0 – 0.7 m	Grave argileuse.
		0.7 – 3.0 m	Argile brune jaunâtre, légèrement limoneuse, aspect schisteux.
K16	12+500	0.0 – 0.2 m	Terre végétale.
		0.2 – 3.0m	Argile jaunâtre limoneuse, aspect schisteux.

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE

K17	12+720	0.0– 2.0 m	Argile schisteuse jaunâtre à éléments de schiste, présence de taches blanchâtre et violacées. (Refus au creusement à 2.0 m)
K18	13+260	0.0 – 0.2 m 0.2 – 1.4 m 1.4 – 1.6 m 1.6 – 3.0 m	Terre végétale. Argile limoneuse brune. Galets et blocs à matrice argileuse. Argile limoneuse brune, carbonatée, présence de taches blanchâtre.
K19	13+620	0.0 – 0.2 m 0.2 – 0.4 m 0.4 – 3.0 m	Terre végétale. TVO (tout venant d'oued). Argile limoneuse brune, présence de taches blanchâtre.
K20	14+320	0.0 – 0.3 m 0.3 – 3.0 m	TVC (tout venant de carrière). Argile limono-sableuse brune jaunâtre, présence de taches noirâtre.
K21	15+400	0.0 – 0.4 m 0.4 – 3.0 m	Remblai en TVC+TVO (tout venant de carrière). Argile limoneuse brune, présence de taches blanchâtre.
K22	15+720	0.0 – 0.2 m 0.2 – 3.0 m	Terre végétale. Argile limoneuse brune jaunâtre, aspect schisteux.
K23	16+520	0.0 – 0.5 m 0.5 – 3.0 m	Remblai en argile brune à éléments de schiste. Argile limoneuse brune jaunâtre à taches blanchâtre.
K24	17+000	0.0 – 0.6 m 0.6 – 3.0 m	Remblai en argile brune. Argile limoneuse brune jaunâtre, aspect schisteux.
K25	17+867	0.0 – 1.2 m 1.2 – 3.0 m	Remblai en TVO. Argile schisteuse brune jaunâtre devienne compacte à partir de 1.5 m.
K26	18+627	0.0 – 0.8 m 0.8 – 3.0 m	Remblai. Argile schisteuse brune jaunâtre.

Description géologique du tracé : Géologiquement, le tracé entre Sour El Ghozlane et Dirah est caractérisé par deux types de sols : sol argileux et schiste gris.

### V.4.2. Les essais de laboratoire :

Afin d'identifier le sol support ainsi que les différents sols rencontrés et afin de connaître leurs caractéristiques géotechniques, le laboratoire central des travaux publics ont programmé les essais que voici :

Granulométrie, Teneur en eau, Limites d'Atterberg, Proctor modifié, Essai CBR imbibé à 4 jours.

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE

### V.4.2.1. Essais teneur en eau et granulométrie :

**Tableau V:2 Résultats d'essais teneur en eau et granulométrie**

N° Puits	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Analyse granulométrique		
			%>50mm	%>20mm	%<0.08mm
K01	0.6 – 1.4	11.11	0	68	25
K02	0.4 – 1.3	2.6	0	74	54
K04	0.3 – 1.3	6.3	0	46	28
K05	0.8 – 3.0	21.6	0	98	92
K08	0.2 – 3.0	13.4	0	83	64
K09	0.0 – 1.4	10.1	16	31	15
K10	1.4 – 3.0	15.9	0	96	67
K12	0.3 – 3.0	10.2	0	93	80
K13	0.6 – 3.0	16.7	0	98	88
K15	0.0 – 0.7	15.2	5	61	25
K16	0.2 – 3.0	414.8	0	93	68
K17	0.0 – 2.0	17.7	2	66	32
K18	0.2 – 1.4	14.2	0	98	84
K20	0.3 – 3.0	15.4	0	93	46
K25	1.2 – 3.0	13.2	0	97	78

### V.4.2.2. Essai limites d'Atterberg :

#### Résultats d'essai limites d'Atterberg :

**Tableau V:3 Résultats d'essai limites d'Atterberg**

N° Puits	Profondeur (m)	Limites d'Atterberg :		
		WL%	WP%	IP%
K01	0.6 – 1.4	38	25	13
K02	0.4 – 1.3	37	22	15
K04	0.3 – 1.3	34	19	15
K05	0.8 – 3.0	50	34	16
K08	0.2 – 3.0	46	27	19
K09	0.0 – 1.4	34	21	13

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE

K10	1.4 – 3.0	44	25	19
K12	0.3 – 3.0	47	26	21
K13	0.6 – 3.0	44	18	26
K15	0.0 – 0.7	30	12	18
K16	0.2 – 3.0	44	23	21
K17	0.0 – 2.0	45	27	18
K18	0.2 – 1.4	42	27	15
K20	0.3 – 3.0	36	27	9
K25	1.2 – 3.0	46	32	14

### V.4.2.3. Essai Proctor modifié :

Tableau V:4 Résultats d'essai Proctor modifié

N° Puits	Profondeur (m)	Proctor modifié	
		W%	$\gamma_d(t/m^3)$
K01	0.6 – 1.4	12.1	1,96
K02	0.4 – 1.3	9.6	1.96
K04	0.3 – 1.3	7.5	2.11
K05	0.8 – 3.0	12.6	1.69
K08	0.2 – 3.0	8.2	2.02
K09	0.0 – 1.4	7.2	2.18
K10	1.4 – 3.0	9.7	1.94
K12	0.3 – 3.0	11.1	1.91
K13	0.6 – 3.0	11.3	1.84
K15	0.0 – 0.7	7	2.11
K16	0.2 – 3.0	10.4	1.83
K17	0.0 – 2.0	9.5	1,94
K18	0.2 – 1.4	9.2	1.79
K20	0.3 – 3.0	12.2	1.84
K25	1.2 – 3.0	11.7	1.81

**V.4.2.4. Essai CBR imbibé à 4 jours :****Tableau V:5 Résultat CBR imbibé à 4 jours**

<b>N° Puits</b>	<b>Profondeur (m)</b>	<b>CBR (95% OPM)</b>
K01	0.6 – 1.4	7.33
K02	0.4 – 1.3	5.12
K04	0.3 – 1.3	2.66
K05	0.8 – 3.0	2.87
K08	0.2 – 3.0	1.82
K09	0.0 – 1.4	17.92
K10	1.4 – 3.0	7.79
K12	0.3 – 3.0	3.82
K13	0.6 – 3.0	3.15
K15	0.0 – 0.7	12.8
K16	0.2 – 3.0	15,57
K17	0.0 – 2.0	14.8
K18	0.2 – 1.4	2.7
K20	0.3 – 3.0	3.03
K25	1.2 – 3.0	1.46

**V.4.3. Commentaires des résultats des essais de laboratoire :**

L'analyse des résultats des essais réalisés permet de distinguer deux natures de sol (sol argileux, schiste gris).

Le sol argileux présente dans l'ensemble une teneur en eau moyenne, une granulométrie des sols fin et un indice CBR qui varie de 1.46 à 17.92.

Selon le GTR les sols rencontrés sont de classe A2 (sols fins) qui sont subdivisés en sous classe A2.

### V.5. STABILITE DES TALUS :

Le dédoublement de la route traverse un relief montagneux ce qui nécessite des déblaiements importants qui vont créer des talus qu'il y'a lieu d'assurer leurs stabilités et leurs protections contre les érosions et les glissements.

Le programme de reconnaissance géotechnique a été arrêté comme suit :

- 01 sondage pressiométrique de 18 m de profondeur.
- 01 sondage carotté de 18 m de profondeur, avec essais de laboratoire sur des échantillons de sols prélevés lors du forage.

#### V.5.1. Reconnaissance du site :

Situation géographique : Le déblai se localise sur l'axe principal de la RN8 au coordonnées  $x=565578.00$ ,  $y=3995099.00$ .

Géologie : La géologie du site présente les formations schisteuses.

#### V.5.2. Reconnaissance des sols :

Sur site ils ont réalisé :

- Un sondage carotté de 18 m de profondeur.
- Un sondage pressiométrique de 18m de profondeur.

#### V.5.3. Résultats des investigations :

##### V.5.3.1. Résultats du sondage carotté

Le détail de la coupe lithologique obtenue à partir du sondage carotté SC1 est comme suit :

0.0 à 1.50 m : schiste argileux de couleur brune

1.50 à 5.5 m : schiste très altéré, présence des traces d'oxydation.

5.50 à 9.3 m : schiste altéré récupéré en fragments

. 9.3 à 18.0 m : schiste gris, fissures obliques.

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE

### V.5.3.2. Résultats du sondage pressiométrique :

Les résultats des essais au pressiomètre sont résumés dans les tableaux suivants :

**Tableau V:6 Résultats des essais au pressiomètre**

Profondeur	Module pressiométrique E(bars)	Pression limite PL (bars)	E/PL
1.0	245	18.19	13.46
2.0	579.05	39.05	14.82
3.0	534.56	36.36	14.70
4.0	703.10	50.42	13.94
5.0	873.13	53.24	16.40
6.5	440.26	48.94	9.00
8.0	1513.34	49.99	30.27
9.5	1427.17	50.00	28.54
11	2509.38	49.38	50.81
12.5	2065.38	49.52	41.71
14	2056.90	49.69	41.39
15.5	1729.82	49.64	34.84
17.0	2146.85	49.80	43.10

#### Commentaire :

Selon le RPA99, les résultats des essais pressiométriques montrent que le sol qui constitue le terrain est classé dans la catégorie « S1 » (Sol rocheux).

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE

### V.5.3.3. Résultats des essais de laboratoire :

Les résultats obtenus sont les suivants :

**Tableau V:7 Résultats des essais de laboratoire**

Sondage	SC1					
	2.0 – 2.2	8.6 – 8.7	9.4 – 9.5	13.3 – 13.2	16 – 16.2	17.9 - 18
Profondeur						
Teneur en eau w%	9.2	4.3	3.0	2.0	2.5	2.2
Densité $\gamma_h$ (t/m <sup>3</sup> )	2.1	2.4	2.5	2.6	2.6	2.6

NB : Aucun essai mécanique n'a pu être réalisé, vu la nature schisteuse des formations traversées.

#### Commentaires :

Schiste : Il s'agit d'un sol dense, aspect rocheux.

### V.5.3.4. Résultats des analyses chimiques sommaires des sols :

**Tableau V:8 Résultats des analyses chimiques sommaires des sols**

Composants	Pourcentage
	SC1(7.0 – 7.5 m)
Sulfates (CaSO <sub>4</sub> ,2H <sub>2</sub> O)	Traces
Chlorures (NaCl)	0.35%
Carbonates (CaCO <sub>3</sub> )	25.00%
Anhydride carbonique (CO <sub>2</sub> )	11.00%

#### Commentaires :

D'après ces résultats, les sols analysés ne présentent pas de risque d'agressivité vis-à-vis des bétons.

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE

### V.6. RECHERCHE DES GITES :

Dans le cadre de l'étude du dédoublement de la RN8 une recherche de gite d'emprunt a été établie.

L'analyse de profil en long de projet montre la présence des remblais et des déblais,

La nature des matériaux des déblais et l'importance des ouvrages en remblais nous a amené à la recherche des gites d'emprunts limitrophes au projet, procédé à l'analyse de matériaux de ces gites et étudier leur utilisation en remblais pour les besoins du projet.

#### V.6.1. Localisation des gites d'emprunts :

Les gites d'emprunts des matériaux concernés par cette étude sont :

- Gite Touta : situé à Dirah centre à 3 Km de la RN8.
- Gite oued guetrini : situé dans la région de Lachouaf.
- Gite Dar Fatma : situé dans la localité Zeboudja à 5 Km de Dirah.
- Gite Djbel Boukedroun : situé au PK133+000 côté droit.

#### V.6.2. Essais de laboratoires :

Tableau V:9 Résultats des essais de laboratoire

Materiaux		Graves argileuses			
Gite		Gite 01 TOUTA	Gite 02 Oued Guetrini	Gite 03 Dar FATMA	Gite 04 Djbel Boukadroun
Teneur en eau nat $w_n(\%)$		7.8	12.7	5.4	11.9
Valeur au bleu de méthylène		1.16	1.08	1.16	1.66
Granulométrie	>50 mm	0.0	0.0	0.0	0.0
	<0.08 mm	61.02	74.70	65.38	63.09
Limites d'atterberg	Wl(%)	48	55	41	52
	Ip(%)	22	17	18	25
Proctor normal	Wopn (%)	12.2	22.4	14.9	1.77
	$\gamma_d(t/m^3)$	1.79	1.59	1.84	15.4
Classification GTR - 2000		A <sub>1</sub> t <sub>s</sub>	A <sub>1</sub> t <sub>s</sub>	A <sub>1</sub> t <sub>s</sub>	A <sub>1</sub> S

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE

Commentaires :

- D'après la granulométrie, nous avons affaire à des sols fins de classe A1
- D'après les limites d'Atterberg, ces sols sont moyennement plastiques.
- D'après leurs teneurs en eau et densités sèches, ces sols sont secs.

### V.6.3. Classification et condition d'emplois des matériaux analysés en remblais selon la réglementation des terrassement routiers « GTR » :

Tableau V:10 classification et condition d'emplois des matériaux analysés en remblais

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai
A <sub>1</sub> S	Ces sols sont difficiles à compacter, il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement de leur état hydrique est nécessaire.	Pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.
		Pluie faible	E : extraction en couches. R : couches minces. C : compactage moyen. H : remblai de hauteur moyenne(<10m).
		Ni pluie Ni évaporation importante	<b>Solution 1 : humidification dans la masse.</b> W : humidification pour changement d'état. R : réglage en couches minces. C : compactage moyen.
			<b>Solution 2 : emploi en état</b> C : compactage intense. H : remblai de hauteur moyenne(<10m).
			<b>Solution 1 : arrosage superficiel.</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état. C : compactage intense.

## CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE

		Évaporation importante	<p>H : remblai de hauteur faible (&lt;5m).</p> <p><b>Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel.</b></p> <p>E : extraction frontale.</p> <p>W : arrosage superficiel.</p> <p>C : compactage intense.</p> <p>H : remblai de hauteur moyenne (&lt;10m).</p> <p><b>Solution 3 : humidification dans la masse.</b></p> <p>W : humidification pour changement d'état.</p> <p>R : réglage en couches minces.</p> <p>C : compactage intense.</p> <p>H : remblai de hauteur moyenne (&lt;10m).</p>
<b>A1ts</b>	<p><b>Sols normalement inutilisables en l'état.</b></p> <p>Leur humidification pour les ramener dans l'état S voire m peut être envisagés sous réserve d'une étude spécifique.</p>		

### Commentaire :

Les matériaux des gites d'emprunts existant à l'alentour du projet sont classés en A1, sont réutilisables seulement pour des remblais de faible à moyenne hauteur.

**CHAPITRE VI :**  
**DIMENSIONNEMENT DE**  
**CORPS DE CHAUSSEE**

### VI.1. INTRODUCTION :

Le corps de chaussée constitue l'élément fondamental de la structure routière, chargé de transmettre les charges du trafic vers le sol support tout en garantissant la durabilité, la sécurité et le confort de circulation.

Le dimensionnement du corps de chaussée constitue une étape essentielle dans la conception des infrastructures routières. Il vise à définir avec précision la composition et l'épaisseur des différentes couches de la chaussée afin d'assurer une résistance adéquate aux sollicitations engendrées par le trafic, notamment celui des poids lourds.

Ce processus repose sur le choix de matériaux adaptés aux exigences techniques, ainsi que sur l'analyse de plusieurs paramètres clés, parmi lesquels :

- Le trafic routier, en particulier la fréquence et la charge des véhicules lourds ;
- Les propriétés des matériaux utilisés pour chaque couche ;
- La portance du sol support, qui influence directement la stabilité et la durabilité de l'ouvrage.

Dimensionner une chaussée routière revient à :

- Sélectionner les matériaux dans les différentes couches
- Définir les épaisseurs de ces couches

### VI.2. METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES :

Le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est un document de référence technique utilisé principalement en France concevoir les structures de chaussées, en tenant compte des contraintes de trafic, des conditions climatiques et des caractéristiques du sol support

Les classes de paramètres qui interviennent dans le dimensionnement d'une chaussée selon la méthode du catalogue algérien sont :

- La sollicitation mécanique provoquée circulation des véhicules (le trafic)
- Les caractéristiques des matériaux utilisée dans les différentes couches
- La qualité du sol-supports de chaussée
- Les conditions climatiques

VI.2.1. Démarche de catalogue

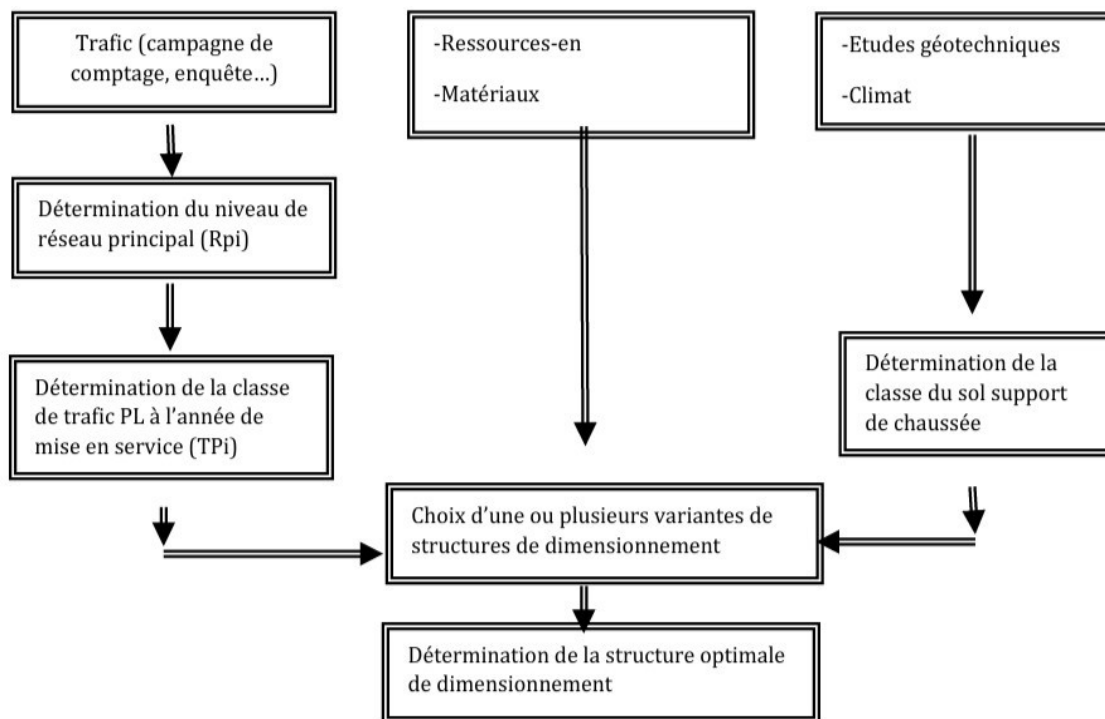


Figure VI:1 Organigramme de la démarche du catalogue

VI.3. APPLICATION DE PROJET :

VI.3.1. Les données climatiques :

Tableau VI:1 zones climatiques

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

Tableau VI:2 Choix de la température équivalente

Zone climatique	I , II	III	IV
Température équivalente	20°C	25°C	30°C

D’après le « catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP 2001) »,

- le site de projet est classé en zone I (Wilaya de BOUIRA)
- La température équivalente est 20 °C
- La Pluviométrie : supérieur 600 mm/an

**VI.4. APPLICATION DE PROJET :**

**VI.4.1. Détermination du type de réseau :**

**Tableau VI:3 Réseaux principaux.**

Réseau principale	Trafic (véhicules/jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

Hiérarchisation de réseau routière

$$TJMA_{2025}=8112v/j > 1500 v/j \Rightarrow RP1 \text{ (réseau principal niveau un)}$$

**VI.4.2. Détermination du Classe de Trafic (TPL<sub>i</sub>) :**

La classe de trafic (TPL<sub>i</sub>) est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service

On a :

- Année de mise en service : 2025
- Le pourcentage des poids lourds : Z =30%.
- Taux de croissance annuelle de trafic : τ= 4%
- La durée de vie : 20ans.
- $TJMA_{2025}=8112v/j$

Route unidirectionnelle à deux voies :

$$TPL_{2025} = \%PL * TJMA$$

$$TPL_{2025} = 0.3 * 8112 = 2434 \text{ PL/J}$$

$$TPL_{2025} = 2434 * \frac{2}{3} = 1623 \text{ PL/j/sens}$$

Répartition transversale du trafic pour une chaussée unidirectionnelle à 2 voies : 90% du trafic poids lourds est sur la voie la plus lente

$$TPL_{2025} = 1623 * 0.9 = 1460 \text{ PL/j/voie la plus chargée}$$

La classe de trafic (TPL<sub>i</sub>) est donnée par le nombre de poids lourds par jour et par sens sur la vois la plus charge

## CHAPITRE IV : DEMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE

**Tableau VI:4 Classes du trafic poids lourd**

TPLi	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/J/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

On a ;  $TPL_{2025} : 1460 \text{ PL/j/voie plus chargée} \rightarrow TPL5$

### VI.4.3. Présentation des classes de portance des sols

Le tableau ci-dessous regroupe les classes de portance des sols supports par ordre croissant de S4 à S

**Tableau VI:5 Classe de portance des sols supports**

Portance	$I_{CBR}$
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

**Tableau VI:6 Portances du sol support.**

Localisation	I CBR	Classe
PK 04+758 au PK 05+500	5.12	S3
PK 05+500 au PK 12+000	4.6	S4
PK 12+000 au PK 12+700	14.39	S2
PK 12+700 au PK 18+723	2.39	S4

Selon le catalogue, pour les sols de classe S3 ou S4 (les sols avec un indice de CBR moins de 10) on utilise une couche de forme pour le ramener à S2 ou à S1 (le recours à une couche de forme dans ce cas est nécessaire)

**Donc notre portance visée est S2.**

**Tableau VI:7 Epaisseur du matériau de couche de forme.**

Classe de portance de sol terrassé	Matériau de couche de forme	Epaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée
<S4	Matériau non traités (*)	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	//	35 cm	S3
S4	//	60 cm ( en 2 couches)	S2
S3	//	60 cm ( en 2 couches)	S2
S3	//	60 cm ( en 2 couches)	S1

## CHAPITRE IV : DEMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE

Dans les sols de classe S3, on doit utiliser une couche de forme de matériaux non traités (du tuf par exemple) avec une épaisseur de 40cm compactée en 2 couches de 20cm comme l'indique la figure ci-dessus.

