

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 : Routes et Ouvrages

Thème

Etude en APD d'un tronçon du dédoublement de la RN 127 reliant la wilaya de TISSEMSILT et l'Autoroute Nord-Sud sur 10 Km du PK 36+000 au PK 46+000 avec la conception de deux carrefours giratoires

Présenté par :

DEHBI Ilyas

BOUMAIZA Khadidja

Encadré par :

Mr. BENALMELADJ Mohamed

Mr. DAKHMOUCHE Mohamed

Promotion 2024/2025

© ENSTP-FJ – Garidi – Vieux Kouba

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Avant tout, nous louons Dieu, Le Tout-Puissant, qui nous a accordé la force, la volonté et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail. C'est grâce à Sa miséricorde et à Son soutien que nous avons pu franchir toutes les étapes de notre parcours avec courage et persévérance.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadreur de mémoire, Monsieur BENALMELADJ MOHAMED, pour son accompagnement, ses conseils avisés et ses orientations précieuses tout au long de ce travail. Sa disponibilité et son engagement ont été essentiels à la réussite de ce projet.

Nous remercions notre Co-encadreur Monsieur DAKHMOUCHE MOHAMED pour la sollicitude avec laquelle il a suivi et guidé ce travail.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à nos familles, BOUMAIZA et DEHBI, pour leur soutien moral et matériel inconditionnel tout au long de cette étape importante de notre vie.

Au terme de notre stage de fin d'études, nous remercions chaleureusement les ingénieurs : FETAL SOFIANE, BELKACEMI ZAKARIA, LOUDJEDI ABDELKADER, BENCHIKH ABDELHAK, pour leur accueil, leur disponibilité, leur encadrement sur le terrain, et les conseils techniques qu'ils ont généreusement partagés avec nous.

Toute notre gratitude va à Monsieur MADANI SAID pour sa précieuse contribution à notre formation et ses conseils avisés.

Nos remerciements s'adressent également à l'ensemble des enseignants de l'École Nationale Supérieure des Travaux Publics (ENSTP) qui ont assuré notre formation et contribué, chacun à sa manière, à la réalisation de ce travail.

Nous n'oublions pas de remercier tout le personnel administratif du département DMS, pour leur aide constante et leur encouragement tout au long de notre parcours.

Nous exprimons également notre gratitude aux membres du jury pour l'intérêt porté à notre travail et pour leurs remarques constructives qui ne manqueront pas d'enrichir notre réflexion.

Enfin, nous remercions toutes les personnes, de près ou de loin, ayant contribué à la réussite de ce modeste travail. Leur présence et leur soutien ont été d'un grand réconfort tout au long de cette belle aventure académique.

إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبفضله تتحقق الغايات، الحمد لله الذي وفقني لإنجاز هذا العمل المتواضع، أهدي ثمرة جهدي:

إلى أمي ...

نبض قلبي، ونور عيوني، وسرّ سعادتي إليك يا من كنت لي حضناً دافئاً، وملجأً آمناً، ودعاءً صادقاً في كل حين.

كل حرف في هذه المذكرة، وكل خطوة في هذا الإنجاز، تحمل بصمتك، وتروي قستك في التضحية والعطاء.

اللهم احفظ لي أمي، وبارك في عمرها، وأقرّ عيني بها دائماً.

إلى أبي ...

إلى من كان ظلي حين اشتدّت الشمس، إلى داعي ومشجعي الدائم، حين ينادوني باسمه أسعد وأزدهي بأنتي ابنته وثمرته.

ارجو من الله أن يمد لنا بعمرِكَ لتري ثماراً قد حان وقت قطفها.

إلى عائلتي العزيزة...

إلى أخواني نریمان وسارة وإخوتي حسام، كمال، هشام، حمزة، مهدي وصالح، لكم كل الشكر على الحب والدعم والسند، فقد كنتم

النور الذي أثار طريقي، واليد التي امتدت لي في كل لحظة.