Dans les sols de classe S4, on doit utiliser une couche de forme de matériaux non traités (du tuf par exemple) avec une épaisseur de 60cm compactée en 2 couches de 30cm comme l'indique la figure ci-dessus.

### VI.4.4. Choix de type de structure

Tableau VI:8 Types de structures.

Types de matériaux	Fiche Structure n°	Type Structure	Zone Climatique (*)
1- MTB (matériaux traités au bitume)	1	GB/GB	I , II
	2	GB/GNT	I , II
	3	GB/GNT	III
	4	GB/SG1	IV
	5	GB/TUF1	III
2-MTLH ((matériaux traités liants hydraulique)	6	GL/GL	I , II
	7	BCg/GC	I , II

On propose deux structures :

- 1- Structure de type GB / GB
- 2- Structure de type GB/GNT

Tableau VI:9 Fiche structure grave bitume/grave bitume

TPLi PL/J/sens	Si	S2	S1	S0
		50Mpa	125Mpa	200Mpa
6000 TPL7 3000		8BB	8BB	8BB
		14GB	12GB	11GB
		15GB	13GB	11GB
3000 TPL6 1500		8BB	8BB	8BB
		12GB	11GB	10GB
		13GB	11GB	10GB
1500 TPL5 600		6BB	6BB	
		11GB	10GB	
		12GB	10GB	

**CHAPITRE IV : DEMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE**

600 TPL4 300	6BB 10GB 10GB		
300 TPL3 150			

**Tableau VI:10 Fiche structure grave bitume/grave non traité**

TPLi PL/J/sens	Si	S2	S1	S0
		50Mpa	125Mpa	200Mpa
6000 TPL7 3000				
3000 TPL6 1500				
1500 TPL5 600	6BB 20GB 30GNT	6BB 14GB 30GNT	6BB 12GB 30GNT	
600 TPL4 300	6BB 15GB 35GNT	6BB 10GB 35GNT	6BB 10GB 20GNT	
300 TPL3 150	6BB 15GB 30GNT	6BB 10GB 25GNT	6BB 10GB 15GNT	

On a un réseau principal (RP1), une zone climatique I, une durée de vie de 20 ans, un taux d'accroissement (4%), une portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL5).

D'après ces données, et selon les fascicules (1, 2, 3) du catalogue Algérien on propose les structures suivantes :

**Structure (GB/GB) : 6BB + 11GB + 12GB**

**Structure (GB/GNT) : 6BB + 15 GB+ 30GNT**

**Remarque :** on propose une couche de forme en TVC pour les sols d'Icbr inférieur de 10

## CHAPITRE IV : DEMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE

**Tableau VI:11 Couches proposées pour les différentes classes du sol de la structure GB/GB**

	Sol classe 4 (Sol visée S2)	Sol classe 3 (Sol visée S2)	Sol classe S2
Couche de roulement	6BB	6BB	6BB
Couche de base	11GB	11GB	11GB
Couche de fondation	12GB	12GB	12GB
Couche de forme pour les sols d'Icbr ≤10	60 TVC (En 2 couches)	40TVC (En 2 couches)	

**Tableau VI:12 Couches proposées pour les différentes classes du sol de la structure GB/GNT**

	Sol classe 4 (Sol visée S2)	Sol classe 3 (Sol visée S2)	Sol classe S2
Couche de roulement	6BB	6BB	6BB
Couche de base	15GB	15GB	15GB
Couche de fondation	30GNT	30GNT	30GNT
Couche de forme pour les sols d'Icbr ≤10	60 TVC (En 2 couches)	40 TVC (En 2 couches)	

### VI.4.4.1. Comparaison économique entre les deux structures :

On a :

- 01 tonne de BB = 7500DA
- 01 tonne de GB = 7000DA
- 01 m<sup>3</sup> de GNT = 3000 DA
- La masse volumique de BB :  $\rho_{BB} = 2.4 \text{ T/m}^3$
- La masse volumique de GB :  $\rho_{GB} = 2.4 \text{ T/m}^3$

**Structure 1 :**

**6BB + 11GB + 12GB**

$$\text{Montant}_{BB} = 1 * 1 * 0.06 * 2.4 * 7500 = 1\ 080\text{DA/m}^2$$

$$\text{Montant}_{GB} = 1 * 1 * 0.11 * 2.4 * 7000 = 1\ 848\text{DA/m}^2$$

$$\text{Montant}_{GB} = 1 * 1 * 0.12 * 2.4 * 7000 = 2\ 016\text{DA/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Montant totale de la structure } 6BB + 11GB + 12GB &= 1\ 080 + 1\ 848 + 2\ 016 \\ &= \mathbf{4\ 944\text{DA/m}^2} \end{aligned}$$

**Structure 2 :**

**6BB + 15GB + 30GNT**

$$\text{Montant}_{BB} = 1 * 1 * 0.06 * 2.4 * 7500 = 1080\text{DA/m}^2$$

## CHAPITRE IV : DEMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE

$$\text{Montant}_{GB} = 1 * 1 * 0.15 * 2.4 * 7000 = 2520 \text{DA/m}^2$$

$$\text{Montant}_{GNT} = 1 * 1 * 0.3 * 1 * 3000 = 900 \text{DA/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Montant totale de la structure } 6BB + 15GB + 30GNT &= 1\ 080 + 2520 + 900 \\ &= \mathbf{4500 \text{DA/m}^2} \end{aligned}$$

Donc :

On choisit la structure : **6BB + 15GB + 30GNT**

### VI.4.5. Vérification en fatigue des structures et de déformation du sol support :

Il faudra vérifier que  $\epsilon_t$  et  $\epsilon_z$  calculées à l'aide d'ALIZE LCPC, sont inférieurs aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à  $\epsilon_{t, adm}$  et  $\epsilon_{z, adm}$ .

#### VI.4.5.1. Déformation admissible sur le sol support

$$\epsilon_{z, adm} = 22 * 10^{-3} * TCE^{-0.235}$$

Où  $TCE_i$  : trafic cumulé équivalent de 14 tonnes sur la durée de vie analysée

$$TCE_i = TPL_i * \frac{(1+i)^n - 1}{i} * 365 * A$$

Avec :

i: taux d'accroissement ( $\tau$ ) pris égal à 4%

n : durée de vie = 20 ans

$TPL_i = 1460 \text{PL/j/sens}$

A : coefficient d'agressivité

**Tableau VI:13 Valeurs du coefficient d'agressivité A.**

Niveau de réseau principale (RPi)	Types de matériaux et structures	Valeur de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB, GB/TUF, GB/SG...	0,6



## CHAPITRE IV : DEMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE

E (10°C) Module complexe de matériau bitumineux à 10°C

E ( $\theta_{eq}$ ) : Module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est en fonction de la zone climatique considérée

$\delta$ : f(dispersion),

$$\delta = \sqrt{(SN^2 + (\frac{c}{b} * Sh)^2)}$$

Avec :

SN : dispersion sue la loi de fatigue

Sh : dispersion sur les épaisseurs (en cm)

c : coefficient égal à 0.02

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

**Tableau VI:14 Caractéristiques des matériaux enrobés**

Matériau (MTB)	E(30°C,10Hz) (Mpa)	E(25°C,10Hz) (Mpa)	E(20°C,10Hz) (Mpa)	E(10°C,10Hz) (Mpa)	$\epsilon_6$ (10°C,25Hz) ( $10^{-6}$ )	-1/b	SN (cm)	Sh	$\nu$	kc
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0,35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3
SB	1500	-	-	3000	245	7,63	0,68	2,5	0,45	1,3

**Tableau VI:15 Risque adopté pour un réseau RP1**

	Classe de trafic (TPLi) (PL/J/sens)	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque (%)	GB/GB GB/GNT...	20	15	10	5	2
	GL/GL	15	10	5	2	2
	BCg/GC	12	10	5	2	2

## CHAPITRE IV : DEMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE

**Tableau VI:16 Valeur de t=f(r%)**

<b>r%</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>15</b>
<b>T</b>	<b>-2,054</b>	<b>-1,881</b>	<b>-1,645</b>	<b>-1,527</b>	<b>-1,282</b>	<b>-1,175</b>	<b>-1,036</b>
<b>r%</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>50</b>
<b>T</b>	<b>-0,842</b>	<b>-0,739</b>	<b>-0,674</b>	<b>-0,524</b>	<b>-0,385</b>	<b>-0,253</b>	<b>0</b>

À partir des tableaux précédents, on calcule les différents coefficients pour trouver :

$$k_{ne} = \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b = \left(\frac{9,52 \cdot 10^6}{10^6}\right)^{-0,146} = 0,718$$

$$k_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^{\circ}C, 10Hz)}{E(\theta_{eq}, 10Hz)}} = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = 1,336$$

$$\delta = \sqrt{(0,45^2 + \left(\frac{0,02}{0,146} \cdot 3\right)^2)} = 0,61$$

On a : TPL 5 => r = 10 % t = -1.282

$$k_r = 10^{-tb\delta} = 10^{-(-1,282 \cdot (-0,145) \cdot 0,61)} = 0,77$$

$$k_c = 1,3$$

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6(10^{\circ}C, 25Hz) \cdot K_{ne} \cdot K_{\theta} \cdot K_r \cdot K_c = 100 \cdot 10^{-6} \cdot 0,718 \cdot 1,336 \cdot 0,77 \cdot 1,3$$

$$\varepsilon_{t,adm} = 96,07 \cdot 10^{-6}$$

### VI.4.5.3. Résultats de la modélisation du corps de chaussée avec alizéIII :

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran - cf. C:\Users\RCOM\Desktop\RN08.dat , Charge ...

Etude en APD du dédoublement de la RN°08 du PK 4+758 au PK 18+723							
épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	4000,0 <b>collé</b>	0,350	0,000	54,7	0,441	-0,5	0,658
			0,060	26,0	0,325	56,4	0,589
0,150	7000,0 <b>collé</b>	0,350	0,060	26,0	0,552	17,1	0,589
			0,210	-94,8	-0,875	92,0	0,085
0,300	435,0 <b>collé</b>	0,250	0,210	-94,8	-0,023	215,2	0,085
			0,510	-131,1	-0,066	124,0	0,022
infini	70,0	0,350	0,510	-131,1	-0,001	330,8	0,022

variante 1: Durée= 00:00sec

**Grandeurs affichées**

tableau 1

tableau 3

tableau 5

tableau 7

tableau 2

tableau 4

tableau 6

tableau 8

Déflexion =42,5 mm/100  
entre-jumelage

Rdc = 684,2 m

Imprimer

Enregistrer

Voir Chargt.

Fermer

Tableau VI:17 Tableau de comparaison des résultats

	Déformations admissibles	Déformations calculées par alizé
$\epsilon z$ sol support	$504 * 10^{-6}$	$330.8 * 10^{-6}$
$\epsilon t$ à la base de GB	$96.07 * 10^{-6}$	$94.8 * 10^{-6}$

On a :  $\epsilon t < \epsilon t.ad$  et  $\epsilon z < \epsilon z.ad$  pour toutes les structures), donc elles sont vérifiées.

### CONCLUSION :

Le corps de chaussée adopté pour notre projet est :

Une couche de roulement de 06cm d'épaisseur en béton bitumineux (BB 0/14) ;

Une couche de base de 15 cm d'épaisseur en grave bitume (GB 0/20) ;

Une couche de fondation de 30 cm d'épaisseur en grave concasse (GNT 0/31.5) ;

La classe de portance visée avant la réalisation du corps de chaussée est S2, donc la nécessité d'une couche de forme (Tuf / TVO) est variable selon la portance du sol support et prendre les

Une vérification de la valeur de **EV2** après la mise en œuvre de la couche de forme qui doit être supérieur ou égal à 70 MPA

Résultats des indices ICBR, nous proposons les sections suivantes :

Du Pk 04+758 au PK 05+500, il nécessite une couche de forme de 40 cm en TVC.

Du Pk 05+500 au PK 12+000, il nécessite une couche de forme de 60 cm en TVC.

Du Pk12+000 au PK 12+700, il ne nécessite pas une couche de forme.

Du Pk 12+700 au PK 18+723, il nécessite une couche de forme de 60 cm en TVC.



**CHAPITRE VII :**  
**ETUDE HYDRAULIQUE**

### VII.1. INTRODUCTION :

Dans le cadre du projet de dédoublement de la Route Nationale n°08 entre Sour El Ghozlane et Dirah, l'étude hydraulique constitue une étape essentielle visant à garantir la pérennité et la sécurité de l'infrastructure routière face aux contraintes naturelles. L'objectif principal de cette étude est d'analyser les conditions hydrauliques existantes, d'évaluer les risques liés aux écoulements d'eau, et de concevoir les dispositifs adéquats d'assainissement et de franchissement hydraulique.

Le présent rapport a donc comporté l'explicite la méthodologie utilisée pour la détermination des éléments de crues véhiculées par les bassins versants interceptés par le tracé. L'établissement de ces crues présumées va permettre de dimensionner et/ou valider l'ouverture de tous les passages hydrauliques, qu'ils s'agissent de buses, de dalots ou de ponts par l'analyse hydrologique du bassin versant et l'analyse hydraulique.

L'analyse hydrologique doit permettre de déterminer les débits de crues pour  $T = 10$  ans ;  $T = 50$  ans et  $T = 100$  ans.

L'analyse hydraulique présente la modélisation numérique qui a été utilisée pour définir précisément les dimensions des ouvrages.

### VII.2. SITUATION DU PROJET :

La région de Bouira fait partie du centre de l'Algérie ; la zone d'étude est située au Nord

Les bassins versants de la région font partie des grands bassins versants de l'Algérie N°09 (Isser). Un relief montagneux très complexé dans sa structure et dans sa morphologie. Elle se distingue par un grand massif montagneux.

### VII.3. HYDROLOGIE :

Objet

Le but de l'étude hydrologique est d'évaluer le débit de pointe pour les périodes de retour 10,50 et 100 ans. La démarche suivante a été adoptée :

- Présentation des réseaux hydrographie de la zone d'étude.
- Délimitation du bassin versant sur support topographique 1/25000.
- Une analyse des données aux stations pluviométrique et hydrométriques ; existantes ; sur le bassin versant ou sur des bassins versants voisins.
- Estimation des quantiles des débits de pointe  $Q(T)$ .

#### VII.3.1. Réseaux hydrographie :

Le réseau hydrologique de notre projet s'identifie à la limite de deux grands bassins versant de chott El Hodna et Bassin Versant Soummam dans lequel il se trouve naturellement encaissé. Cette région est caractérisée par un réseau hydrographique très dense parviennent de montagnes du massif Djebel de Zhourich, Koudiet El M'raba , Djebel Hamza et Taiara, constitué dans la majeure partie d'oueds intermittents et secs durant plusieurs mois de l'année. Lors des périodes pluvieuses, ils se transforment en véritables torrents, agents d'érosion et de transport de sédiments. La majeure partie des oueds qui travers le couloir du projet ont un régime torrentiel

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

semi-permanent et leurs eaux de ruissèlement s'écoulent, en majorité vers oued Ben Djifel coté Sour el Ghouzlane et oued Djenane coté Sidi Aissa qui s'écoule vers Chott el Hodna.

### VII.3.2. Délimitation des bassins versants :

Le bassin versant, appelé aussi bassin drainage d'un oued, en un point donné de son cours, est l'aire limitée par le contour à l'intérieur duquel l'eau précipitée se dirige vers ce point de l'oued. Le bassin versant a une fonction de collecteur ; il recueille les pluies et les transforme en écoulement à l'exécutoire. Cette transformation est en fonction des conditions climatiques et des caractéristiques physiques du bassin versant.

### VII.3.3. Évaluation des caractéristiques morphologiques :

La détermination des caractéristiques morphologiques des bassins versants consiste à calculer, et/ou à évaluer, les paramètres explicatifs, indispensables à l'évaluation des débits de crues.

- La surface du bassin versant (Km<sup>2</sup>).
- Le périmètre (Km).
- La longueur du talweg (Km).
- L'altitude max (m).
- L'altitude min (m).
- La pente moyenne (% ou en m/m).
- Le temps de concentration (heure).

**Tableau VII:1 caractéristiques morphométriques des bassins versant**

N°BV	PK	Surface	Périmètre	H max	H min	H moy	L (Km)	Pente %
BV1	4+931.34	0,027	1,055	970	940	955	0,27	9
BV2	5+054.33	0,405	2,846	1028	944	986	0,96	8
BV3	5+578.26	0,137	1,799	1028	964	996	0,577	9
BV4	5+ 810.72	0,052	0,92357	1018	970	994	0,18	10,7
BV5	6+112.88	0,894	5,867	1200	984	1092	1,42	5,3
BV6	6+428,51	1,064	4,41	1096	997	1046,5	1,4	4,7
BV7	6+839.24	0,071	1,161	1054	1016	1035	0,35	8,4
BV8	7+190.62	0,155	1,57	1063	1024	1043,5	8,5	8,5
BV9	7+798.26	0,04	0,97183	1066	1030	1048	0,2	5
BV10	8+118.26	0,097	1,256	1072	1018	1045	0,376	15
BV11	8+218.26	0,044	0,88147	1059	1010	1034,5	0,243	15
BV12	8+374.37	0,028	0,80893	1048	1002	1025	0,258	16,6
BV13	8+438.26	0,02136	0,77773	1044	996	1020	0,234	16,9
BV14	8+521.22	0,04571	0,95862	1044	992	1018	0,252	18,4
BV15	8+610.80	0,03294	0,9034	1044	982	1013	0,296	18,1
BV16	8+747.92	0,3853	3,455	1101	976	1038,5	1,41	8,4

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

BV17	8+898.26	1,018	5,858	1101	970	1035,5	0,319	15,9
BV18	8+978.26	1,288	5,066	1208	970	1089	1,97	8,3
BV19	9+078.26	0,03156	0,78431	1018	966	992	0,247	21
BV20	9+278.26	0,04168	0,89	1036	968	1002	0,219	21,9
BV21	9+358.26	0,0799	1,404	1086	966	1026	0,303	19,6
BV22	9+538.26	0,01261	0,43741	1002	962	982	0,132	21,9
BV23	9+738.26	0,03789	0,89	1004	944	974	21,9	0,149
BV24	9+870,38	2,909	8,836	1216	938	1077	2,31	5,4
BV25	10+077.28	1,144	5,015	1088	926	1007	2,2	7,8
BV26	10+171.80	0,646	3,712	1050	924	987	1,33	7,2
BV27	10+451.91	0,04171	0,89	966	916	941	0,265	21,2
BV28	10+678.26	0,0839	1,209	982	914	948	0,485	12,8
BV29	10+898.26	0,2227	2,281	1004	910	957	0,87	10,4
BV30	10+971.26	0,0592	1,073	950	908	929	0,313	11,4
BV31	11+098.26	0,02806	0,794	944	906	925	0,258	12,5
BV32	11+170.15	0,01623	0,617	938	902	920	0,183	13
BV33	11+276.04	0,03222	0,866	934	900	917	0,144	12
BV34	11+542.02	0,618	3,813	1034	898	966	1,72	7,5
BV35	11+737,30	0,03252	0,778	912	892	902	0,193	8
BV36	11+833.96	0,01511	0,605	912	892	902	0,183	9,5
BV37	11+976.55	0,2069	2,09	950	890	920	0,761	7,2
BV38	12+178.26	0,03988	0,8444	904	884	894	0,233	8,4
BV39	12+401.59	0,572	4,455	1036	878	957	1,92	7,6
BV40	12+544.01	0,02152	0,60741	910	880	895	0,148	16
BV41	12+638.26	0,0132	0,51134	904	880	892	0,167	14,4
BV42	12+716,02	0,01446	0,545	904	880	892	0,176	11
BV43	12+958.26	0,02002	0,804	894	872	883	0,247	6,4
BV44	13+470.70	15,014	19,821	1152	864	1008	5,39	3,6
BV45	13+616.03	0,023	1,008	886	864	875	0,33	5,6
BV46	13+652.81	0,01743	0,991	886	862	874	0,308	5,4
BV47	13+709.76	0,02064	0,847	880	860	870	0,248	6,1
BV48	13+857.86	0,02766	0,715	876	858	867	0,264	5,3
BV49	13+918.26	0,01019	0,435	870	858	864	0,115	10
BV50	14+037.35	0,00989	0,395	872	856	864	0,098	11,5
BV51	14+258.02	0,5936	3,468	968	854	911	1,32	7,6
BV52	14+472.29	0,0567	1,084	900	856	878	0,307	13,2
BV53	14+709.94	0,0633	1,09	900	852	876	0,246	11,4
BV54	14+819.23	0,01541	0,57	877	850	863,5	0,115	8,8
BV55	14+958.26	0,319	2,417	936	848	892	0,781	8,6
BV56	15+100.22	0,03124	0,799	878	846	862	0,194	11
BV57	15+193.20	0,01885	0,695	870	844	857	0,192	10,3
BV58	15+324.47	0,02951	0,73	870	842	856	0,163	8,4
BV59	15+565.62	5,428	14,351	1158	840	999	5,86	5

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

BV60	15+848.29	0,02114	0,667	872	842	857	152	12
BV61	16+158.26	17,742	19,543	1234	836	1035	6,58	5,2
BV62	16+368.60	0,109	1,396	916	834	875	0,39	14,2
BV63	16+549.19	0,0515	0,974	860	832	846	0,212	10,1
BV64	16+758.26	0,02183	0,742	858	830	844	0,171	11,7
BV65	16+847.50	0,02271	0,7	852	830	841	0,142	11,7
BV66	17+169,17	0,02191	0,654	848	828	838	0,15	9,2
BV67	17+358.26	0,03436	0,836	844	822	833	0,234	8,4
BV68	17+518.26	56,885	36,558	1232	818	1025	10,9	3,2
BV69	17+669.41	0,0631	1,156	868	816	842	0,312	12,3
BV70	18+705.18	0,2678	2,123	846	802	824	0,722	6

### VII.3.4. Analyse environnementale :

#### VII.3.4.1. Climatologie :

La région d'étude caractérise par un climat de type continental marqué par un été chaud et un hiver plus ou moins rigoureux et des vents forts. Les précipitations sont irrégulières et sont de l'ordre de 400 à 600 mm par an. La saison des pluies s'étend de Novembre à Mars. De Décembre à Janvier, il neige parfois en montagne et la neige peut tenir jusqu'à 1 mois et demi. La température moyenne annuelle est de 18 à 24°C. Elle est maximale au mois de juillet avec 37 à 41°, en revanche elle est minimale au mois de décembre où elle peut descendre jusqu'à 0°.

#### VII.3.4.2. Pluviométrie :

La pluviométrie : est un axe très important du cycle de l'eau, qui conditionne non seulement l'écoulement liquide dans les cours d'eau, mais aussi le taux de transport solide en plus d'autres facteurs bien sûr.

#### VII.3.4.3. Données pluviométriques :

Hydrologiquement parlant et selon la codification des bassins versants établie par l'ANRH, la zone d'étude de notre projet s'inscrit dans la limite du bassin versant de Soummam et Bassin Chott El hodna. Ces derniers bassins occupent globalement l'aire de l'étude. Les deux bassins comprennent plusieurs stations pluviométriques (ANRH), parmi elles des stations qui sont hors service depuis longtemps et d'autres stations qui présentent de longues périodes de discontinuités ainsi que beaucoup de lacunes. Travailler sur ces stations peut avoir un effet négatif sur la qualité de l'information pluviométrique.

Pour notre cas, l'étude sera basée sur les données enregistrées au niveau de la station pluviométrique de BEN DAOUD disponible pour le service de l'ANRH concernant les données des pluies maximales journalières de la zone d'étude.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques de cette station pluviométrique prise en considération dans l'étude.

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

Tableau VII:2 Caractéristiques de la station pluviométrique

N°	Code	Nom	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	15 – 04 – 02	BEN DAOUD	633.85	310.85	850

- **Les précipitations mensuelles :**

Les précipitations moyennes mensuelles sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau VII:3 Précipitations moyennes mensuelles en de la station de BEN DAOUD

Station/mois	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
BEN DAOUD	12.53	12.99	12.23	10.08	14.75	10.26	10.07	17.20	11.94	4.29	1.89	7.74

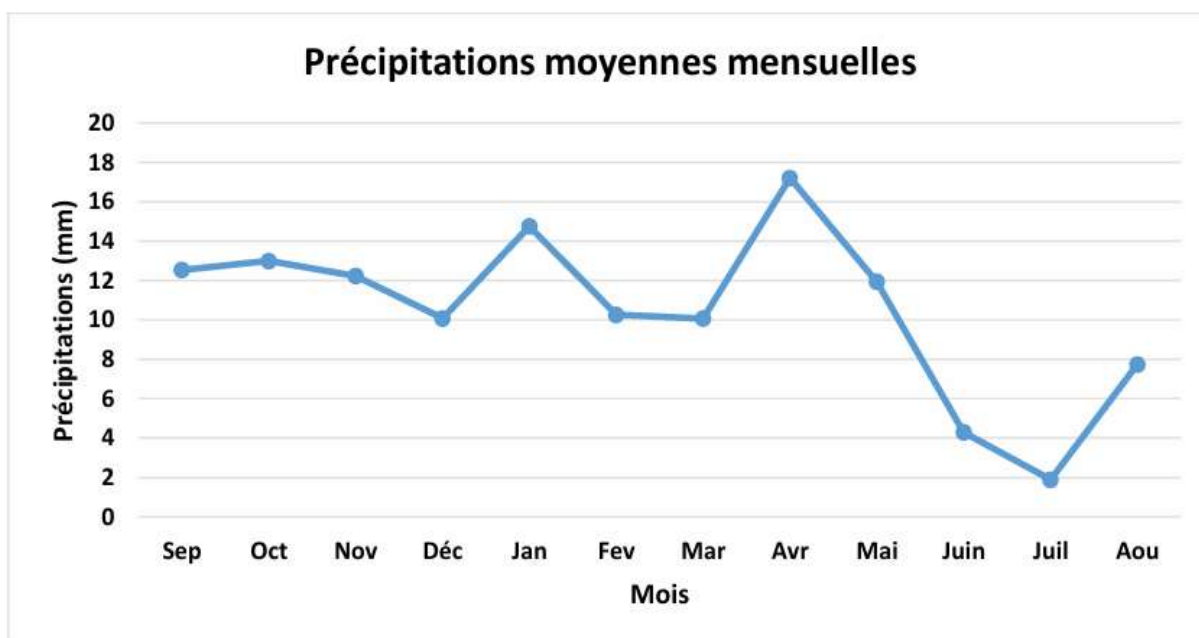


Figure VII:1 Histogramme représentant la moyenne mensuelle des précipitations de la station de BEN DAOUD

D'après La figure ci-dessus, le mois le plus pluvieux c'est le mois d'avril avec une valeur de 17.20 mm et le mois le plus sec c'est le mois de Juillet avec une valeur de 2mm.

- **Les précipitations journalières maximales :**

Les pluies maximales de courte durée sont généralement la cause des crues violentes qui provoquent d'importants dégâts, à ce propos l'étude de ce paramètre doit inciter une grande attention. L'étude des pluies journalières maximales est basée sur les données observées sur la station pluviométrique BEN DAOUD dont les caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

**Tableau VII:4 Les précipitations maximales journalières de la station BEN DAOUD**

<b>Années</b>	<b>1985</b>	<b>1986</b>	<b>1987</b>	<b>1988</b>	<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
<b>Pj max</b>	39	14.7	4	7	5.8	7.74	12.99	17.3	48	43.5	25.1	16.3	35.8	14.7
<b>Années</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	
<b>Pj max</b>	58.6	30.7	16.8	43.4	29.8	22.7	137.2	54.9	55	30.6	27.3	58.9	32.4	

**Tableau VII:5 Tableau des caractéristiques climatiques**

<b>Caractéristique</b>	<b>Station DE BEN DAOUD</b>
<b>Nombre d'observation</b>	<b>26</b>
<b>Minimum (Observé, mm)</b>	<b>4</b>
<b>Maximum (Observé, mm)</b>	<b>58.9</b>
<b>Moyenne (mm)</b>	<b>29.6</b>
<b>Ecart-type (mm)</b>	<b>16.9</b>
<b>Médiane (mm)</b>	<b>30.6</b>
<b>Coefficient de variation (Cv)</b>	<b>0.57</b>

### VII.3.4.4. Étude fréquentielle des pluies journalières maximales :

La pluie maximale de durée t et de période de retour T est calculée par la formule suivante :

$$F(Pj\ max\%) = e^{-e^{-\alpha(Pj\ max\% - x_0)}}$$

Avec :

*Pj max* : Pluie journalière moyenne maximale annuelle, mm :

$\alpha$  : Coefficient d'ajustement  $\alpha = 0.780 / \delta$  :

$\delta$  : Ecart type d'échantillons

$X_0$  : Paramètre de position

$$X_0 = X - 0.557 * 1 / \alpha$$

X : la moyenne d'échantillons

### VII.3.4.5. Les durées de retour de précipitations quotidiennes :

Les durées de retour sont souvent utilisées pour qualifier les événements extrêmes. Partant des séries observées, la détermination des durées de retour de phénomènes extrêmes consiste à

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

calculer quelles sont les valeurs du paramètre susceptibles d'être dépassées en moyenne une fois tous les 10, 50 ou 100 ans.

Tableau VII:6 Quantiles des pluies maximales journalières

Fréquences	Période de retour	$P_{jmaxf\%}(mm)$
10%	10 ans	55.5
2%	50 ans	81.1
1%	100 ans	92

### VII.4. ESTIMATIONS EMPIRIQUES DES DEBITS DE POINTE :

L'estimation des débits de crue correspondant aux bassins versant naturels du projet est fonction de plusieurs facteurs ayant des effets plus ou moins déterminants sur la formation des crues, notamment, la topographie, la climatologie, la morphologie des bassins versant, la géologie, etc... Le débit maximum instantané  $Q_{max}$  peut être estimé pour différentes fréquences de retour à partir des nombreuses formules empiriques appliquées aux conditions de l'Algérie :

#### VII.4.1. Formule rationnelle :

La méthode rationnelle est la méthode de transformation pluie-débit la plus connue et la plus utilisée, Cette méthode exprime le débit maximum en fonction de la superficie, de l'intensité de la précipitation ainsi que du temps de concentration ( $T_c$ ) du bassin (que l'on définit comme étant le temps requis pour qu'une goutte d'eau tombée au point le plus en amont du bassin arrive jusqu'à l'exutoire). Elle utilise les hypothèses suivantes :

- L'intensité de la pluie est constante et est généralisée sur tout le bassin.
- La durée de l'averse excède le temps de concentration  $T_c$ .

Ces hypothèses font que la méthode rationnelle n'est applicable qu'à des petits bassins versants ne dépassant pas les 25 km<sup>2</sup>.

Le calcul du débit par la méthode rationnelle se fait par la formule ci-dessous :

$$Q_{max}(T) = \frac{C_r * P_{(tc,T)} * S}{tc * 3.6} = \frac{C_r * I_{(tc,T)} * S}{3.6}$$

Avec ;

$Q_{max}(T)$  : Débit maximum de la crue de période de retour T en m<sup>3</sup>/s

$P_{(tc,T)}$  : Pluie correspondant au temps de concentration (m).

$I_{(tc,T)}$  : Intensité moyenne de la pluie maximale tombée sur une durée T et de période de retour T, en mm/heure.

(I.e. que  $I_{(tc,T)} = P_{(tc,T)} / tc$ )

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

---

$C_r$ : Coefficient de ruissellement du bassin

$S$  : Taille du bassin en Km<sup>2</sup>

$$P_{(tc.T)} = P_{Jmaxf\%} * \left(\frac{t_c}{24}\right)^b$$

Avec :

$P_{tc}$  : Pluie de courte durée de fréquence donnée, mm

$P_{Jmaxf\%}$  : Pluie journalière de fréquence donnée, mm

$T_c$ : Temps de concentration, heure

$b = 0,32$  : Exposant climatique pour la station de Bouzaréah (K.Body 1981).

### VII.4.2. Formule Crupedix :

Elle provient du Ministère de l'Agriculture (Cemagref,1980). La formule est applicable pour des bassins de superficie supérieure à 10 km<sup>2</sup>, sauf pour la façade méditerranéenne (50 km<sup>2</sup>), et jusqu'à 100 km<sup>2</sup>

$$Q_{10} = R * \left(\frac{P_{10}}{80}\right)^2 * S_{BV}^{0.2}$$

L'évaluation d'un débit de période de retour  $T$  compris entre 10 et 100 ans peut être obtenue par la formule suivante en admettant que la répartition statistique des valeurs observées suive la loi de Gumbel :

$$Q_{100} = Q_{10} + \Delta Q * \left(\frac{y}{2.3} - 1\right)$$

$$\Delta Q = Q_{100} - Q_{10}$$

$$y = (-\ln(-\ln(1 - \frac{1}{T})))$$

avec :

$Q_{10}$  : débit décennal, en m<sup>3</sup>/s.

$R$  : coefficient régional traduisant l'aptitude au ruissellement on prend  $R=1$

$P_{10}$  : pluie journalière de période de retour décennale, en mm

$S_{BV}$ : surface en km<sup>2</sup>  $BV$  : surface en k

### VII.4.3. Formule de Giandotti :

Mise au point en Italie en 1934 pour de petits bassins versants jusqu'à 150 Km<sup>2</sup>, elle tient compte essentiellement des caractéristiques tonométriques du bassin versant.

$$Q_{max} = \frac{A * S * P_{Tc} * \sqrt{H_{moy} - H_{min}}}{4\sqrt{S} - 1.5L}$$

$Q_{max}$  : Débit max de la crue (m<sup>3</sup>/s)

$S$  : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>)

$P_{Tc}$  : Pluie correspondant au temps de concentration (m)

$L$  : Longueur du thalweg principal (km)

$H_{moy}$  et  $H_{min}$  : respectivement altitudes moyenne et minimale du bassin versant. (m)

$A$  : Coefficient fonction des conditions topographiques généralement pris égal à 120 pour de petits bassins de morphologie assez douce.

(I.e. que  $I_{(tc,T)} = P_{(tc,T)} / tc$ )

### VII.5. TEMPS DE CONCENTRATION

Un autre paramètre utilisé pour la méthode rationnelle qui est le temps de concentration. Le « Temps de Concentration » est défini par la durée que met une particule d'eau provenant de la partie du bassin la plus éloignée pour parvenir au point concerné (le point pour lequel la durée d'écoulement est le plus important). Le temps de concentration qui a été reconnu par les Autorités de l'Algérie est déterminé selon les formules qui varient suivant les caractéristiques du bassin.

#### VII.5.1. Méthode de Ventura :

(S inférieur à 5 km<sup>2</sup>) :

$$T_c = 0.127 * \left(\frac{S}{I}\right)^{0.5}$$

Où :

$T_c$  : temps de concentration (h) ;

$S$  : surface (Km<sup>2</sup>) ;

$I$  : pente moyenne du BV (m/m).

#### VII.5.2. Méthode de Passini :

(Compris entre 5 km<sup>2</sup> et 25 Km<sup>2</sup>) :

$$T_c = \frac{0.108(S * L)^{1/3}}{\sqrt{H}/L}$$

Où :

$T_c$  : temps de concentration (h)

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

**S** = surface (Km<sup>2</sup>) ;

**L** : longueur du bassin (km) ;

**H** : différence entre l'altitude maximale et minimale du bassin (m).

### VII.5.3. Méthode de Giandotti :

(S compris entre 25 km<sup>2</sup> et 400 Km<sup>2</sup>) :

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

Où :

**T<sub>c</sub>** : temps de concentration (h)

**S** =surface (Km<sup>2</sup>) ;

**L** : longueur du bassin (km) ;

**H** : Différence entre l'altitude ;

**H<sub>min</sub>** : altitude minimale (en m), **H<sub>moy</sub>** = altitude moyenne (en m).

### VII.5.4. Coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement est le rapport exprimé en pourcentage, entre la quantité d'eau écoulée (ruisselée) par la quantité d'eau précipitée. Sa valeur est en fonction des paramètres suivants : la couverture végétale, la forme, la pente et la nature du terrain. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après :

Nature de la couverture végétale	Terrains + Sable grossier			Terains Argileux ou limoneux			Terains Argileux		
	Moins de 5%	De 5 à 10%	De 10 à 30%	Moins de 5%	De 5 à 10%	De 10 à 30%	Moins de 5%	De 5 à 10%	De 10 à 30%
<b>Bois</b>	0,10	0,25	0,30	0,30	0,35	0,50	0,40	0,50	0,60
<b>Pâturages</b>	0,10	0,15	0,22	0,30	0,36	0,42	0,40	0,55	0,60
<b>Culture</b>	0,30	0,40	0,52	0,50	0,60	0,72	0,60	0,70	0,82
<b>Zone Urbaines</b>	0,40	0,50		0,55	0,65		0,65	0,80	

### VII.6. LE DEBIT DE SATURATION :

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

$$Q_s = S_m * k_{ST} * R_H^{2/3} * J^{1/2}$$

**k<sub>st</sub>** : coefficient de Strickler qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage.

**S** : section mouillée.

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

R : rayon hydraulique (m).

J : la pente moyenne de l'ouvrage.

**Tableau VII:7 Valeurs des coefficients de Strickler**

Ouvrage d'assainissement	En terre	Buses métalliques	Maçonnerie	Dalot (béton)	Béton (buse préfabriquées)
Kst	30	40	50	60	80

### VII.7. CALCUL DU DEBIT D'APPORT :

Par exemple, pour le deuxième bassin versant BV, on a :

$$A = 0.405 \text{ Km}^2$$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{I}} = 0.127 \sqrt{\frac{0.405}{0.08}} \rightarrow t_c = 0.29h$$

$$Q_{\max}(T) = \frac{C_r * P_{(t_c, T)} * S}{t_c * 3.6}$$

$$P_{(t_c, 100)} = P_{J_{\max}\%} * \left(\frac{t_c}{24}\right)^b = 92 * \left(\frac{0.29}{24}\right)^{0.32} \rightarrow P_{(t_c, 100)} = 22.28\text{mm}$$

Cr=Coefficient de Ruissellement : C = 0.72 (terrain argile limoneux avec une pente de 8 %)

$$\rightarrow Q_{\max}(100) = \frac{0.72 * 22.28 * 0.405}{0.29 * 3.6} \rightarrow Q_{\max}(100) = 6.14 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Tableau VII:8 calcul des débits critiques maximaux des crues à l'exutoire des bassins versant**

N°BV	Surface	L (km)	Temps de Concentration		PTc			Débit en (m3/s)				
			Formule de calcul	Tc retenue	T10	T50	T100	Rationnelle			Crupedix	Giandotti
								Q10	Q50	Q100	Q100	Q100
BV1	0.027	0.27	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.27	0.47	0.62	0.38	0,21
BV2	0.405	0.96	Ventura	0.29	13.44	19.64	22.28	2.65	4.64	6.14	3,68	1,76
BV3	0.137	0.577	Ventura	0.16	11.09	16.21	18.39	1.35	2.36	3.13	1,86	0,73
BV4	0.052	0.18	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.53	0.93	1.22	0,73	0,47
BV5	0.894	1.42	Ventura	0.52	16.3	23.82	27.02	3.88	6.8	9	5,48	5,10
BV6	1.064	1.4	Ventura	0.6	17.09	24.97	28.32	4.18	7.33	9.7	5,93	4,09
BV7	0.071	0.35	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.72	1.26	1.67	1,00	0,42
BV8	0.155	8.5	Ventura	0.17	11.42	16.68	18.93	1.43	2.51	3.33	1,98	0,11
BV9	0.04	0.2	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.4	0.71	0.94	0,56	0,33
BV10	0.097	0.376	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.98	1.72	2.27	1,35	0,60
BV11	0.043	0.243	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.44	0.77	1.02	0,61	0,39
BV12	0.028	0.258	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.29	0.5	0.66	0,40	0,28
BV13	0.021	0.234	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.22	0.38	0.5	0,30	0,24
BV14	0.046	0.252	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.46	0.81	1.07	0,64	0,41
BV15	0.033	0.296	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.33	0.59	0.77	0,47	0,34
BV16	0.385	1.41	Ventura	0.27	13.23	19.34	21.94	2.6	4.57	6.04	3,62	1,74

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

BV17	1.018	0.319	Ventura	0.32	13.96	20.4	23.14	6.14	10.77	14.25	8,51	5,07
BV18	1.288	1.97	Ventura	0.5	16.08	23.5	26.66	5.75	10.08	13.35	8,08	6,00
BV19	0.032	0.247	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.32	0.56	0.74	0,45	0,32
BV20	0.042	0.219	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.42	0.74	0.98	0,59	0,46
BV21	0.08	0.303	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.81	1.42	1.88	1,12	0,85
BV22	0.013	0.132	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.13	0.22	0.3	0,18	0,19
BV23	0.038	21.9	Ventura	0.64	17.41	25.43	28.85	0.14	0.25	0.33	0,22	0,02
BV24	2.909	2.31	Ventura	0.93	19.63	28.68	32.54	8.51	14.92	19.74	12,16	13,02
BV25	1.144	2.2	Ventura	0.49	15.94	23.29	26.42	5.21	9.13	12.08	7,31	4,31
BV26	0.646	1.33	Ventura	0.38	14.73	21.53	24.42	3.47	6.09	8.06	4,87	2,88
BV27	0.042	0.265	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.42	0.74	0.98	0,59	0,37
BV28	0.084	0.485	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.85	1.49	1.97	1,18	0,56
BV29	0.223	0.87	Ventura	0.19	11.72	17.12	19.42	1.95	3.42	4.52	2,69	1,11
BV30	0.059	0.313	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.6	1.05	1.39	0,83	0,41
BV31	0.028	0.258	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.28	0.5	0.66	0,40	0,25
BV32	0.016	0.183	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.16	0.29	0.38	0,23	0,19
BV33	0.032	0.144	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.33	0.57	0.76	0,46	0,31
BV34	0.618	1.72	Ventura	0.36	14.53	21.24	24.09	3.42	6	7.94	4,79	2,57
BV35	0.033	0.193	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.33	0.58	0.76	0,46	0,22
BV36	0.015	0.183	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.15	0.27	0.36	0,22	0,14
BV37	0.207	0.761	Ventura	0.22	12.28	17.94	20.36	1.64	2.87	3.8	2,28	0,93
BV38	0.04	0.233	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.4	0.71	0.94	0,56	0,24
BV39	0.572	1.92	Ventura	0.35	14.33	20.93	23.75	3.27	5.73	7.58	4,56	2,45
BV40	0.022	0.148	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.22	0.38	0.51	0,31	0,22
BV41	0.013	0.167	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.13	0.23	0.31	0,19	0,14
BV42	0.014	0.176	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.15	0.26	0.34	0,21	0,15
BV43	0.02	0.247	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.2	0.36	0.47	0,28	0,15
BV44	15.014	5.39	<b>Passini</b>	2.46	26.78	39.14	44.4	22.68	39.78	52.64	33,38	40,70
BV45	0.023	0.33	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.23	0.41	0.54	0,33	0,15
BV46	0.017	0.308	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.18	0.31	0.41	0,25	0,13
BV47	0.021	0.248	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.21	0.37	0.49	0,29	0,15
BV48	0.028	0.264	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.28	0.49	0.65	0,39	0,17
BV49	0.01	0.115	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.1	0.18	0.24	0,15	0,09
BV50	0.01	0.098	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.1	0.18	0.23	0,14	0,11
BV51	0.594	1.32	Ventura	0.35	14.41	21.06	23.89	3.35	5.87	7.77	4,68	2,54
BV52	0.057	0.307	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.57	1.01	1.33	0,80	0,41
BV53	0.063	0.246	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.64	1.12	1.49	0,89	0,49
BV54	0.015	0.115	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.16	0.27	0.36	0,22	0,18
BV55	0.319	0.781	Ventura	0.24	12.79	18.69	21.2	2.32	4.06	5.38	3,22	1,57
BV56	0.031	0.194	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.32	0.55	0.73	0,44	0,27
BV57	0.019	0.192	Ventura	0.15	10.94	15.98	18.13	0.19	0.33	0.44	0,27	0,18
BV58	0,02951	0,163	Ventura	0,15	10,94	15,98	18,13	0,30	0,52	0,69	0,42	0,26
BV59	5,428	5,86	<b>Passini</b>	1,53	23,00	33,61	38,13	11,33	19,87	26,30	16,48	17,29
BV60	0,02114	152	Ventura	0,15	10,94	15,98	18,13	0,21	0,38	0,50	0,30	0,00
BV61	17,742	6,58	<b>Passini</b>	2,31	26,26	38,37	43,53	27,95	49,02	64,87	40,83	48,93
BV62	0,109	0,39	Ventura	0,15	10,94	15,98	18,13	1,10	1,94	2,56	1,52	0,80
BV63	0,0515	0,212	Ventura	0,15	10,94	15,98	18,13	0,52	0,91	1,21	0,73	0,34
BV64	0,04474	0,26	Ventura	0,15	10,94	15,98	18,13	0,45	0,79	1,05	0,03	0,63
BV65	0,02191	0,15	Ventura	0,15	10,94	15,98	18,13	0,22	0,39	0,52	0,31	0,18

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

BV66	0,03436	0,234	Ventura	0,15	10,94	15,98	18,13	0,35	0,61	0,81	0,49	0,23
BV67	56,885	10,9	<b>Giandotti</b>	4,04	31,39	45,86	52,03	61,35	107,58	142,38	90,97	109,84
BV68	0,0631	0,312	Ventura	0,15	10,94	15,98	18,13	0,64	1,12	1,48	0,89	0,48
BV69	0,521	1,08	Ventura	0,40	15,00	21,91	24,86	2,70	4,73	6,26	3,80	2,52
BV70	0,2678	0,722	Ventura	0,27	13,18	19,25	21,84	1,83	3,20	4,24	2,55	1,04

### VII.8. OUVRAGES HYDRAULIQUES :

#### VII.8.1. Types d'ouvrages hydrauliques (OH) courants utilisés :

- Buses : conduites circulaires en béton armé.
- Dalots : ouvrages en béton armé de section carrée ou rectangulaire.
- Pont.
- Le diamètre minimal des buses adopter pour cette route est de bon état. 1000mm sauf l'existante
- Les ouvrages en maçonnerie en mauvaise état et de faibles dimensions seront remplacés avec des ouvrages dalot ou buse selon la capacité d'évacuation de l'ouvrage.
- Les buses 800mm en métal seront démolir et remplacé par des buses 1000mm.