إلى شريك في هذا المشوار، إلياس ذهبي ...

شكراً لبذل جهودك الصادقة، هذا النجاح ثمرة تعاوننا وعملنا المشترك.

إلى ياسمين ...

يا زهرة صداقتي وأجمل أمانتي، بوجودك صار الطريق أجمل وأقرب، وأنت في القلب دوماً أجمل حضور.

إلى رفقائي في المرحلة الدراسية ...

خديجة، مريم، صباح، ورائيا، كنتن خير صحبة وأجمل رفقة في درب العلم، رفقتكن خففت عني مشقة الطريق، وجعلت الأيام

الطف وأجمل. شكراً لكنّ من القلب، على الدعم، الوفاء، وكل لحظة صادقة لا تُنسى.

إلى كلّ من وقف إلى جانبي، إلى أصدقائي، ومعارفي، وكلّ من ساندني بكلمة، بنصيحة، أو حتى بإبتسامة، شكراً لكم من القلب.

إلى نفسي...

إليك أيتها الروح التي صبرت وتحذت، التي آمنت بأن كل نهاية تحمل بداية، وأن الحلم يستحق المحاولة بجسارة. أنا فخورة بك...

وآخر دعوانا أن الحمد لله ربّ العالمين، "وقل رب زدني علماً" (سورة طه - الآية 114)

خديجة

إهداء

بسم الله الرحمان الرحيم
﴿وَقُلْ اَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ﴾
صدق الله العظيم

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ... ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك
ولا تطيب الجنة إلا برويتك... الله جل جلاله فالحمد لله حمدا كثيرا.

إلى منارة العلم والإمام المصطفي إلى الأبي الذي علم المتعلمين إلى سيد الخلق سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم إلى رسولنا الكريم
إلى من كانت الدعوة الصادقة منها زادي، والحنان في صوتها سندي، والسهر من أجل راحتي دأبها،
إلى أُمي الغالية... يا نبع الحب والحنان، كل كلمات الشكر لا توفيكِ حقك

إلى من غرس في نفسي قوة الإرادة، وربّي في داخلي الطموح، وسار معي خطوة بخطوة في طريق العلم،
إلى أبي العزيز... يا من كنت دوماً قدوتي إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم، أدامك الله تاجاً فوق رأسي

إلى من شاركوني نبض الحياة، وملأوا قلبي دفئاً وسعادة،
إلى إخوتي: عبد الرؤوف، أنس، عائشة، وأسما،
أتم روعي الثانية، وعائلي التي أفر بها في كل زمان ومكان

إلى شريكتي في هذا الإنجاز،

بومعيزة خديجة،

شكراً على الجهد، على الصبر، على الوفاء... كنتِ نعم الرفيقة.

إلى صديقي الغالي سهيل إسلام رغم البعد والمرض، حضورك في القلب دائم، دعائي لك لا ينقطع

أسال الله أن يلبسك ثوب الصحة والعافية، وتعود إلينا بكامل بهائك وهمتك.

إلى أصدقائي الذين كانوا لي العون والونس في درب العلم والسهر والتحديات،
يعقوب، جابالله، أمين، أسامة، وحذيفة أصدق المواقف لا تُنسى، ورفقتكم كانت زاداً في رحلتي.

وإلى كل من آمن بي، وشجعني، وساندني،

إلى كل من كان له بصمة في هذا المشوار، ولو بكلمة عابرة، أو ابتسامة صادقة

أهدي ثمرة حمدي، وتعب أيامي، وذكريات سنواتي.

إليك أنت أيها القارئ.

وآخر دعوانا أن الحمد لله ربّ العالمين، "وقل رب زدني علماً" (سورة طه - الآية 114)

ملخص

يعرض هذا العمل دراسة تفصيلية لمشروع ازدواجية الطريق الوطني RN 127 على مسافة 10 كم، من النقطة الكيلومترية 36+000 إلى النقطة الكيلومترية 46+000، والذي يربط ولاية تيسمسيلت بالطريق السيار شمال-جنوب، ويشمل تصميم ملتقى الطرق دوارين.