#### VII.8.2. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques (oh) :

Tous les ouvrages hydrauliques seront en béton. Le coefficient de Manning adopté est de 0,015 (pour tenir compte du vieillissement des ouvrages). Le dimensionnement des OH se fait suivant les critères ci-dessous :

- Les vitesses maximales à la sortie des buses et dalots ne doivent pas dépasser 4,0 m/s, cas d'un écoulement non permanent.
- À l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage respectivement, une tête amont et une tête aval sont prévues avec des angles appropriés.
- La hauteur d'eau amont doit être inférieur à 1.2 la hauteur de l'ouvrage ( $H_{\text{amont}} < 1.2H$ )
- La méthode retenue pour le dimensionnement et celle du guide Setra d'assainissement routier.

#### VII.8.3. Facteurs influençant le choix de l'ouvrage hydraulique :

Les facteurs influençant sur le choix de l'ouvrage sont :

- Le débit à évacuer.
- Les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage.
- Coefficient de rugosité.
- Coefficient d'entonnement créant les pertes de charges à l'entrée.
- La largeur du lit.
- La hauteur disponible entre la cote du projet et le lit du cours d'eau.

### VII.8.4. Régime de l'écoulement :

Le régime de l'écoulement du talweg en amont jusqu'en aval à travers l'ouvrage est considéré comme permanent (ses caractéristiques ne varient pas dans le temps) et graduellement varié (ses caractéristiques varient lentement dans l'espace). On distingue trois (3) types de régime en fonction de la géométrie d'une section d'écoulement à une position donnée.

- Régime critique Lorsque la hauteur d'eau nommée ( $hm$ ) calculée pour une section donnée avec un débit donné est égale à la hauteur critique ( $hc$ ) correspondante à ce débit et cette section, le régime est dit critique.
- Régime torrentiel Le régime est dit torrentiel lorsque le  $hm < hc$
- Régime fluvial Le régime est dit fluvial lorsque  $hm > hc$ . La hauteur normale ( $hn$ ) est calculée selon la formule de Manning Strickler. La hauteur ( $hc$ ) critique est calculée à partir de la formule

### VII.8.5. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques :

L'écoulement des bassins versants se draine à travers l'autoroute par des dalots et des buses. Hypothèse de choix de l'ouvrage est relative avec le débit d'apport trouvé

- Pour un débit d'apport  $\leq 3m^3/s$ , on privilégie une buse ;
- Pour un débit d'apport  $\geq 3m^3/s$ , on privilégie un dalot.

#### VII.8.5.1. Dimensionnement des buses :

Le débit de saturation :

$$Q_s = K_{st} * J^{1/2} * Sm * Rh^{2/3}$$

Pour la pente hydraulique des buses « J », on met :  $J = 1\%$ , c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.

- $K_{st}$ : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 80 (aux buses préfabriquées)
- $Sm$ : surface mouillée tel que :  $Sm = 1/2 * \pi * R^2$
- $Rh$  : rayon hydraulique tel que :  $Rh = Sm / Pm = (\pi D^2 / 4) / \pi D = D/4 = R/2$

On a :

$$Q_s = K_{st} * J^{1/2} * Sm * Rh^{2/3}$$

$$Q_s = Q_a \rightarrow R^{8/3} = \frac{2^{5/3} * Q_a}{80 * \pi * \sqrt{J}} \rightarrow R = \left( \frac{2^{5/3} * Q_a}{80 * \pi * \sqrt{J}} \right)^{3/8}$$

#### VII.8.5.2. Application du projet :

Ouvrage numéro 3 :

$$Q_a = 1.35m^3/s \rightarrow R = \left( \frac{2^{5/3} * 1.35}{80 * \pi * \sqrt{0.01}} \right)^{3/8} = 0.52m$$

$$D = 2R = 2 * 0.52 = 1.04m$$

Alors on prend une buse de  $D=1500$  mm

Les conditions d'auto-curage :

Le débit en plein section :

$$Q_{ps} = k_{st} \cdot I^{1/2} \cdot \pi / (2 \cdot R^2 \cdot (R/2)^{2/3}) = 80 \cdot 0.001^{1/2} \cdot \pi \cdot 0.75^{8/3} / 2^{5/3} = 3.67 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = Q_{ps} / S = 3.67 / \pi \cdot 0.75^2 = 2.07 \text{ m/s}$$

$$Q/Q_{ps} = 1.35 / 3.67 = 0.63 \rightarrow V/V_{ps} = 1.06$$

$$V = 1.06 \cdot 2.07 = 2.2 \text{ m/s} < 4 \text{ m/s}$$

Condition vérifiée

$V \geq 0.6 \text{ m/s}$  pour  $Q = 0.1 Q_{ps}$  :

$$R_q = 0.1 \rightarrow R_v = V/V_{ps} = 0.64 \rightarrow V = 0.64 \times 2.07 = 1.32 \text{ m/s} > 0.6 \text{ m/s}$$

Condition vérifiée

$V \geq 0.3 \text{ m/s}$  pour  $Q = 0.01 Q_{ps}$  :

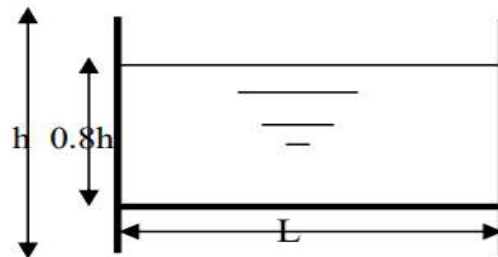
$$q = 0.01 \rightarrow R_v = V/V_{ps} = 0.32 \rightarrow V = 0.32 \times 2.07 = 0.66 \text{ m/s} > 0.1 \text{ m/s}$$

Condition vérifiée

### VII.8.5.3. Dimensionnement des dalots :

Il s'agit d'un petit canal couvert par une dalle, un composant de caniveau ou une structure hydraulique partiellement enterrée, ressemblant à un petit aqueduc en maçonnerie, installé sous les remblais des routes ou des voies ferrées.

Prédimensionnement On fixe la hauteur d'après la configuration du profil en long et on calcule la travée nécessaire et on fixe aussi la hauteur de remplissage à  $\rho = 0.8h$



On a :

Périmètre mouillé :  $P_m = 2 \cdot 0.8 \cdot h + L$

- Section mouillée :  $S_m = 0.8 \cdot h \cdot L$

- Rayon hydraulique :  $R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0.8 \cdot h \cdot L}{1.6 \cdot h \cdot L + L}$

- Pente longitudinale de l'ouvrage  $i$

$$Q_s = k_{st} \cdot S \cdot R_h^{2/3} \cdot i$$

$$\rightarrow Q_s = k_{st} \cdot i^{1/2} \cdot 0.8 \cdot h \cdot L \cdot \left( \frac{0.8 \cdot h \cdot L}{1.6 \cdot h \cdot L} \right)^{2/3}$$

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

Dans notre cas  $K_{st} = 70$  (béton) et  $i$  tirée à partir du levé topographique  $i=0.15\%$ . Le débit rapporté par le bassin versant (connu), doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot. Ce débit est donné par la formule de Manning strickler.  $Q_s \leq Q_a$

$$Q_s \leq k_{st} * i^{\frac{1}{2}} * 0.8 * h * L * \left(\frac{0.8 * h * L}{1.6 * h * L}\right)^{2/3}$$

Et par un calcul itératif on tire la valeur de  $h$  qui vérifie cette inégalité.

### VII.8.5.4. Application au projet :

Ouvrage numéro 2 :

$Q_a = 4.64 \text{ m}^3/\text{s}$  ; et donc :

$$Q_s \leq k_{st} * i^{\frac{1}{2}} * 0.8 * h * L * \left(\frac{0.8 * h * L}{1.6 * h * L}\right)^{2/3}$$

$$Q_s \leq 70 * 0.0015^{\frac{1}{2}} * 0.8 * h * L * \left(\frac{0.8 * h * L}{1.6 * h * L}\right)^{2/3}$$

Si on pose :  $Q_a = Q_s$  et en fixant la largeur  $L = 2 \text{ m}$  on trouve :  $H = 2 \text{ m}$

Donc un dalot de  $2 \times 2 \text{ m}$

**Tableau VII:9 Récapitulatif des ouvrages hydrauliques pour l'évacuation de débit générée par les bassins versants**

N°OH	N°BV	PK	à projeter
1	BV1	4+931.34	A remplacer par 1 $\phi 1000$
2	BV2	5+054.33	A remplacer par dalot 1x (2000x2000)
3	BV3	5+578.26	A remplacer par 1 $\phi 1500$
4	BV4	5+ 810.72	A remplacer par 1 $\phi 1000$
5	BV5	6+112.88	A prolonger par dalot 1x (2000x2000)
6	BV6	6+428.51	A remplacer par dalot 1x (3000x2000)
7	BV7	6+839.24	A remplacer par 1 $\phi 1200$
8	BV8	7+190.62	A remplacer par 1 $\phi 1500$
9	BV9	7+798.26	A remplacer par 1 $\phi 1000$
10	BV10	8+118.26	A remplacer par 1 $\phi 1500$
11	BV11	8+238.26	A remplacer par 1 $\phi 1000$
12	BV12	8+374.36	A remplacer par 1 $\phi 1000$
13	BV13	8+438.26	A remplacer par 1 $\phi 1000$
14	BV14	8+521.22	À conserver et à prolonger coté amont par 1 $\phi 2000$
15	BV15	8+610.80	A remplacer par 1 $\phi 1000$
16	BV16	8+747.92	A remplacer par dalot 1x (2000x2000)
17	BV17	8+898.26	A projeter dalot 2x (2000x2000)
18	BV18	8+978.26	A projeter dalot 2x (2000x2000)
19	BV19	9+078.26	A projeter 1 $\phi 1000$
20	BV20	9+278.26	A projeter 1 $\phi 1000$
21	BV21	9+358.26	A projeter 1 $\phi 1200$
22	BV22	9+538.26	A projeter 1 $\phi 1000$

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

23	BV23	9+738.26	A projeter 1 $\phi$ 1000
24	BV24	9+870.38	A projeter dalot 2x (3000x2000)
25	BV25	10+077.27	A remplacer par dalot 2x (2000x2000)
26	BV26	10+171.80	A remplacer par dalot 1x (3000x2000)
27	BV27	10+451.91	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
28	BV28	10+678.26	A remplacer par 1 $\phi$ 1200
29	BV29	10+897.15	A remplacer par dalot 1x (2000x1500)
30	BV30	10+971.26	A remplacer par 1 $\phi$ 1200
31	BV31	11+098.26	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
32	BV32	11+170.15	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
33	BV33	11+276.04	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
34	BV34	11+542.02	A remplacer par dalot 1x (3000x2000)
35	BV35	11+737.30	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
36	BV36	11+833.96	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
37	BV37	11+976.55	A remplacer par dalot 1x (1500x1500)
38	BV38	12+178.26	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
39	BV39	12+401.59	À conserver et à prolonger par dalot 1x (3000x1500)
40	BV40	12+544.01	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
41	BV41	12+625.26	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
42	BV42	12+716.02	À conserver et à prolonger par 1x $\phi$ 1000
43	BV43	12+958.26	A projeter 1 $\phi$ 1000
44	BV44	13+470.70	OUVRAGE D'ART
45	BV45	13+616.03	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
46	BV46	13+652.81	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
47	BV47	13+709.76	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
48	BV48	13+857.86	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
49	BV49	13+919.78	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
50	BV50	14+037.35	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
51	BV51	14+258.02	À conserver et à prolonger par dalot 1x (2000x2000)
52	BV52	14+472.29	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
53	BV53	14+709.94	A remplacer par 1 $\phi$ 1200
54	BV54	14+819.23	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
55	BV55	14+958.26	A remplacer par dalot 1x (2000x2000)
56	BV56	15+100.22	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
57	BV57	15+193.20	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
58	BV58	15+258.26	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
59		15+324.47	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
60	BV59	15+565.62	A remplacer par dalot 2x (3000x2500)
61	BV60	15+848.29	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
62	BV61	16+158.26	OUVRAGE D'ART
63	BV62	16+368.60	A remplacer par 1 $\phi$ 1500
64	BV63	16+549.19	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
65	BV64	16+758.26	A remplacer par 1 $\phi$ 1000

## CHAPITRE VIII : ETUDE HYDRAULIQUE

66	BV65	16+847.50	A remplacer par 1 $\phi$ 1000
67	BV66	17+169.17	A projeter 1 $\phi$ 1000
68	BV67	17+358.26	OUVRAGE D'ART
69	BV68	17+518.26	A remplacer par 1 $\phi$ 1200
70	BV69	17+669.41	À conserver et à prolonger par dalot 1x (200x200)
71	BV70	18+705.18	A remplacer par dalot 1(200x150)

### VII.9. CONCLUSION

L'étude hydrologique a permis d'identifier ce qui suit :

70 intersections de cour d'eau et écoulements interceptés par le tracé existant ;

Tous les points d'intersections ont fait part d'analyses topographiques et tous les paramètres ont été identifiés sur la base du fond topographique et Google Earth ;

Une évaluation du débit de projet est faite pour chaque point de traversée.

L'étude hydraulique a traité principalement le dimensionnement des ouvrages hydrauliques et des principes de calcul des dispositifs de drainages adoptés pour assainir l'infrastructure. Une comparaison a été faite entre les ouvrages existants et les ouvrages calculés, afin de conserver et prolonger ; renforcer ou de démolir et remplacer.

**CHAPITRE VIII :**  
**ETUDE ET CONCEPTION**  
**D'ECHANGEUR**

### VIII.1. INTRODUCTION

#### VIII.2. DEFINITION D'UN ÉCHANGEUR :

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

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

On désigne les échangeurs par :

- Nœud : lorsqu'il raccorde une voie rapide avec une autre voie rapide.
- Diffuseur : lorsqu'il raccorde une voie rapide au réseau de voie urbaine classique.
- Mixte : lorsqu'il assure en plus des raccordements de deux autoroutes.

#### VIII.3. ROLE DE L'ÉCHANGEUR :

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

#### VIII.4. REGLE DE CONCEPTION :

Comme n'importe quel ouvrage, la conception d'un échangeur doit être soumise à des règles, pour assurer un bon fonctionnement, on doit éviter :

- Le passage sur terrain agricole.
- Passage au voisinage des habitations et des maisons publiques.
- Passages sur les oueds ou leur voisinage pour ne pas avoir d'ouvrage d'art à construire et de murs de soutènement.
- Les longs alignements droits.
- Les terrassements importants.
- Les sites en courbes à faibles rayons.

#### VIII.5. TYPE D'ÉCHANGEUR :

Le type de l'échangeur à adopter est en fonction de :

- La catégorie et classe des routes en croisement.
- L'importance des différents courants tournant avec leurs volumes.
- Les contraintes topographiques et environnementales.

Selon l'importance des routes à raccorder nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

- Echangeur majeur : raccordement autoroute-autoroute.
- Echangeur mineur : raccordement autoroute-route.

**VIII.5.1. Echangeur majeur :**

L'échangeur majeur relie l'autoroute à l'autoroute sans créer de cisaillement entre les deux autoroutes à raccordement sont :

- Trèfle complet lorsque quatre branches doivent être reliées.
- Bifurcation « Y » lorsque trois branches doivent être reliées.

**VIII.5.2. Echangeur mineur :**

Il est utilisé pour relier une autoroute "route principale" à une route ordinaire "route secondaire". Les schémas du raccordement sont les suivants :

- Losange.
- Demi-trèfle.
- Trompette.

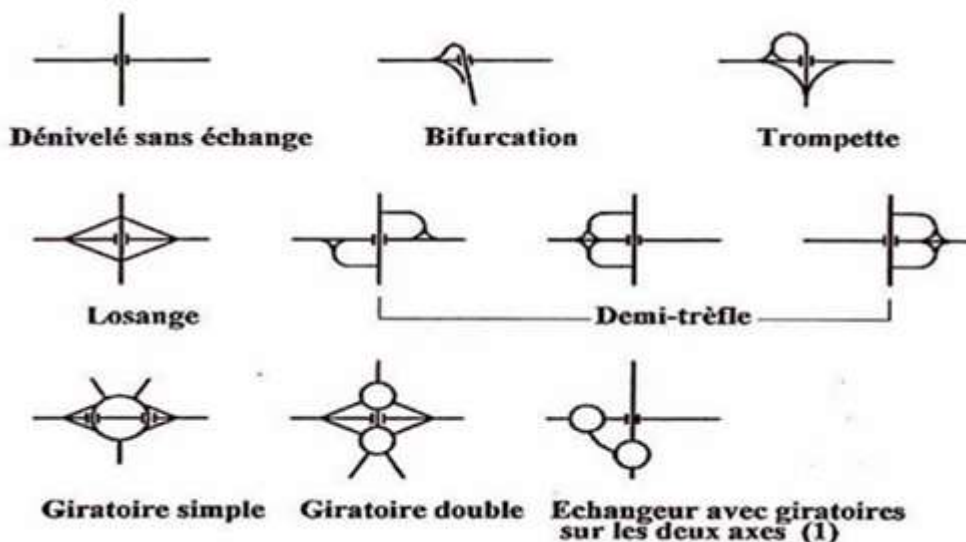


Figure VIII:1 Schémas différents types d'échangeurs

**VIII.6. CONSTITUANTS DE L'ECHANGEUR :**

Les échangeurs sont constitués des éléments suivants :

**Ouvrage d'art :** Il s'agit d'un pont qui assure un passage supérieur ou inférieur ; le nombre des ponts peut être calculé en fonction des paramètres suivants :

- Le choix de l'échangeur à installer.
- Les contraintes du lieu d'installation.
- Les critères de coordination profil en long-trace en plan.
- Les conditions de réglementations et de conception.

**Bretelle :** Il s'agit de voies séparées et reliées entre les deux routes qui se croisent, Chaque bretelle se termine à une de ces extrémités par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération. Il y a trois types de bretelles, comme indiquer sur la figure si dessous :

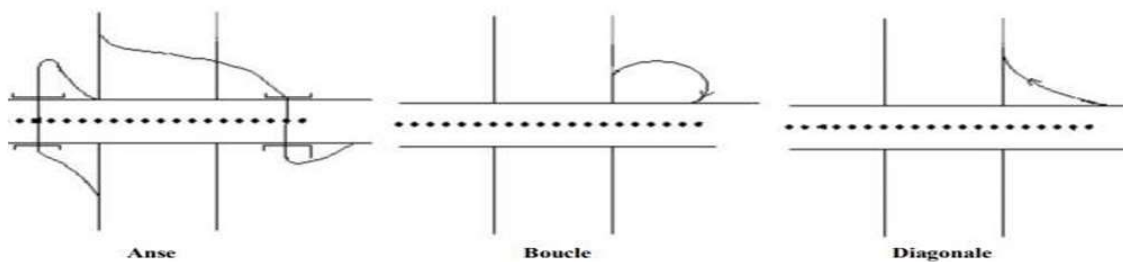


Figure VIII:2 Schéma des types de bretelle

### VIII.7. APPLICATION DE PROJET :

#### VIII.7.1. Description de l'échangeur

Parmi les échangeurs on distingue les nœuds qui assurent les liaisons entre le RN08 et l'évitement de DIRAH.



Figure VIII:3 carte de localisation d'échangeur

- L'échangeur relie la route nationale numéro 08 avec le l'évitement de DIRAH, et distribue le trafic dans trois (3) directions.
- D'où notre échangeur est un échangeur mineur de type trompette.

#### VIII.7.2. Caractéristiques géométriques des bretelles :

##### VIII.7.2.1. Vitesse sur les bretelles :

- La vitesse sur la RN08 est 80 Km/h.
- La vitesse sur l'évitement est 80 Km/h.
- La vitesse sur l'échangeur est 50 à 70 Km/h.

**VIII.7.2.2. Distribution du trafic :**

- L'échangeur distribue le trafic dans trois (3) directions.
- Le trafic inferieure a 1200 uvp/h à la mise en service donc on a choisi des bretelles a une vois

**VIII.7.2.3. Tracé :**

- Valeurs limites des rayons :

Tableau VIII:1 Valeurs des rayons pour les bretelles

	Rayon minimal au devers normal $R_{dn}$	Rayon minimale déversé a 7% $R_m$
Bretelle a une vois circulaire a 70km/h ou moins	300m	40m (Avec 100 m minimum pour la 1 <sup>ère</sup> rencontre hors sortie en boucle 0

- Voie d'accélération :

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

- Une section d'accélération doit permettre d'amener le véhicule à une vitesse conventionnelle d'au moins 55km/h au niveau du point E=1.00m pour une accélération de  $1m/s^2$ . Sa longueur dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle.
- Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m.
- Un biseau long de 75 m.

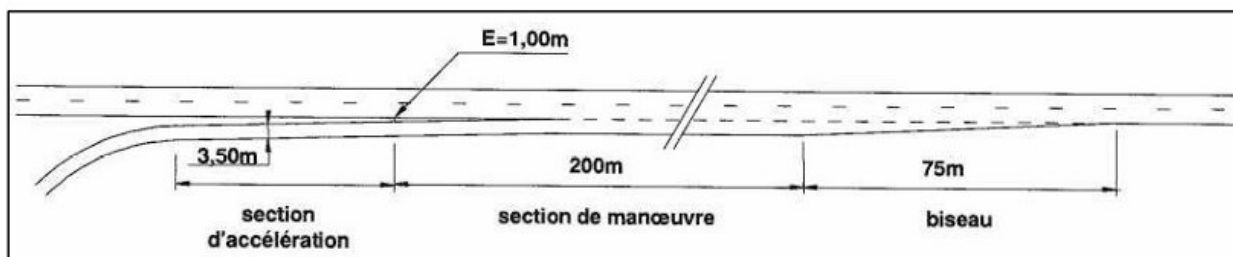


Figure VIII:4 Dispositif d'entrée sur l'autoroute

- Voie de décélération :

- ✓ Une section de manœuvre qui est un biseau contigu à la RN08, longue de 150 m jusqu'à l'endroit où le musoir de divergence atteint une largeur d 1 m.
- ✓ Une section de décélération, dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle (70 km/h, pour un rayon de la bretelle inférieur à 120 m) a la fin de la section de manœuvre, à la vitesse associée au rayon de la première courbe rencontrée avec une décélération en palier de  $1,5 m/s^2$ .

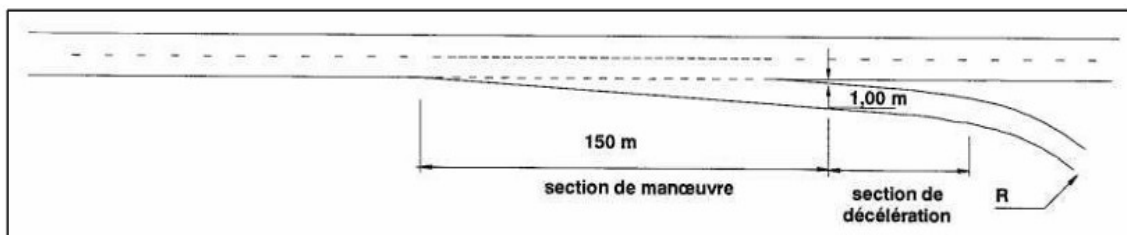


Figure VIII:5 Dispositif d'entrée sur l'autoroute

➤ **Raccordement progressif :**

Une courbe circulaire de rayon inférieure ou égale à 1,5 Rdn est encadrée par deux arcs de clothoïde. si cette condition est trop contraignante, on peut limiter son application aux courbes de rayon inférieure ou égale à Rdn dans les bretelles. la longueur  $L_{cl}$  des arcs de clothoïde est égale :

- Pour les bretelles à une voie, a la plus grande des deux valeurs :

$6 \cdot R^{0.4}$  et  $7|\Delta d|$  ;

Où ;

R : Le rayon de courbure (en m)

$|\Delta d|$  : la différence des pentes transversale des éléments du tracé (en %)

- Le calcul des axes de l'échangeur est traité à l'aide de logiciel civil 3D,
  - Axe 1 (bretelle 1)
  - Axe 2 (boucle)
  - Axe 3 (route d'entrée)
  - Axe 4 (bretelle 2)
  - Axe 5 (bretelle 3)
- Les détails de tracé sont donnés en annexe de l'échangeur

**VIII.7.3. Profil en travers de la bretelle :**

Les largeurs des composants de profil en travers de notre projet sont les suivants :

Tableau VIII:2 Les largeurs des composants de profil en travers

Berme	BDG	Chaussée + S	BDD	Berme
0.5	0.5	3.5+2	1	0.5

**VIII.7.4. Visibilité :**

### VIII.7.4.1. Condition de visibilité :

Principales distances de visibilité :

➤ **Distance d'arrêt :**

La distance d'arrêt est calculée comme la somme de distance de freinage et la distance de perception/réaction.

$$da = 2v + \frac{v^2}{2g(\gamma(v) + p)}$$

Avec :

- V en m/s
- $\gamma(v)$ : décélération moyenne exprimée en fraction de  $g(9.81 \text{ m/s}^2)$ , elle dépend de v
- p : la déclivité, en valeur algébrique

Règle de visibilité sur une entrée d'autoroute

➤ **Distance de visibilité sur marquage :**

$$dVm = 3V$$

Avec : (V en m/s).

➤ **Distance de de manœuvre en sortie (dms) :**

La distance de manœuvre en sortie correspond à la distance parcourue durant 6 seconds :

$$d_{ms} = 6v$$

Avec : (V en m/s).

➤ **Distance de lecture (lc) :**

La distance minimale requise pour qu'un usager puisse lire les informations sur les panneaux de signalisation peut varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que la taille du panneau, le type d'information affichée et les conditions environnementales. Cependant, il existe des recommandations générales basées sur les normes de sécurité

$$Ic = 5V$$

Avec : (V en m/s).

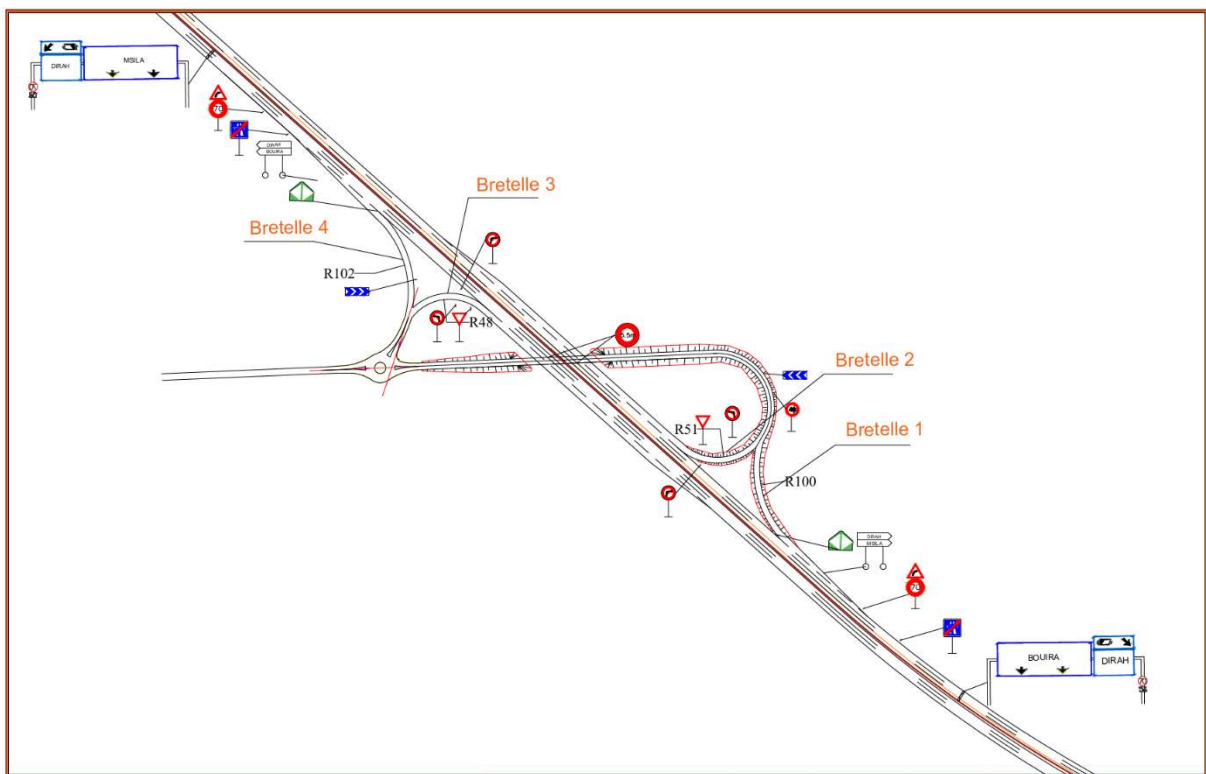
## CHAPITRE VIII : ETUDE ET CONCEPTION D'ECHANGEUR

Les principales valeurs des distances définies ci-avant sont données dans le tableau suivant :

**Tableau VIII:3 Principales distances de visibilité**

Vitesse (km/h)	80 km/h
Vitesse (m/s)	22.22 m/s
Décélération moyenne	$0.25 \text{ m/s}^2$
Distance d'arrêt	125m
Distance de visibilité sur marquage ( $d_{vm}$ )	70m
Distance de de manœuvre en sortie ( $d_{ms}$ )	135m
Distance de lecture ( $l_c$ )	115m

### VIII.7.5. Vue en plan de l'échangeur :



**Figure VIII:6 vue en plan de l'échangeur**

**CHAPITRE IX :**  
**ÉQUIPEMENT DE ROUTE**

### IX.1. SIGNALISATION :

#### IX.1.1. Introduction

La signalisation routière joue un rôle essentiel dans l'organisation et la sécurité du trafic. Elle constitue un langage universel permettant de guider, avertir, réglementer et informer les usagers de la route. Dans le cadre du projet de dédoublement de la Route Nationale n°08 entre Sour El Ghozlane et Dirah, l'aménagement d'une signalisation adéquate est indispensable pour assurer une circulation fluide et sécurisée, tant pendant la phase de travaux qu'après la mise en service de l'infrastructure.

#### IX.1.2. Catégorie de signalisation :

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

#### IX.1.3. Règles à respecter pour la signalisation :

- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter la publicité irrégulière et d'utiliser les signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

#### IX.1.4. Types de signalisation routière

##### IX.1.4.1. La 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 :

##### ▪ Signaux de danger :

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

##### ▪ Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

##### ▪ Signaux à simple indication :

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

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

### **Signaux de position des dangers :**

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

#### **IX.1.4.2. La signalisation horizontale**

La signalisation routière horizontale regroupe, dans le cadre de la signalisation routière, tous les marquages au sol à la peinture, elle est utilisée pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers.

Les marques sur chaussée ont pour fonction de guider l'usager. Elles donnent quatre types d'informations :

- La répartition des espaces de déplacement ;
- Les règles de conduite ;
- Le jalonnement ;
- Le stationnement.

La largeur des lignes des marquages au sol est définie par rapport à une largeur unité 'U' qui est en fonction du type de route :

- U= 7,5 cm sur les autoroutes, routes à chaussées séparées ou à 4 voies en rase compagne
- U= 6 cm sur les routes importantes ;
- U= 5 cm sur les autres routes ;

La signalisation horizontale se divise en trois types :

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

## CHAPITRE IX : ÉQUIPEMENT DE ROUTE

- Modulation des lignes discontinues : Elles sont basées sur une longueur parodique de 13m.

**Tableau IX:1 Caractéristiques des lignes.**

Modulation	Désignation des marques	Largeur
Continue	Délimitation de terre-plein central (TPC)	3U
	Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies, avec deux voies affectées à un sens de circulation et ligne oblique marquant un rétrécissement de route de trois à deux voies.	3U
T1	Ligne axiale ou de délimitation de voie.	2U
T2	Délimitation des voies de décélération, d'insertion ou d'entrecroisement.	5U
	Ligne de rive de chaussée.	3U
T'2	Ligne " CÉDEZ-LE-PASSAGE "	50 cm
T3	Ligne d'annonce d'une ligne continue.	2U
T'3	Ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans les bretelles de raccordement.	3U
T4	Ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence, en section courante (hors bretelles de raccordement) sur autoroutes et routes à chaussées séparées et à carrefours dénivelés.	3U

**Tableau IX:2 Caractéristiques des lignes discontinues**

Rapport Plein/Vide	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Longueur du trait (m)	Type de modulation
≈ 1/3	10	3	T1
	5	1.5	T'1
≈ 1	3.5	6	T2
	0.5	0.5	T'2
≈ 3	1.33	3	T3
	<b>6</b>	20	T'3

### 2. 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 à l'intersection.

### 3. Autre marquage :

- Flèche de rabattement : Une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté 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

### IX.1.5. Application au projet

#### IX.1.5.1. Signalisations verticales :

- Signaux de position des dangers :



GN|A16



GN|A13a



GN|A1d



GN|A1c

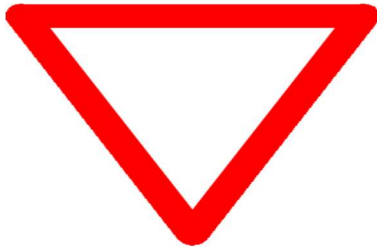


GN|A1a



GN|A1b

▪ Signaux de priorité :



GN|AB3a



GN|A25

▪ Signaux d'interdiction et d'obligation :



B14 – 40



B14 – 80

IX.1.5.2. Signalisations horizontales :

- Le marquage du tracé Les lignes de délimitation de voies sont de type T1 de largeur 2u.
- Les lignes délimitant une bande d'arrêt d'urgence de type T2 de largeur 3u.
- Ligne de Délimitation de terre-plein central (TPC) de type continue de largeur 3u.

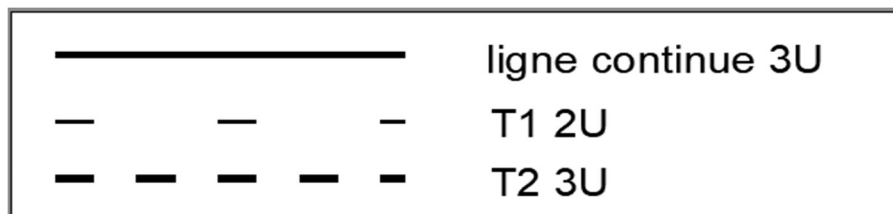


Figure IX:1 les lignes de délimitation de voies dans le tracé

### IX.2. ECLAIRAGE

#### IX.2.1. Introduction

L'éclairage public est l'ensemble des moyens d'éclairage mise en œuvre dans les espaces publics, à l'intérieur et à l'extérieur des villes, très généralement en bordures des voiries et places, nécessaires à la sécurité ou au confort des êtres humains. Pour les routes, on distingue quatre catégories :

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

#### IX.2.2. Paramètres de l'implantation des luminaires :

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

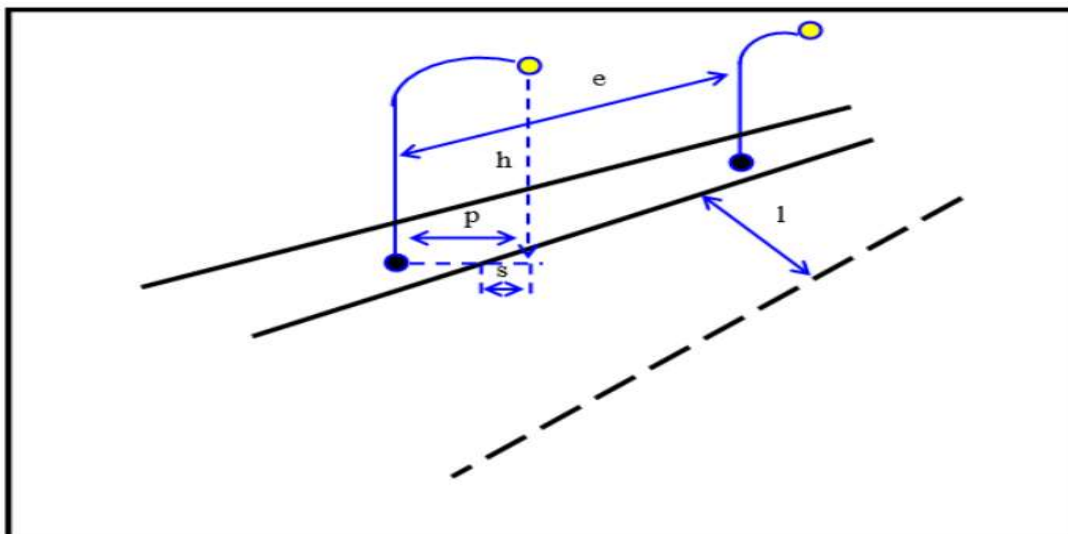


Figure IX:2 Paramètres de l'implantation des luminaires

### IX.3. CONCLUSION :

Le présent chapitre se veut une contribution à l'ensemble de connaissances sur la sécurité routière. Il est à souhaiter qu'il inspire, favorisera une coopération et une innovation accrues et incitera à s'investir davantage dans la prévention des accidents de la circulation dans notre projet.

**CHAPITRE X :**  
**ÉTUDE D'IMPACT SUR**  
**ENVIRONNEMENT**

## **CHAPITRE X : ÉTUDE D'IMPACTE SUR ENVIRONNEMENT**

---

### **X.1. INTRODUCTION :**

L'EIE est un instrument d'aide à la décision dans les différentes étapes de réalisation d'un projet. Elle intègre les aspects économiques, sociaux et environnementaux pour tendre vers la solution de moindre impact et fournit à l'autorité administrative les éléments nécessaires pour :

- Contribuer à l'élaboration d'un projet s'intégrant dans son Environnement ;
- Être un support d'informations sur les risques qui peuvent porter atteinte à la santé humaine et à l'environnement ;
- S'assurer que le projet ne porte pas atteinte à l'environnement ;
- Se prononcer sur la nature et le contenu de la décision à prendre.

L'évaluation d'un impact environnemental est quantifiée grâce à la mesure d'indicateurs de flux et d'indicateurs d'impact potentiels.

Pour réaliser l'étude d'impact, toutes les thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore), mais aussi sur l'environnement de l'être humain doivent être abordées.

### **X.2. CADRE REGLEMENTAIRE :**

Le cadre légal pour les études d'impact sur l'environnement (EIE / NIE) est établi dans la loi 03-10, du 19 juillet 2003,

### **X.3. A QUOI SERT L'EIE ? QUELLE EST SON OBJECTIF ?**

Les méthodes traditionnelles d'évaluation technique et économique des projets ne prenaient pas en considération de manière adéquate les préoccupations environnementales.

L'EIE vient combler cette lacune en intégrant l'évaluation environnementale dans les différentes étapes du projet. Le but ultime étant de s'assurer que le projet prend en considération les impacts négatifs et ne présente pas de risque majeur pour l'environnement. L'étude ou la notice d'impact sur l'environnement doit être en relation avec l'importance des travaux d'aménagement des ouvrages projetés et leurs incidences prévisibles sur l'environnement. Elle est considérée comme un instrument privilégié dans la planification du développement net de l'utilisation des ressources et du territoire. Donc elle doit être conçue et préparé selon une méthode scientifique. En application des dispositions du décret exécutif n° 19-241 du 8 Muharram 1441 correspondant au 8 Septembre 2019 modifiant et complétant le décret exécutif n° 07-145 du 2 Jomada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement. L'étude contient les éléments suivants :

1. La présentation du promoteur du projet, le nom ou la raison sociale ainsi que, le cas échéant, sa société, son expérience éventuelle dans le domaine du projet envisagé et dans d'autres domaines ;
2. La présentation du bureau d'études accompagnée d'une copie de la décision d'agrément délivrée par le ministre chargé de l'environnement ;

3. L'analyse des alternatives et variantes éventuelles des différentes options du projet en expliquant et en fondant les choix retenus aux plans économique, technologique et environnemental ;
4. La délimitation de la zone d'étude en fonction des limites définies par le rayon d'affichage conformément aux dispositions du décret exécutif n° 07-144 du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007, susvisé, pour les installations classées, et sur un rayon ne dépassant pas trois (3) Km pour les projets cités en annexes du présent décret ;
5. La description détaillée de l'état initial du site et de son environnement portant notamment sur ses ressources naturelles, sa biodiversité, ainsi que sur les espaces terrestres, maritimes ou hydrauliques et la qualité de l'air susceptibles d'être affectés par le projet accompagné d'un plan de situation à l'échelle de 1/2.500ème et d'un plan de masse à l'échelle de 1/200ème, et sur lequel figure l'affectation des constructions et terrains avoisinant le site du projet ainsi que toutes les servitudes ;
6. La description détaillée des différentes phases du projet, notamment la phase de construction, la phase d'exploitation et la phase post-exploitation (démantèlement des installations et remise en état des lieux) ;
7. L'estimation des catégories et des quantités de résidus, d'émissions et de nuisances susceptibles d'être générés lors des différentes phases de réalisation et d'exploitation du projet (notamment déchets, chaleur, bruits, radiation, vibrations, odeurs, fumées...)

#### **X.4. DESCRIPTION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE :**

La Wilaya de Bouira se situe dans la région Nord – Centre du pays, à environ 120 Km au Sud Est d'Alger. Bouira est chef-lieu de wilaya. Elle fait partie des wilayat du centre (80 Km de la Mer et à 120 Km d'Alger). La superficie de la commune est de 97 Km<sup>2</sup> soit 2,18 % de la Superficie totale de la wilaya. S'étend sur une superficie totale de 4454 Km<sup>2</sup>, représentant 0,19 % du territoire National. Selon les résultats finals du RGPH d'Avril 2008, elle compte une population de 695 593 habitants. A fin 2008, elle est estimée à 864 790 habitants à fin 2021, elle est estimée à 873 437 habitants à fin 2021 soit une augmentation de 8 647 habitants, avec une densité moyenne de 196 habitants/Km<sup>2</sup>.

##### **Limites géographiques :**

La wilaya de Bouira est limitée :

- Au nord, par les wilayas de Boumerdes et de Tizi-Ouzou ;
- A l'Est, par les wilayas de Bejaia et de Bordj Bou Arreridj ;
- Au Sud, par les wilayas de M'sila et de Médéa ;
- A l'Ouest, par les wilayas de Médéa et de Blida.

### X.5. DESCRIPTION DETAILLÉE DE L'ÉTAT INITIAL DU SITE ET SON ENVIRONNEMENT :

#### X.5.1. Environnement biologique :

##### X.5.1.1. Flore :

En fonction du relief et du climat, la végétation est steppique au sud du Djbel Dirah, forestière dans la région qui s'étend du Nord-Est au Nord-Ouest, et à prédominance céréalière et fruitière à l'ouest (plaine des Arribs), au centre (Zone de Bouira), au Sud-Est. On rencontre de vastes oliveraies pratiquement sur toutes les hauteurs du Nord et particulièrement à M'chedallah, et des cultures maraîchères dans la plaine des Issers notamment. La végétation est principalement méditerranéenne, elle prend les formes du maquis et de la forêt. Elle se compose en majorité d'une combinaison, variable selon l'altitude, Elle illustre les trois types d'essences méditerranéennes qui composent les forêts kabyles : essences à feuilles persistantes, essences à feuilles caduques, essences résineuses.

##### X.5.1.2. Faune :

De par la variété de ses biotopes, la région renferme un potentiel cynégétique important, cette variété faunistique reflète la richesse biologique de La zone d'étude qui joue un rôle très important dans l'équilibre écologique de cette région. Parmi Les espèces rencontrées ou susceptible d'exister dans cette région sont :

- Espèces de Mammifères : le sanglier, le renard, le lapin de garenne, le hérisson d'Algérie, les loups, la genette, et la belette
- Espèces de reptiles : L'agame, le caméléon commun, le lézard, la couleuvre
- Espèces d'oiseaux : La Tourterelle des bois. Perdrix, Le Pigeon ramier, l'aigle, Le Faucon pèlerin, le moineau domestique, les vautours, l'hirondelle

Cette faune constitue un maillon solide dans l'équilibre éco systémique de la zone. Sa protection est indispensable. Cette liste des espèces faunistiques susceptibles d'exister dans La région d'étude n'est pas exhaustive, elle permet cependant d'avoir un aperçu des espèces les plus fréquentes dans La région d'étude.

##### X.5.1.3. Forêts :

Les forêts représentent une superficie de l'ordre de 112 250 ha soit 25,20% de la superficie totale de la wilaya. Les principaux sites forestiers sont :

- Forêt d'Ahl Ksar.....17 885 ha
- Forêt d'Oued Okhriss ..... 12 923 hA
- Forêt de Sebkhha ..... 9 037 ha

Les principales essences forestières sont le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège qui forment ensemble 58 % du couvert végétal et ils sont par ailleurs souvent en association. Concernant les reboisements, on retiendra comme essences plantées jusqu'ici surtout le pin d'Alep et le chêne liège.

## CHAPITRE X : ÉTUDE D'IMPACTE SUR ENVIRONNEMENT

### X.5.2. Environnement socio-économique

#### X.5.2.1. Population Et Habitat :

Tableau X:1 Répartition de la population résidente au RGPH de 2008 par zones

Communes	Population total	Population en agglomération			Zone Eparses
		A.C. L	A. S	T.Agglomérée	
S.e.Ghozlane	50120	43985	1363	45348	4772
Dirah	13209	3965	1614	5579	7630

(Source : DPSB 2021)

Tableau X:2 Répartition de la population résidente estimée au 31/12/ 2022 par zones

Communes	Population en agglomération			Superficie (km <sup>2</sup> )	Densité (hab /km <sup>2</sup> )
	A.C. L	A. S	Z.E		
S.e.Ghozlane	56799	1760	8987	175	386
Dirah	4783	1946	9279	233	69

(Source : DPSB 2021)

#### X.5.2.2. Principales activités de la Wilaya :

S'il y a un secteur qui a enregistré un saut qualitatif et quantitatif d'une façon indéniable au niveau de la wilaya de Bouira, c'est incontestablement celui de l'agriculture. Et c'est à juste raison que cette wilaya possède cette vocation agricole ; sur un total de 445 434 ha, la superficie agricole représente 293 544 ha, soit 65,90%. En effet, les atouts agricoles de la wilaya de Bouira d'aujourd'hui, ce sont ses trois barrages prometteurs les trois sont déjà opérationnels, avec Lekhal et ses 25 857 000 m<sup>3</sup>, Tilesdit et ses 159 632 000 m<sup>3</sup> et Koudiat-Acerdoune, avec ses 618 000 000 millions de m<sup>3</sup> ; ce sont ses 29 retenues collinaires qui totalisent un volume de 4 749 000 m<sup>3</sup> ; ses 68 puits pour un débit total de 132,52 l/s et ses 313 forages pour un débit total de 1 692,84 l/s. On observe une coexistence de trois types des zones.

- Zone de montagne : 70 652 ha soit 24,06% de la SAT.
- Zone de plaine et piémont : 133 710 ha soit 45,5% de la SAT, représentée par les plateaux de Bouira, El Esmam et El Hachimia
- Zone Agro – pastorale : 89 183 ha soit 30,38% de la SAT

## CHAPITRE X : ÉTUDE D'IMPACTE SUR ENVIRONNEMENT

### X.5.2.3. Agriculture

Superficie totale de Wilaya ..... : 4 45 434 Ha

Superficie Agricole totale..... : 293 544 Ha

Superficie Agricole Utile..... : 189 960 Ha.

Dont irriguées ..... : 12 068 soit (6,35%).

### X.5.2.4. Réseaux routiers :

La wilaya de Bouira dispose d'un réseau routier d'une longueur de 3639,419 KM qui est globalement en bon état Les programmes en cours tendent vers son renforcement et son amélioration composé par : Autoroute Est/Ouest sur une distance de 95,165 km entre Lakhdaria et la limite avec la Wilaya de Bordj Bourreridj – Bejaia sur une distance de 14,000Km

Tableau X:3 Situation du Réseau Routier au 31/12/2022

Type de route	Total (km)	Situations physique	
		Revêtues	No Revêtues
<b>Route nationales</b>	445,130	445.130	0.000
<b>Chemins de wilayas</b>	704,810	693,910	10.900
<b>Chemins communaux</b>	2380,314	2006,270	374,044
<b>Total</b>	<b>3530,254</b>	<b>3145,310</b>	<b>384,944</b>

### X.6. CONCLUSION :

Le projet de dédoublement la route nationale N°08 entre Sour El Ghozlane et Dirah présente des avantages significatifs en termes de soulagement, de fluidité et de confort pour les utilisateurs de la route, tout en assurant la sécurité routière et l'amélioration des flux de trafic. L'objectif de ce projet est d'améliorer les caractéristiques géométriques et opérationnelles de la route afin de jouer un rôle majeur.

Cette amélioration se traduira par une diminution des émissions de polluants et du niveau de bruit généré par la circulation routière, ce qui contribuera à améliorer l'environnement. Les nombreux impacts positifs de ce projet justifient à eux seuls sa mise en œuvre.

La mise en œuvre de ce projet nécessite des engagements environnementaux de la part des entreprises responsables des travaux, ainsi qu'une coordination efficace entre le maître d'œuvre et l'ensemble des services concernés.

**CHAPITRE XI :**  
**DEVIS ESTIMATIFS**  
**QUANTITATIFS**

## CHAPITRE XI :DEVIS ESTIMATIFS QUANTITATIFS

N°	Désignation	Unité	Quantités	Prix unitaire	Montants
1	<b>Installation et logistiques du chantier</b>				
1,1	Installation de chantier	F	1,00	5 000 000,00	5 000 000,00
1,2	Etude d'exécution	F	1,00	30 000 000,00	30 000 000,00
2	<b>Terrassement</b>				
2,1	Décapage de la terre végétale	M <sup>3</sup>	50 400,00	200,00	10 080 000,00
2,2	Déblais mis en remblai	M <sup>3</sup>	910 404,53	600,00	546 242 718,00
2,3	Matériau mis en remblai	M <sup>3</sup>	646 135,20	900,00	581 521 680,00
3	<b>Chaussée</b>				
3,1	Couche de forme en matériaux non traités	M <sup>3</sup>	50 000,00	1 100,00	55 000 000,00
3,2	Couche de fondation en grave non traité, ep=30cm	M <sup>3</sup>	88 620,00	3 000,00	265 860 000,00
3,3	Couche de base en grave bitume, ep=15cm	T	40 500,00	7 000,00	283 500 000,00
3,4	Couche d'imprégnation en Cut Back 0/1	M <sup>2</sup>	80 000,00	200,00	16 000 000,00
3,5	Couche d'accrochage	M <sup>2</sup>	33 000,00	200,00	6 600 000,00
3,6	Couche de roulement en béton bitumineux, ep=08cm	T	40 320,00	7 500,00	302 400 000,00
4	<b>Assainissement</b>				
4,1	Buses Ø1000	ML	720,00	30 000,00	21 600 000,00
4,2	Buses Ø1200	ML	120,00	40 000,00	4 800 000,00
4,3	Buses Ø1500	ML	100,00	50 000,00	5 000 000,00
4,4	Dalots en béton armé	M <sup>3</sup>	3 400,00	50 000,00	170 000 000,00
4,5	Ouvrage d'art	M <sup>2</sup>		250 000,00	62 500 000,00
5	<b>Signalisation horizontal et verticale</b>				
5,1	Signalisation horizontal				
5.1.1	Ligne discontinu	ML	56 000,00	200,00	11 200 000,00
5.1.2	Ligne continu	ML	28 000,00	200,00	5 600 000,00
5,2	Signalisation vertical (plaque)	U	70,00	35 000,00	2 450 000,00
5,3	Signalisation vertical (portiques)	U	4,00	4 000 000,00	16 000 000,00
6	<b>Echangeur</b>				
6.1	Echangeur	M <sup>2</sup>	250,00	250 000,00	
6	<b>Divers</b>				
6,1	Séparateur en béton DBA	ML	14 000,00	8 500,00	119 000 000,00
6,2	Glissière de sécurité métallique simple	ML	1 220,00	4 500,00	5 490 000,00
<b>MONTANT TOTAL EN HT</b>					3 088 344 398,00
<b>TVA 19 %</b>					586 785 435,62
<b>MONTANT TOTAL EN TTC</b>					3 675 129 833,62

**trois milliards six cent soixante-quinze millions cent vingt-neuf mille huit cent trente-trois dinars et soixante-deux centimes.**

**CHAPITRE XII :**  
**CONCLUSION GENERALE**

### XII.1. CONCLUSION GENERALE

Le projet de dédoublement de la Route Nationale n°08 (RN08) nous a permis de tirer parti de l'expertise de professionnels du domaine et d'acquérir une méthodologie rigoureuse pour la conception d'un projet d'infrastructure routière, conforme aux exigences des travaux publics.

Dans le cadre de ce projet, nous avons :

- Suivi avec précision le tracé de la route existante, en réutilisant la majeure partie de la chaussée actuelle, qui présente dans l'ensemble de bonnes caractéristiques géométriques, à l'exception de quelques tronçons à corriger ;
- Respecté les normes techniques en vigueur, notamment celles définies par le guide **B40**, afin d'assurer la sécurité et le confort des usagers ;
- Contourné autant que possible les contraintes existantes telles que les arbres, les constructions et les réseaux divers, tout en veillant à la viabilité économique du projet.

Ce travail de fin d'études a également constitué une excellente occasion de consolider notre maîtrise des outils informatiques spécifiques au domaine, en particulier les logiciels **civil 3D**, **AutoCAD**, **ALIZÉ LCPC Recherche** et **GOOGLE EARTH**.

## **Bibliographie**

- **Cours :**

Cours de routes ENSTP (M. KARA B.)

Cours d'hydraulique ENSTP (M. RAHMANI D.)

Cours de GTR ENSTP (Mme DERRICHE Z.)

- **Documents :**

Manuel de projet de route de Mr GOUMETRE AHMED & Mme KALLI FATIMA

Catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves. Ministère des Travaux Publics / « CTTT ». 2001. • Guide des terrassements routiers GTR. SETRA – 1994.

Guide des terrassements routiers GTR. SETRA – 1994.

Thèses de route des années passées.

B40 : Normes techniques d'aménagement des routes.1975.

Guide technique (Assainissement routier, guide SETRA)

- **Logiciels utilisés :**

CIVIL 3D 2023,

AutoCAD,

ALIZÉ LCPC Recherche et GOOGLE EARTH.

## LISTING :

Listing de la géométrie de l'axe en plan :

Elem	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0+000.00	563943.8533	3997753.6828
DR1	ANG=162.8157 (g)	728.882			
			0+801.08	564345.7882	3997145.6386
ARC2	XC=565513.6885				
	YC=3997917.6548				
	R=1400.000	208.278			
			1+009.35	564473.1180	3996981.0583
DR3	ANG=153.3447 (g)	33.181			
			1+042.54	564495.3161	3996956.3959
ARC4	XC=563454.7456				
	YC=3996019.7994				
	R=1400.000	576.469			
			1+619.00	564783.1918	3996461.6486
DR5	ANG=179.5584 (g)	74.068			
			1+693.07	564806.5681	3996391.3664
ARC6	XC=566135.0143				
	YC=3996833.2157				
	R=1400.000	295.962			
			1+989.03	564928.8556	3996122.4546
DR7	ANG=166.1002 (g)	69.436			
			2+058.47	564964.1076	3996062.6321
ARC8	XC=563757.9490				
	YC=3995351.8710				
	R=1400.000	299.960			
			2+358.43	565087.6515	3995789.9250
DR9	ANG=179.7402 (g)	314.740			
			2+673.17	565186.1322	3995490.9890
CLO10	A=322.490				
	R=800.000	130.000			
			2+803.17	565230.1242	3995368.6995
ARC11	XC=565967.1317				
	YC=3995679.8584				
	R=800.000	441.581			
			3+244.75	565502.7399	3995028.4444
CLO12	A=322.490				
	R=800.000	130.000			
			3+374.75	565612.4929	3994958.8430
DR13	ANG=134.2552 (g)	135.854			
			3+510.61	565729.1500	3994889.2194
CLO14	A=322.490				
	R=800.000	130.000			
			3+640.61	565838.9030	3994819.6180
ARC15	XC=565374.5111				

	YC=3994168.2040				
	R=800.000	617.416			
			4+258.02	566161.6295	3994311.1887
CLO16	A=322.490				
	R=800.000	130.000			
			4+388.02	566177.9006	3994182.2494
DR17	ANG=193.7327 (g)	76.942			
			4+464.96	566185.4631	3994105.6799
CLO18	A=213.307				
	R=500.000	91.000			
			4+555.96	566197.1452	3994015.4666
ARC19	XC=566688.1995				
	YC=3994109.6243				
	R=500.000	181.309			
			4+737.27	566262.4774	3993847.4015
CLO20	A=213.307				
	R=500.000	91.000			
			4+828.27	566314.7927	3993772.9837
DR21	ANG=159.0613 (g)	134.699			
			4+962.97	566395.5652	3993665.1888
ARC22	XC=565115.1454				
	YC=3992705.7488				
	R=1600.000	408.488			
			5+371.46	566596.3598	3993310.7315
DR23	ANG=175.3145 (g)	127.324			
			5+498.78	566644.5029	3993192.8598
ARC24	XC=568496.0209				
	YC=3993949.0881				
	R=2000.000	576.980			
			6+075.76	566936.1681	3992697.3456
DR25	ANG=156.9487 (g)	587.176			
			6+662.94	567303.6648	3992239.3915
ARC26	XC=566211.7678				
	YC=3991363.1717				
	R=1400.000	20.853			
			6+683.79	567316.5943	3992223.0312
DR27	ANG=157.8969 (g)	571.882			
			7+255.67	567667.8358	3991771.7240
CLO28	A=322.490				
	R=800.000	130.000			
			7+385.67	567744.8500	3991667.0392
ARC29	XC=567075.7251				
	YC=3991228.5509				
	R=800.000	339.641			
			7+725.31	567866.0660	3991352.4918
CLO30	A=322.490				
	R=800.000	130.000			

			7+855.31	567879.2195	3991223.1972
DR31	ANG=195.2698 (g)	784.516			
			8+639.83	567937.4575	3990440.8455
ARC32	XC=569533.0428				
	YC=3990559.6203				
	R=1600.000	87.244			
			8+727.08	567946.3022	3990354.0616
DR33	ANG=191.7984 (g)	189.105			
			8+916.18	567970.5974	3990166.5237
ARC34	XC=569557.3379				
	YC=3990372.0824				
	R=1600.000	730.063			
			9+646.24	568223.5041	3989488.4040
DR35	ANG=162.7501 (g)	191.434			
			9+837.68	568329.2331	3989328.8156
ARC36	XC=567162.1286				
	YC=3988555.5970				
	R=1400.000	833.996			
			10+671.67	568562.0500	3988540.7682
DR37	ANG=200.6743 (g)	524.093			
			11+195.77	568556.4988	3988016.7049
ARC38	XC=567056.5830				
	YC=3988032.5929				
	R=1500.000	579.371			
			11+775.14	568440.0136	3987452.8348
DR39	ANG=225.2636 (g)	188.486			
			11+963.62	568367.1630	3987278.9970
CLO40	A=322.490				
	R=800.000	130.000			
			12+093.62	568320.1961	3987157.8186
ARC41	XC=569080.6870				
	YC=3986909.5171				
	R=800.000	356.330			
			12+449.95	568287.4191	3986805.9502
CLO42	A=322.490				
	R=800.000	130.000			
			12+579.95	568311.1962	3986678.1819
DR43	ANG=186.5627 (g)	80.862			
			12+660.81	568328.1375	3986599.1149
ARC44	XC=566959.2081				
	YC=3986305.8021				
	R=1400.000	646.696			
			13+307.51	568315.3896	3985958.2799
DR45	ANG=215.9698 (g)	577.722			
			14+000.00	568171.9815	3985398.6397

**Listing de la géométrie du profil en long :**

Élément	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0+000.00	934.206
D1	PENTE= 1.88%	321.596		
			0+393.79	940.241
PAR1	S= 0+436.36 Z=941.040			
	R= 4000.000	85.135		
			0+478.93	942.745
D2	PENTE= 4.01%	178.708		
			0+657.63	949.903
PAR2	S= 0+663.33 Z=950.131			
	R= 2500.000	11.395		
			0+669.03	950.385
D3	PENTE= 4.46%	495.364		
			1+164.39	972.482
PAR3	S= 1+171.92 Z=972.818			
	R= 2500.000	15.059		
			1+179.45	973.109
D4	PENTE= 3.86%	681.103		
			1+860.56	999.389
PAR4	S= 1+870.56 Z=999.775			
	R= 4394.451	20.000		
			1+880.56	1000.116
D5	PENTE= 3.40%	839.847		
			2+720.40	1028.699
PAR5	S= 2+886.75 Z=1034.360			
	R= 4000.000	332.690		
			3+053.09	1026.186
D6	PENTE= -4.91%	1085.293		
			4+138.39	972.857
PAR6	S= 4+175.85 Z=971.016			
	R= 2500.000	74.924		
			4+213.31	970.298
D7	PENTE= -1.92%	650.308		
			4+863.62	957.832
PAR7	S= 4+901.78 Z=957.101			
	R= 3000.000	76.332		
			4+939.95	955.398
D8	PENTE= -4.46%	417.441		
			5+357.39	936.775
PAR8	S= 5+380.00 Z=935.766			
	R= 2500.000	45.216		

			5+402.61	935.166
D9	PENTE= -2.65%	1425.384		
			6+827.99	897.356
PAR9	S= 6+925.74 Z=894.763			
	R= 20000.000	195.486		
			7+023.48	893.126
D10	PENTE= -1.68%	2005.909		
			9+029.39	859.523
PAR10	S= 9+079.54 Z=858.682			
	R= 10000.000	100.313		
			9+129.70	858.345
D11	PENTE= -0.67%	1203.975		
			10+333.68	850.254
PAR11	S= 10+372.42 Z=849.993			
	R= 12000.000	77.489		
			10+411.17	849.483
D12	PENTE= -1.32%	845.024		
			11+256.19	838.347
PAR12	S= 11+382.90 Z=836.677			
	R= 13000.000	253.422		
			11+509.61	837.477
D13	PENTE= 0.63%	366.012		
			11+875.62	839.789
PAR13	S= 11+943.83 Z=840.220			
	R= 3000.000	136.409		
			12+012.03	837.549
D14	PENTE= -3.92%	246.195		
			12+258.23	827.910
PAR14	S= 12+283.95 Z=826.903			
	R= 3000.000	51.450		
			12+309.68	826.336
D15	PENTE= -2.20%	352.811		
			12+662.49	818.573
PAR15	S= 12+730.18 Z=817.084			
	R= 4000.000	135.391		
			12+797.88	817.886
D16	PENTE= 1.18%	336.271		
			13+134.15	821.868
PAR16	S= 13+248.81 Z=823.226			
	R= 5000.000	229.311		
			13+363.46	819.326
D17	PENTE= -3.40%	518.391		
			14+000.00	801.691

## Rapport sur les volumes :

Axe : Axe (Projet)

Groupe de tabulations : Groupe de tabulations - 1

Abscisse curviligne de départ : 0+000.000

Abscisse curviligne de fin : 14+000.000

<u>Abscisse</u>	<u>Surface de déblai (m2)</u>	<u>Volume de déblai (m3)</u>	<u>Surface de remblai (m2)</u>	<u>Volume de remblai (m3)</u>	<u>Vol. déblai Cum. (m3)</u>	<u>Vol. remblai Cum. (m3)</u>
0+000.000	16.43	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00
0+097.195	12.83	365.77	0.77	12.37	365.77	12.37
0+122.195	1.43	178.30	9.49	128.22	544.07	140.59
0+147.195	0.90	29.12	13.66	289.31	573.19	429.90
0+172.195	5.39	78.63	11.09	309.27	651.82	739.17
0+197.195	2.86	103.15	12.11	289.96	754.98	1029.13
0+222.195	4.26	88.99	11.58	296.12	843.97	1325.25
0+247.195	5.80	125.77	25.94	468.99	969.74	1794.24
0+272.195	10.82	207.84	8.91	435.59	1177.58	2229.84
0+297.195	20.25	388.44	0.43	116.65	1566.02	2346.49
0+322.195	41.75	775.02	0.00	5.32	2341.04	2351.81
0+347.195	49.92	1145.92	0.00	0.00	3486.96	2351.81
0+372.195	40.68	1132.58	0.00	0.00	4619.55	2351.81
0+397.195	17.15	722.88	17.41	217.65	5342.43	2569.47
0+422.195	25.79	536.68	18.44	448.17	5879.11	3017.64
0+447.195	23.16	611.76	38.85	716.19	6490.87	3733.83
0+472.195	20.63	547.27	32.15	887.61	7038.14	4621.44
0+497.195	27.38	600.13	27.42	744.64	7638.27	5366.08
0+522.195	30.38	722.02	23.51	636.56	8360.29	6002.64
0+547.195	38.44	860.19	3.51	337.73	9220.48	6340.37
0+572.195	67.65	1326.07	0.11	45.21	10546.55	6385.57
0+597.195	29.37	1212.71	26.61	333.95	11759.27	6719.52
0+622.195	22.39	647.02	25.39	650.02	12406.28	7369.54
0+647.195	24.88	590.85	32.95	729.24	12997.13	8098.79
0+672.195	13.47	479.37	16.31	615.69	13476.50	8714.48
0+697.195	6.88	254.47	54.37	883.54	13730.97	9598.02

0+722.195	9.15	200.36	16.64	887.72	13931.32	10485.74
0+747.195	7.81	211.90	32.50	614.28	14143.22	11100.02
0+772.195	0.66	105.81	26.41	736.40	14249.03	11836.42
0+797.195	6.76	92.74	17.21	545.30	14341.77	12381.72
0+822.195	6.43	164.94	26.94	551.84	14506.71	12933.57
0+847.195	3.08	119.45	37.75	805.37	14626.17	13738.94
0+872.195	0.13	40.38	30.27	847.17	14666.55	14586.11
0+897.195	0.00	1.67	106.83	1712.55	14668.22	16298.65
0+922.195	0.01	0.19	68.65	2191.94	14668.41	18490.59
0+947.195	0.14	1.91	21.33	1123.24	14670.32	19613.83
0+972.195	0.00	1.72	27.32	608.60	14672.05	20222.43
0+997.195	0.00	0.00	35.52	785.71	14672.05	21008.14
1+022.195	0.00	0.00	38.57	926.20	14672.05	21934.35
1+047.195	0.00	0.00	37.66	952.89	14672.05	22887.24
1+072.195	0.00	0.00	29.29	838.18	14672.05	23725.42
1+097.195	0.40	4.93	59.27	1110.11	14676.98	24835.53
1+122.195	0.19	7.23	37.59	1214.96	14684.21	26050.49
1+147.195	0.33	6.35	43.32	1014.96	14690.56	27065.45
1+172.195	12.08	154.68	5.61	613.73	14845.24	27679.18
1+197.195	16.73	359.12	8.41	174.60	15204.35	27853.78
1+222.195	99.64	1441.20	0.00	104.09	16645.55	27957.87
1+247.195	55.50	1921.63	0.00	0.00	18567.18	27957.87
1+272.195	53.99	1359.13	0.00	0.00	19926.31	27957.87
1+297.195	61.46	1434.30	0.00	0.00	21360.61	27957.87
1+322.195	67.90	1609.48	0.00	0.00	22970.10	27957.87
1+347.195	57.76	1564.57	0.00	0.00	24534.67	27957.87
1+372.195	60.06	1468.04	0.00	0.00	26002.70	27957.87
1+397.195	38.51	1229.00	0.00	0.00	27231.70	27957.87
1+422.195	6.58	562.28	0.75	9.35	27793.98	27967.22
1+447.195	1.63	102.23	65.64	828.22	27896.21	28795.43
1+472.195	3.24	60.41	41.49	1330.86	27956.63	30126.29
1+497.195	101.49	1301.00	4.09	563.22	29257.62	30689.51
1+522.195	200.64	3747.05	1.59	71.25	33004.68	30760.76
1+547.195	155.46	4409.75	8.71	129.40	37414.43	30890.15
1+572.195	179.72	4142.14	14.63	292.93	41556.56	31183.09
1+597.195	155.36	4133.02	19.87	432.57	45689.58	31615.66
1+622.195	123.51	3485.95	25.25	563.96	49175.53	32179.62
1+647.195	64.74	2353.16	35.46	758.79	51528.69	32938.41
1+672.195	33.36	1226.23	45.57	1012.79	52754.92	33951.19
1+697.195	11.72	563.49	74.52	1501.11	53318.41	35452.31

1+722.195	0.00	149.40	132.64	2606.99	53467.80	38059.30
1+747.195	0.00	0.00	184.40	3992.95	53467.80	42052.25
1+772.195	0.00	0.00	145.82	4169.66	53467.80	46221.91
1+797.195	64.88	808.46	117.33	3334.80	54276.26	49556.71
1+822.195	91.86	1953.37	18.12	1716.52	56229.63	51273.23
1+847.195	68.45	1998.20	11.10	368.49	58227.82	51641.72
1+872.195	45.40	1418.31	25.91	465.94	59646.14	52107.66
1+897.195	27.91	912.21	25.17	642.31	60558.34	52749.97
1+922.195	17.46	564.29	21.82	590.44	61122.63	53340.41
1+947.195	5.60	286.69	17.99	499.86	61409.32	53840.27
1+972.195	0.79	79.40	46.76	816.62	61488.72	54656.89
1+997.195	3.62	55.06	52.05	1235.15	61543.79	55892.04
2+022.195	28.82	405.41	58.28	1379.08	61949.19	57271.13
2+047.195	25.21	675.35	47.95	1327.83	62624.55	58598.96
2+072.195	29.82	687.87	22.71	883.25	63312.42	59482.21
2+097.195	48.37	979.10	0.51	287.49	64291.52	59769.70
2+122.195	70.84	1492.63	6.02	80.66	65784.15	59850.36
2+147.195	60.66	1645.97	0.18	76.57	67430.12	59926.93
2+172.195	75.48	1703.00	0.00	2.27	69133.12	59929.20
2+197.195	90.56	2076.91	0.25	3.15	71210.03	59932.35
2+222.195	105.19	2447.50	0.00	3.15	73657.53	59935.51
2+247.195	88.87	2425.30	0.00	0.03	76082.83	59935.54
2+272.195	75.67	2055.89	0.00	0.05	78138.72	59935.59
2+297.195	87.22	2035.10	0.00	0.01	80173.82	59935.60
2+322.195	63.30	1880.30	0.00	0.00	82054.13	59935.60
2+347.195	54.02	1465.07	0.00	0.00	83519.19	59935.60
2+372.195	38.85	1160.89	5.87	73.35	84680.08	60008.95
2+397.195	11.67	631.49	19.14	312.55	85311.57	60321.50
2+422.195	0.96	157.93	30.78	623.96	85469.50	60945.46
2+447.195	0.00	12.06	30.95	771.61	85481.56	61717.07
2+472.195	0.77	9.60	17.68	607.83	85491.17	62324.90
2+497.195	2.08	35.58	10.69	354.63	85526.74	62679.54
2+522.195	0.00	25.97	21.08	397.13	85552.71	63076.67
2+547.195	0.00	0.00	37.23	728.82	85552.71	63805.49
2+572.195	0.00	0.00	36.60	922.84	85552.71	64728.33
2+597.195	0.00	0.00	35.20	897.52	85552.71	65625.85
2+622.195	0.06	0.79	31.52	834.05	85553.50	66459.89
2+647.195	0.24	3.80	24.65	702.11	85557.30	67162.01
2+672.195	1.78	25.26	17.96	532.55	85582.56	67694.56
2+697.195	4.20	74.79	12.88	385.47	85657.34	68080.03

2+722.195	8.53	159.17	7.07	249.37	85816.52	68329.40
2+747.195	14.83	292.03	2.63	121.28	86108.55	68450.68
2+772.195	26.78	522.42	0.42	37.87	86630.97	68488.56
2+797.195	49.45	956.80	0.00	5.16	87587.77	68493.72
2+822.195	83.18	1664.78	0.00	0.00	89252.55	68493.72
2+847.195	112.88	2465.08	0.01	0.17	91717.63	68493.89
2+872.195	162.08	3467.80	0.00	0.17	95185.43	68494.06
2+897.195	157.47	4038.16	0.00	0.00	99223.59	68494.06
2+922.195	114.16	3427.17	0.00	0.00	102650.76	68494.06
2+947.195	120.68	2958.32	0.00	0.00	105609.09	68494.06
2+972.195	140.11	3293.24	0.00	0.00	108902.33	68494.06
2+997.195	146.00	3619.61	0.00	0.00	112521.94	68494.06
3+022.195	126.98	3453.50	0.00	0.00	115975.45	68494.06
3+047.195	118.60	3089.85	6.44	83.29	119065.30	68577.34
3+072.195	146.23	3321.58	0.00	83.29	122386.87	68660.63
3+097.195	149.14	3705.67	0.00	0.00	126092.54	68660.63
3+122.195	154.00	3795.24	0.00	0.00	129887.78	68660.64
3+147.195	218.28	4657.60	0.00	0.00	134545.38	68660.64
3+172.195	241.39	5750.42	0.04	0.52	140295.80	68661.17
3+197.195	305.81	6842.44	0.00	0.52	147138.25	68661.69
3+222.195	253.71	6996.15	0.00	0.00	154134.39	68661.69
3+247.195	270.41	6552.18	0.00	0.02	160686.57	68661.71
3+272.195	240.76	6388.40	0.00	0.02	167074.98	68661.73
3+297.195	196.45	5463.21	0.00	0.00	172538.18	68661.73
3+322.195	144.42	4260.86	0.00	0.00	176799.04	68661.73
3+347.195	99.52	3049.20	0.00	0.06	179848.24	68661.79
3+372.195	88.37	2348.58	0.00	0.06	182196.82	68661.85
3+397.195	80.83	2115.02	0.00	0.03	184311.84	68661.88
3+422.195	69.28	1876.44	0.00	0.03	186188.28	68661.91
3+447.195	53.82	1538.82	0.00	0.00	187727.10	68661.91
3+472.195	39.95	1172.23	8.32	104.03	188899.33	68765.94
3+497.195	23.76	796.42	21.82	376.82	189695.74	69142.76
3+522.195	13.56	466.51	31.79	670.21	190162.25	69812.97
3+547.195	1.55	188.91	57.51	1116.26	190351.17	70929.23
3+572.195	4.77	78.98	32.87	1129.75	190430.15	72058.98
3+597.195	14.12	236.88	26.14	730.68	190667.03	72789.66
3+622.195	9.65	298.36	24.30	622.74	190965.39	73412.40
3+647.195	0.63	129.10	23.81	592.95	191094.49	74005.35
3+672.195	5.72	79.77	21.62	560.36	191174.26	74565.71
3+697.195	0.00	71.88	92.26	1417.44	191246.15	75983.14

3+722.195	0.00	0.00	157.26	3102.36	191246.15	79085.50
3+747.195	0.00	0.00	101.72	3201.95	191246.15	82287.45
3+772.195	25.73	321.70	0.00	1250.14	191567.85	83537.59
3+797.195	19.75	568.12	0.65	8.17	192135.97	83545.76
3+822.195	5.10	309.74	26.75	345.11	192445.71	83890.87
3+847.195	0.92	74.78	11.35	479.18	192520.49	84370.05
3+872.195	0.00	11.49	51.92	789.30	192531.97	85159.34
3+897.195	0.00	0.03	159.79	2633.54	192532.00	87792.89
3+922.195	0.00	0.00	222.44	4736.71	192532.00	92529.59
3+947.195	0.00	0.00	62.44	3523.50	192532.00	96053.10
3+972.195	0.97	11.79	13.90	945.00	192543.79	96998.09
3+997.195	15.88	204.47	5.06	234.28	192748.25	97232.38
4+022.195	0.00	192.68	53.16	712.41	192940.94	97944.78
4+047.195	2.08	26.19	46.84	1220.42	192967.13	99165.21
4+072.195	11.41	169.61	33.02	971.66	193136.74	100136.87
4+097.195	8.45	249.71	27.76	739.04	193386.45	100875.90
4+122.195	33.24	512.59	2.17	364.67	193899.04	101240.58
4+147.195	2.77	440.88	4.28	79.77	194339.92	101320.34
4+172.195	0.00	34.64	64.04	839.42	194374.56	102159.77
4+197.195	0.00	0.06	137.52	2490.34	194374.62	104650.10
4+222.195	0.00	0.00	129.07	3315.36	194374.62	107965.46
4+247.195	0.00	0.00	180.72	3857.48	194374.62	111822.95
4+272.195	0.00	0.00	224.58	5020.96	194374.62	116843.90
4+297.195	0.00	0.07	254.45	5932.54	194374.69	122776.44
4+322.195	0.02	0.27	226.10	5979.11	194374.96	128755.55
4+347.195	0.01	0.34	232.32	5730.26	194375.30	134485.81
4+372.195	0.00	0.13	334.43	7084.30	194375.42	141570.11
4+397.195	0.00	0.00	357.21	8645.51	194375.42	150215.61
4+422.195	0.00	0.00	377.21	9180.31	194375.42	159395.92
4+447.195	0.00	0.00	339.41	8957.73	194375.42	168353.65
4+472.195	0.00	0.00	373.51	8911.41	194375.42	177265.07
4+497.195	0.00	0.00	427.02	10006.6 1	194375.42	187271.68
4+522.195	0.00	0.00	512.70	11864.5 2	194375.42	199136.20
4+547.195	0.00	0.00	471.07	12493.9 7	194375.42	211630.17
4+572.195	0.00	0.00	530.40	12739.4 5	194375.42	224369.62
4+597.195	0.00	0.00	423.23	12110.4 5	194375.42	236480.06
4+622.195	0.00	0.00	284.55	8989.36	194375.42	245469.42

4+647.195	1.33	16.44	56.45	4344.60	194391.86	249814.02
4+672.195	230.18	2927.94	0.00	735.16	197319.79	250549.18
4+697.195	193.42	5332.38	0.00	0.00	202652.18	250549.18
4+722.195	410.48	7686.73	0.00	0.00	210338.91	250549.18
4+747.195	329.61	9507.63	0.06	0.72	219846.54	250549.91
4+772.195	292.46	7981.13	42.47	527.81	227827.67	251077.72
4+797.195	553.84	10733.54	0.00	528.45	238561.21	251606.17
4+822.195	691.38	15565.16	0.00	0.00	254126.37	251606.17
4+847.195	826.63	18975.04	0.00	0.00	273101.41	251606.17
4+872.195	813.21	20497.97	0.00	0.00	293599.38	251606.17
4+897.195	795.56	20109.59	0.00	0.00	313708.98	251606.17
4+922.195	864.94	20756.21	0.00	0.00	334465.18	251606.17
4+947.195	853.17	21476.44	0.00	0.00	355941.62	251606.17
4+972.195	882.38	21694.43	0.00	0.00	377636.05	251606.17
4+997.195	882.54	22061.47	0.00	0.00	399697.51	251606.17
5+022.195	869.26	21897.53	0.00	0.00	421595.04	251606.17
5+047.195	766.31	20444.64	0.00	0.00	442039.68	251606.17
5+072.195	683.89	18127.44	0.00	0.00	460167.12	251606.17
5+097.195	628.86	16409.35	0.00	0.00	476576.47	251606.17
5+122.195	603.67	15406.56	0.00	0.00	491983.03	251606.17
5+147.195	538.95	14282.74	0.00	0.00	506265.77	251606.17
5+172.195	469.85	12610.01	0.00	0.00	518875.78	251606.17
5+197.195	370.80	10508.11	0.00	0.00	529383.88	251606.17
5+222.195	278.95	8121.91	0.00	0.00	537505.79	251606.17
5+247.195	245.66	6557.61	0.00	0.00	544063.41	251606.17
5+272.195	212.46	5726.43	0.00	0.00	549789.84	251606.17
5+297.195	175.57	4850.30	0.00	0.00	554640.14	251606.17
5+322.195	135.72	3891.13	0.00	0.00	558531.27	251606.17
5+347.195	100.11	2947.94	1.52	19.06	561479.21	251625.23
5+372.195	64.46	2057.20	5.60	89.08	563536.42	251714.30
5+397.195	29.15	1170.22	7.67	165.89	564706.64	251880.20
5+422.195	23.68	660.42	22.85	381.56	565367.06	252261.76
5+447.195	0.00	296.00	104.06	1586.44	565663.06	253848.20
5+472.195	0.00	0.00	168.41	3405.89	565663.06	257254.09
5+497.195	0.00	0.00	215.31	4796.46	565663.06	262050.55
5+522.195	0.00	0.00	235.35	5633.21	565663.06	267683.76
5+547.195	0.00	0.00	201.09	5455.53	565663.06	273139.28
5+572.195	0.00	0.00	218.30	5242.41	565663.06	278381.70
5+597.195	0.00	0.00	161.88	4752.23	565663.06	283133.92
5+622.195	0.00	0.06	134.78	3708.17	565663.12	286842.09

5+647.195	0.00	0.06	144.45	3490.40	565663.17	290332.49
5+672.195	0.00	0.00	188.07	4156.55	565663.17	294489.04
5+697.195	0.00	0.00	188.19	4703.21	565663.17	299192.25
5+722.195	0.00	0.00	192.86	4763.13	565663.17	303955.38
5+747.195	0.00	0.00	191.88	4809.31	565663.17	308764.69
5+772.195	0.00	0.00	187.51	4742.35	565663.17	313507.04
5+797.195	0.00	0.00	187.94	4693.04	565663.17	318200.08
5+822.195	0.00	0.00	199.15	4838.58	565663.17	323038.67
5+847.195	0.00	0.00	195.58	4934.17	565663.17	327972.84
5+872.195	0.00	0.00	173.87	4618.15	565663.17	332590.99
5+897.195	0.00	0.00	171.46	4316.62	565663.17	336907.62
5+922.195	0.00	0.00	194.64	4576.31	565663.17	341483.92
5+947.195	0.00	0.00	187.24	4773.57	565663.17	346257.50
5+972.195	0.00	0.00	183.18	4630.31	565663.17	350887.81
5+997.195	0.00	0.00	173.50	4458.57	565663.17	355346.38
6+022.195	0.00	0.00	175.41	4361.42	565663.17	359707.79
6+047.195	0.00	0.00	167.29	4283.79	565663.17	363991.59
6+072.195	0.00	0.00	155.77	4038.35	565663.17	368029.94
6+097.195	0.00	0.00	141.84	3720.14	565663.17	371750.08
6+122.195	0.00	0.00	123.91	3321.84	565663.17	375071.92
6+147.195	0.00	0.00	103.94	2848.15	565663.17	377920.07
6+172.195	0.00	0.00	109.06	2662.57	565663.17	380582.64
6+197.195	0.00	0.00	106.10	2689.59	565663.17	383272.23
6+222.195	0.00	0.00	109.84	2699.25	565663.17	385971.48
6+247.195	0.00	0.00	121.15	2887.34	565663.17	388858.82
6+272.195	0.00	0.00	116.21	2967.04	565663.17	391825.86
6+297.195	0.00	0.00	86.56	2534.63	565663.17	394360.49
6+322.195	0.00	0.00	93.23	2247.37	565663.17	396607.86
6+347.195	0.00	0.00	91.56	2309.91	565663.17	398917.76
6+372.195	0.00	0.00	78.96	2131.57	565663.17	401049.33
6+397.195	0.06	0.78	37.65	1457.63	565663.96	402506.96
6+422.195	25.31	317.15	3.31	512.02	565981.11	403018.98
6+447.195	16.51	522.72	5.00	103.88	566503.83	403122.87
6+472.195	7.80	303.89	5.16	126.97	566807.72	403249.84
6+497.195	8.47	203.44	26.68	398.05	567011.16	403647.89
6+522.195	16.43	311.22	1.70	354.83	567322.38	404002.72
6+547.195	34.51	636.70	0.00	21.38	567959.08	404024.09
6+572.195	42.07	957.27	0.00	0.08	568916.36	404024.17
6+597.195	43.98	1075.64	0.00	0.00	569992.00	404024.17
6+622.195	48.13	1151.32	0.00	0.00	571143.32	404024.17

6+647.195	46.61	1184.23	0.00	0.00	572327.55	404024.18
6+672.195	34.68	1016.20	0.00	0.01	573343.75	404024.19
6+697.195	31.16	823.05	0.00	0.01	574166.79	404024.20
6+722.195	40.40	894.53	0.84	10.56	575061.32	404034.76
6+747.195	60.68	1263.57	0.52	17.08	576324.89	404051.84
6+772.195	85.16	1823.01	0.00	6.52	578147.90	404058.36
6+797.195	112.98	2476.68	0.00	0.00	580624.57	404058.36
6+822.195	139.48	3155.65	0.00	0.00	583780.22	404058.36
6+847.195	164.32	3797.41	0.00	0.00	587577.64	404058.36
6+872.195	188.41	4409.10	0.00	0.00	591986.73	404058.37
6+897.195	220.66	5113.38	0.00	0.01	597100.11	404058.38
6+922.195	236.50	5714.45	0.00	0.01	602814.56	404058.39
6+947.195	208.21	5558.83	0.03	0.41	608373.39	404058.80
6+972.195	190.86	4988.42	0.00	0.40	613361.81	404059.20
6+997.195	178.97	4622.98	0.01	0.13	617984.78	404059.33
7+022.195	170.39	4367.06	0.00	0.13	622351.84	404059.46
7+047.195	129.73	3751.49	0.00	0.00	626103.33	404059.46
7+072.195	86.93	2708.26	0.00	0.05	628811.59	404059.50
7+097.195	65.48	1905.17	0.00	0.05	630716.76	404059.55
7+122.195	42.48	1349.55	0.00	0.00	632066.30	404059.55
7+147.195	13.23	696.47	1.34	16.70	632762.77	404076.26
7+172.195	0.00	165.43	47.07	605.12	632928.20	404681.38
7+197.195	0.14	1.79	26.33	917.56	632929.99	405598.93
7+222.195	0.00	1.79	25.07	642.54	632931.78	406241.48
7+247.195	0.00	0.00	18.87	549.27	632931.78	406790.75
7+272.195	0.99	12.42	12.50	392.06	632944.20	407182.81
7+297.195	8.10	113.73	4.30	209.97	633057.93	407392.78
7+322.195	22.41	381.42	2.03	79.16	633439.35	407471.94
7+347.195	25.48	600.26	4.62	82.50	634039.60	407554.43
7+372.195	16.07	521.76	15.08	243.83	634561.36	407798.26
7+397.195	9.33	319.55	14.09	360.24	634880.91	408158.51
7+422.195	7.00	205.46	8.49	278.64	635086.38	408437.15
7+447.195	9.80	211.33	7.83	201.29	635297.71	408638.44
7+472.195	2.55	155.36	11.33	236.47	635453.07	408874.91
7+497.195	0.00	32.10	31.01	523.74	635485.17	409398.66
7+522.195	0.00	0.00	56.61	1086.33	635485.17	410484.98
7+547.195	0.00	0.00	106.99	2021.85	635485.17	412506.83
7+572.195	0.00	0.00	151.31	3188.20	635485.17	415695.03
7+597.195	0.00	0.00	190.14	4224.18	635485.17	419919.21
7+622.195	0.00	0.00	181.05	4597.86	635485.17	424517.07

7+647.195	0.00	0.00	167.65	4321.56	635485.17	428838.64
7+672.195	0.00	0.02	156.10	4017.32	635485.19	432855.95
7+697.195	0.00	0.02	148.39	3781.95	635485.20	436637.90
7+722.195	0.00	0.00	139.36	3574.87	635485.20	440212.77
7+747.195	0.00	0.00	160.99	3726.00	635485.20	443938.77
7+772.195	0.00	0.00	100.71	3245.84	635485.20	447184.60
7+797.195	6.64	82.95	59.79	2006.24	635568.15	449190.85
7+822.195	23.69	379.06	34.12	1173.86	635947.21	450364.71
7+847.195	16.81	506.17	16.42	631.76	636453.38	450996.47
7+872.195	4.07	260.94	6.85	290.82	636714.33	451287.28
7+897.195	2.28	79.40	12.29	239.23	636793.72	451526.51
7+922.195	0.83	38.95	45.33	720.28	636832.67	452246.79
7+947.195	0.00	10.43	71.69	1462.70	636843.10	453709.49
7+972.195	0.00	0.00	71.37	1788.22	636843.10	455497.71
7+997.195	1.26	15.71	63.51	1686.08	636858.80	457183.78
8+022.195	0.85	26.30	61.55	1563.26	636885.10	458747.05
8+047.195	4.03	60.98	61.46	1537.63	636946.08	460284.68
8+072.195	5.27	116.21	56.90	1479.52	637062.29	461764.20
8+097.195	1.98	90.63	56.97	1423.34	637152.92	463187.54
8+122.195	0.00	24.85	67.12	1551.08	637177.78	464738.62
8+147.195	0.03	0.37	65.27	1654.87	637178.14	466393.49
8+172.195	0.07	1.20	59.94	1565.18	637179.35	467958.67
8+197.195	5.50	69.67	32.31	1153.15	637249.02	469111.82
8+222.195	6.56	150.86	25.95	728.20	637399.88	469840.02
8+247.195	12.42	237.27	31.76	721.37	637637.14	470561.38
8+272.195	37.82	627.97	16.36	601.52	638265.11	471162.91
8+297.195	26.86	808.55	20.79	464.42	639073.66	471627.33
8+322.195	12.56	492.74	16.43	465.34	639566.40	472092.67
8+347.195	0.00	156.96	39.79	702.74	639723.36	472795.41
8+372.195	0.00	0.00	38.39	977.21	639723.36	473772.61
8+397.195	0.00	0.06	43.97	1029.47	639723.42	474802.09
8+422.195	0.00	0.06	46.45	1130.16	639723.48	475932.24
8+447.195	0.00	0.00	45.62	1150.80	639723.48	477083.04
8+472.195	0.00	0.00	45.46	1138.49	639723.48	478221.54
8+497.195	0.00	0.00	46.33	1147.38	639723.48	479368.92
8+522.195	0.00	0.01	41.31	1095.48	639723.49	480464.40
8+547.195	0.00	0.08	37.50	985.09	639723.58	481449.48
8+572.195	0.00	0.10	36.30	922.46	639723.67	482371.95
8+597.195	0.00	0.02	46.06	1029.44	639723.69	483401.38
8+622.195	0.00	0.00	48.96	1187.73	639723.69	484589.11

8+647.195	0.00	0.04	56.28	1315.59	639723.74	485904.70
8+672.195	0.00	0.04	81.50	1722.28	639723.78	487626.99
8+697.195	0.00	0.00	80.63	2026.57	639723.78	489653.56
8+722.195	0.00	0.00	87.19	2097.70	639723.78	491751.26
8+747.195	0.00	0.00	80.98	2102.06	639723.78	493853.32
8+772.195	0.12	1.45	64.64	1820.27	639725.22	495673.59
8+797.195	0.00	1.45	86.32	1887.05	639726.67	497560.64
8+822.195	0.00	0.00	55.82	1776.75	639726.67	499337.40
8+847.195	0.00	0.00	43.25	1238.44	639726.67	500575.84
8+872.195	0.00	0.00	52.65	1198.81	639726.67	501774.65
8+897.195	0.00	0.06	45.28	1224.15	639726.74	502998.80
8+922.195	0.00	0.12	19.19	805.95	639726.85	503804.75
8+947.195	1.07	13.38	8.91	351.29	639740.24	504156.04
8+972.195	0.00	13.36	6.71	195.28	639753.59	504351.32
8+997.195	2.19	27.42	3.70	130.22	639781.02	504481.54
9+022.195	3.13	66.56	2.76	80.79	639847.57	504562.33
9+047.195	15.04	227.16	0.37	39.13	640074.74	504601.46
9+072.195	26.32	516.97	0.11	6.04	640591.71	504607.50
9+097.195	38.52	810.53	0.07	2.31	641402.24	504609.80
9+122.195	66.20	1309.05	0.00	0.90	642711.29	504610.71
9+147.195	98.02	2052.74	0.00	0.00	644764.03	504610.71
9+172.195	122.18	2752.52	0.00	0.00	647516.55	504610.71
9+197.195	156.78	3486.99	0.00	0.05	651003.55	504610.75
9+222.195	187.52	4303.77	0.00	0.10	655307.32	504610.85
9+247.195	206.47	4924.91	0.33	4.20	660232.23	504615.05
9+272.195	257.05	5793.95	0.00	4.14	666026.18	504619.19
9+297.195	200.12	5714.59	0.00	0.00	671740.77	504619.19
9+322.195	161.51	4520.34	0.01	0.14	676261.11	504619.33
9+347.195	147.88	3867.31	0.00	0.14	680128.42	504619.47
9+372.195	136.26	3551.70	0.00	0.00	683680.12	504619.47
9+397.195	131.14	3342.52	0.00	0.12	687022.63	504619.58
9+422.195	128.86	3250.06	0.00	0.12	690272.69	504619.70
9+447.195	128.43	3216.15	0.00	0.00	693488.83	504619.70
9+472.195	130.22	3233.14	0.00	0.00	696721.98	504619.70
9+497.195	126.52	3209.28	0.00	0.00	699931.25	504619.70
9+522.195	133.12	3245.58	0.00	0.00	703176.83	504619.70
9+547.195	137.26	3379.77	0.00	0.00	706556.60	504619.70
9+572.195	146.06	3541.48	0.00	0.00	710098.08	504619.70
9+597.195	141.34	3592.47	0.00	0.00	713690.55	504619.70
9+622.195	121.94	3291.02	0.00	0.00	716981.57	504619.70

9+647.195	111.05	2912.46	0.00	0.00	719894.03	504619.70
9+672.195	99.93	2637.29	0.00	0.00	722531.32	504619.70
9+697.195	93.96	2423.61	0.00	0.00	724954.94	504619.70
9+722.195	84.11	2225.88	0.00	0.00	727180.81	504619.70
9+747.195	74.62	1984.14	0.00	0.01	729164.95	504619.71
9+772.195	66.77	1767.41	0.00	0.01	730932.36	504619.73
9+797.195	56.55	1541.51	0.00	0.00	732473.87	504619.73
9+822.195	52.54	1363.58	0.00	0.00	733837.44	504619.73
9+847.195	45.69	1227.88	0.00	0.00	735065.32	504619.73
9+872.195	32.14	973.60	0.00	0.01	736038.93	504619.74
9+897.195	12.85	563.06	1.03	12.78	736601.99	504632.52
9+922.195	13.08	324.85	1.26	28.45	736926.84	504660.97
9+947.195	28.67	523.55	3.05	53.54	737450.39	504714.52
9+972.195	57.80	1084.44	5.75	109.12	738534.83	504823.64
9+997.195	90.88	1863.06	2.31	99.92	740397.89	504923.56
10+022.195	148.48	2992.78	0.02	28.86	743390.68	504952.42
10+047.195	15.73	2051.45	0.85	10.78	745442.13	504963.19
10+072.195	19.30	438.24	0.00	10.57	745880.36	504973.76
10+097.195	21.12	505.32	0.00	0.00	746385.69	504973.76
10+122.195	20.04	514.70	0.01	0.12	746900.38	504973.89
10+147.195	17.68	471.92	0.12	1.60	747372.30	504975.49
10+172.195	18.88	457.43	0.06	2.21	747829.73	504977.70
10+197.195	22.25	514.73	0.02	1.00	748344.46	504978.70
10+222.195	29.69	650.00	0.00	0.27	748994.46	504978.97
10+247.195	33.52	790.80	0.00	0.00	749785.26	504978.97
10+272.195	34.57	851.80	0.00	0.00	750637.06	504978.97
10+297.195	31.37	825.05	0.00	0.00	751462.11	504978.97
10+322.195	29.83	765.88	0.00	0.00	752227.99	504978.98
10+347.195	32.22	776.51	0.00	0.00	753004.50	504978.98
10+372.195	19.10	642.26	0.73	9.01	753646.76	504987.99
10+397.195	16.40	444.50	2.59	41.08	754091.26	505029.07
10+422.195	3.60	250.60	10.87	166.96	754341.86	505196.04
10+447.195	0.09	46.27	23.12	422.55	754388.13	505618.58
10+472.195	0.00	1.10	59.87	1031.07	754389.24	506649.66
10+497.195	0.00	0.00	72.41	1643.26	754389.24	508292.91
10+522.195	0.00	0.00	95.42	2085.02	754389.24	510377.93
10+547.195	0.00	0.00	97.62	2397.93	754389.24	512775.86
10+572.195	0.00	0.00	127.03	2791.33	754389.24	515567.19
10+597.195	0.00	0.00	134.06	3245.14	754389.24	518812.33
10+622.195	0.00	0.00	133.25	3324.01	754389.24	522136.34

10+647.195	0.00	0.00	123.49	3193.28	754389.24	525329.62
10+672.195	0.00	0.00	98.87	2765.36	754389.24	528094.98
10+697.195	0.00	0.00	69.78	2108.06	754389.24	530203.03
10+722.195	0.00	0.04	70.63	1755.14	754389.28	531958.17
10+747.195	0.00	0.04	95.64	2078.42	754389.32	534036.59
10+772.195	0.00	0.00	137.03	2908.39	754389.32	536944.98
10+797.195	0.00	0.00	89.05	2826.02	754389.32	539771.00
10+822.195	0.00	0.00	44.60	1670.61	754389.32	541441.60
10+847.195	0.00	0.00	24.21	860.12	754389.32	542301.73
10+872.195	3.37	42.08	7.97	402.23	754431.40	542703.96
10+897.195	17.61	262.16	1.31	115.90	754693.56	542819.86
10+922.195	38.35	699.41	0.00	16.32	755392.97	542836.17
10+947.195	57.57	1198.91	0.00	0.00	756591.88	542836.17
10+972.195	89.62	1839.81	0.00	0.00	758431.69	542836.17
10+997.195	98.39	2350.11	0.00	0.00	760781.80	542836.17
11+022.195	74.46	2160.65	0.00	0.00	762942.45	542836.17
11+047.195	67.92	1779.75	0.00	0.00	764722.20	542836.17
11+072.195	88.29	1952.55	0.02	0.27	766674.75	542836.45
11+097.195	96.33	2307.68	0.00	0.27	768982.44	542836.72
11+122.195	111.52	2598.08	0.00	0.00	771580.51	542836.72
11+147.195	134.68	3077.46	0.70	8.73	774657.97	542845.44
11+172.195	294.93	5370.05	0.00	8.73	780028.02	542854.17
11+197.195	450.73	9320.73	0.00	0.00	789348.76	542854.17
11+222.195	594.88	13070.15	0.00	0.00	802418.90	542854.17
11+247.195	621.28	15201.95	0.00	0.00	817620.85	542854.17
11+272.195	691.50	16409.74	0.00	0.00	834030.60	542854.17
11+297.195	543.14	15433.07	0.00	0.00	849463.67	542854.17
11+322.195	309.23	10654.65	0.00	0.00	860118.32	542854.17
11+347.195	135.13	5554.50	0.00	0.00	865672.82	542854.17
11+372.195	38.76	2173.62	6.12	76.54	867846.45	542930.72
11+397.195	16.77	694.12	8.34	180.79	868540.56	543111.51
11+422.195	20.40	464.69	3.73	150.89	869005.25	543262.40
11+447.195	23.22	545.34	2.15	73.47	869550.59	543335.87
11+472.195	23.31	581.66	1.51	45.71	870132.25	543381.58
11+497.195	21.89	564.95	5.24	84.44	870697.20	543466.02
11+522.195	24.02	573.85	3.37	107.64	871271.06	543573.66
11+547.195	11.84	448.23	4.67	100.44	871719.29	543674.11
11+572.195	12.05	298.61	10.56	190.32	872017.89	543864.43
11+597.195	17.59	370.47	2.20	159.47	872388.36	544023.90
11+622.195	11.83	367.73	2.44	58.01	872756.09	544081.92

11+647.195	3.14	187.20	5.84	103.56	872943.30	544185.48
11+672.195	1.88	62.85	8.38	177.82	873006.15	544363.30
11+697.195	0.00	23.55	15.34	296.46	873029.70	544659.76
11+722.195	0.00	0.00	25.51	510.51	873029.70	545170.27
11+747.195	0.00	0.00	34.00	743.83	873029.70	545914.11
11+772.195	0.00	0.00	43.02	962.74	873029.70	546876.85
11+797.195	0.00	0.02	52.06	1188.45	873029.72	548065.30
11+822.195	0.00	0.02	72.69	1559.30	873029.74	549624.60
11+847.195	0.02	0.25	95.18	2098.34	873029.98	551722.94
11+872.195	0.00	0.25	109.44	2557.80	873030.23	554280.75
11+897.195	0.00	0.00	113.52	2787.10	873030.23	557067.85
11+922.195	0.00	0.00	120.86	2929.87	873030.23	559997.72
11+947.195	0.00	0.00	112.84	2921.29	873030.23	562919.01
11+972.195	0.00	0.00	78.71	2394.30	873030.23	565313.32
11+997.195	0.04	0.48	44.12	1535.29	873030.72	566848.61
12+022.195	15.77	197.58	9.90	675.22	873228.30	567523.83
12+047.195	44.13	748.73	2.74	158.01	873977.02	567681.84
12+072.195	99.36	1791.15	0.00	34.62	875768.18	567716.46
12+097.195	178.21	3468.57	0.00	0.00	879236.75	567716.46
12+122.195	252.23	5385.28	0.00	0.00	884622.02	567716.46
12+147.195	124.79	4718.40	0.00	0.00	889340.43	567716.46
12+172.195	15.01	1747.44	1.64	20.67	891087.87	567737.14
12+197.195	0.88	197.23	26.82	358.79	891285.10	568095.93
12+222.195	0.00	10.89	55.23	1033.43	891295.99	569129.36
12+247.195	0.00	0.00	93.73	1874.80	891295.99	571004.16
12+272.195	0.00	0.00	113.57	2608.78	891295.99	573612.94
12+297.195	0.00	0.00	131.21	3081.10	891296.00	576694.04
12+322.195	0.00	0.00	149.92	3538.89	891296.00	580232.93
12+347.195	0.00	0.00	178.82	4139.73	891296.00	584372.65
12+372.195	0.00	0.00	190.77	4653.97	891296.00	589026.63
12+397.195	0.00	0.00	181.03	4680.17	891296.00	593706.80
12+422.195	0.00	0.00	219.40	5041.59	891296.00	598748.39
12+447.195	0.00	0.00	176.47	4979.52	891296.00	603727.91
12+472.195	0.00	0.00	118.27	3697.38	891296.00	607425.29
12+497.195	0.03	0.37	78.83	2467.10	891296.37	609892.40
12+522.195	0.06	1.13	117.99	2460.23	891297.50	612352.63
12+547.195	1.85	23.85	21.84	1747.83	891321.35	614100.45
12+572.195	0.01	23.22	21.97	547.58	891344.57	614648.03
12+597.195	8.44	105.59	7.56	369.12	891450.16	615017.15
12+622.195	8.22	208.22	6.50	175.83	891658.38	615192.98

12+647.195	6.45	183.41	8.28	184.74	891841.79	615377.72
12+672.195	2.85	116.30	20.68	361.92	891958.09	615739.64
12+697.195	10.61	166.78	7.14	348.64	892124.88	616088.28
12+722.195	50.67	755.72	0.86	100.06	892880.59	616188.34
12+747.195	45.61	1188.33	2.45	41.34	894068.93	616229.68
12+772.195	32.02	961.15	3.94	80.03	895030.08	616309.71
12+797.195	2.45	427.62	15.89	248.41	895457.69	616558.12
12+822.195	0.00	30.38	43.58	742.90	895488.07	617301.02
12+847.195	0.22	2.69	48.68	1151.05	895490.76	618452.06
12+872.195	0.13	4.36	17.03	819.83	895495.12	619271.90
12+897.195	0.00	1.68	13.63	382.32	895496.79	619654.22
12+922.195	5.28	66.15	6.19	246.41	895562.94	619900.63
12+947.195	15.29	257.84	6.61	158.74	895820.79	620059.37
12+972.195	50.98	823.44	2.60	114.22	896644.23	620173.59
12+997.195	0.00	631.75	0.00	32.27	897275.98	620205.86
13+022.195	0.00	0.00	0.00	0.00	897275.98	620205.86
13+047.195	0.00	0.00	0.00	0.00	897275.98	620205.86
13+072.195	95.02	1184.33	0.00	0.00	898460.31	620205.86
13+097.195	84.94	2242.83	0.00	0.00	900703.14	620205.86
13+122.195	87.63	2150.19	0.00	0.00	902853.33	620205.86
13+147.195	105.25	2402.28	0.00	0.00	905255.61	620205.86
13+172.195	31.09	1697.40	1.74	21.90	906953.01	620227.76
13+197.195	17.96	610.69	1.68	42.99	907563.70	620270.75
13+222.195	31.55	618.49	0.04	21.53	908182.19	620292.28
13+247.195	35.52	838.81	0.00	0.44	909020.99	620292.72
13+272.195	0.96	456.22	8.39	104.40	909477.21	620397.13
13+297.195	0.00	12.02	32.49	509.64	909489.23	620906.77
13+322.195	0.00	0.00	51.23	1046.47	909489.23	621953.24
13+347.195	0.00	0.08	63.73	1437.06	909489.30	623390.30
13+372.195	0.00	0.08	73.64	1717.17	909489.38	625107.47
13+397.195	0.00	0.00	79.70	1916.72	909489.38	627024.19
13+422.195	0.00	0.02	86.41	2076.41	909489.40	629100.60
13+447.195	0.00	0.02	81.89	2103.79	909489.42	631204.39
13+472.195	0.00	0.00	79.15	2012.97	909489.42	633217.36
13+497.195	0.00	0.00	70.80	1874.35	909489.42	635091.71
13+522.195	0.00	0.00	58.32	1613.95	909489.43	636705.66
13+547.195	0.03	0.36	57.78	1451.25	909489.79	638156.91
13+572.195	0.00	0.38	57.58	1442.00	909490.17	639598.91
13+597.195	0.01	0.14	47.13	1308.83	909490.31	640907.75
13+622.195	0.00	0.12	46.32	1168.09	909490.43	642075.84

13+647.195	0.00	0.10	38.39	1058.79	909490.53	643134.63
13+672.195	0.00	0.10	36.79	939.66	909490.64	644074.30
13+697.195	0.00	0.00	29.55	829.21	909490.64	644903.50
13+722.195	0.00	0.00	15.06	557.62	909490.65	645461.12
13+747.195	0.00	0.00	11.91	337.14	909490.65	645798.26
13+772.195	0.13	1.68	5.55	218.21	909492.34	646016.48
13+797.195	1.82	24.48	1.38	86.56	909516.81	646103.04
13+822.195	7.63	118.16	0.51	23.61	909634.97	646126.65
13+847.195	14.06	271.09	0.02	6.60	909906.06	646133.26
13+872.195	16.97	387.84	0.08	1.23	910293.90	646134.48
14+000.000	0.00	110.62	0.00	0.52	910404.53	646135.01

**Vérification des conditions d'auto curage :**

**Vérification des dalots :**

n° BV	Q50	N° dalot	Qs	Vps	Rq=0,1>0.6	Observation	Rq=0.01>0.3	Observation	Vsat	Observation
<b>BV02</b>	4,64	1	11,19	1,84	1,18	verifier	0,59	verifier	11,45	verifier
<b>BV05</b>	6,8	1	26,11	5,55	3,55	verifier	1,78	verifier	1,159	verifier
<b>BV06</b>	7,33	1	1,05	2,18	1,40	verifier	0,70	verifier	6,88	verifier
<b>BV16</b>	4,57	1	1,65	5,53	3,53	verifier	1,77	verifier	11,86	verifier
<b>BV17</b>	10,77	2	2,81	2,05	1,31	verifier	0,66	verifier	10,57	verifier
<b>BV18</b>	10,08	2	0,11	6,92	4,42	verifier	2,21	verifier	7,82	verifier
<b>BV24</b>	14,92	2	2,48	7,69	4,91	verifier	2,46	verifier	393,7	verifier
<b>BV25</b>	9,13	2	3,82	7,44	4,75	verifier	2,38	verifier	3,138	verifier
<b>BV26</b>	6,09	1	5,96	5,32	3,40	verifier	1,71	verifier	5,32	verifier
<b>BV29</b>	3,42	1	0,00	4,01	2,56	verifier	1,29	verifier	1,49	verifier

### Vérification des buses :

Buse	Rh	Qps	Vps	Sm	Pm	Rh2	Vs	Vérification (0,1)si>0.6	observation	Vérification (0,01)si>0.3	observation2	Rq	RV	V
1,00	0,38	2,03	1,15	1,77	4,71	0,38	5,63	0,73	verifier	0,37	verifier	4,889	0,45	0,52
1,50	0,56	5,99	1,51	3,97	7,07	0,56	1,41	0,96	verifier	0,48	verifier	0,938	0,96	1,45
1,00	0,38	2,03	1,15	1,77	4,71	0,38	3,13	0,73	verifier	0,37	verifier	2,715	0,96	1,11
1,20	0,45	3,31	1,30	2,54	5,65	0,45	0,65	0,83	verifier	0,42	verifier	0,502	1,11	1,44
1,50	0,56	5,99	1,51	3,97	7,07	0,56	0,88	0,96	verifier	0,48	verifier	0,584	0,45	0,68
1,00	0,38	2,03	1,15	1,77	4,71	0,38	1,42	0,73	verifier	0,37	verifier	1,235	1,00	1,15
1,50	0,56	5,99	1,51	3,97	7,07	0,56	0,26	0,96	verifier	0,48	verifier	0,175	1,00	1,51
1,00	0,38	2,03	1,15	1,77	4,71	0,38	0,74	0,73	verifier	0,37	verifier	0,639	1,06	1,22
1,00	0,38	2,03	1,15	1,77	4,71	0,38	1,35	0,73	verifier	0,37	verifier	1,171	1,00	1,15