تمت دراسة الازدواجية على أساس مقطع عرضي نموذجي يتكون من مسارين بعرض 7 أمتار للمسار الواحد، مفصولين بفاصل مركزي من الخرسانة المسلحة المزدوجة مع 2×2.5 م للأكتاف. بدأنا مشروع نهاية الدراسة بإجراء دراسة لحركة المرور على هذا الطريق، وتم اعتماد إسقاط مروري على مدى 20 سنة قادمة لأغراض تصميم طبقات الرصف للطريق، كما قمنا بإعداد تقرير جيوتقني لتحديد خصائص التربة الداعمة بعد ذلك، قمنا بإنجاز التخطيط الأفقي لمسار الطريق باستخدام برنامج (Autopiste)، مع احترام المعايير الهندسية الخاصة بالمسارات، تلاه إعداد المقطع الطولي المقطع العرضي للطريق، كما نظرنا لدراسة متكاملة لنظام صرف المياه السطحية ومياه الأمطار. بعد ذلك، تم اختيار نوع الدوارين وتخطيط نظام الإشارات الطرقية الأفقية والعمودية.

وفي الختام، شملت الدراسة تحليلاً لتأثير المشروع على البيئة، بالإضافة إلى إعداد الكميات والتكلفة التقديرية للمشروع.

الكلمات المفتاحية: ازدواجية الطريق، تيسمسيلت، ملتقى الطرق دوارين، فاصل مركزي، حركة المرور.

Résumé

Ce projet présente une étude détaillée du dédoublement de la route nationale RN127 en 2×2 reliant la wilaya de TISSEMSILT et l'autoroute Nord-Sud sur 10 km, du PK 36+000 au PK 46+000, avec la conception de deux carrefours giratoires.

Le dédoublement de la route existante s'est fait selon un profil en travers type de 2×7 m et $2 \times 2,5$ m d'accotements, avec un séparateur central en béton « Double Béton Armé » (DBA). Nous avons commencé notre projet de fin d'études par une étude du trafic routier de la RN127, qui a été menée après extrapolation de ce trafic à l'horizon de 20 ans, pour le dimensionnement de la structure du corps de chaussée de la route et Nous avons ensuite effectué un rapport géotechnique pour déterminer les caractéristiques du sol support. Ensuite, nous avons réalisé le tracé en plan de la route à l'aide du logiciel (Autopiste), en respectant les normes géométriques des tracés routiers, suivi de l'établissement du profil en long et des profils en travers, suivi d'une étude d'assainissement et de drainage de la route. Par la suite, nous avons choisi le type de carrefour et planifié la signalisation horizontale et verticale.

Enfin, nous avons conclu par une étude d'impact sur l'environnement, ainsi que par l'établissement du devis estimatif et quantitatif.

Mots-clés : Dédoublement, TISSEMSILT, carrefours giratoires, séparateur central, trafic routier.

Summary

This project presents a detailed study of the duplication of National Road RN127 into a 2×2 lane road connecting the wilaya of TISSEMSILT to the North-South Highway over a length of 10 Km, from PK 36+000 to PK 46+000, including the design of two roundabouts.

The duplication of the existing road was carried out according to a typical cross-section profile of 2×7 meters of roadway and 2×2.5 meters of shoulders, with a central concrete median barrier known as "Double Reinforced Concrete" (DRC). We began our final year project with a traffic study of RN127, conducted by extrapolating the current traffic over a twenty-year horizon, for the purpose of designing the pavement structure. Next, we conducted a geotechnical report to determine the characteristics of the supporting soil. We then created the horizontal alignment of the road using the (Autopiste) software, in compliance with geometric design standards, followed by the development of the longitudinal profile and cross-sections, along with a drainage and stormwater management study. Subsequently, we selected the type of intersections and planned the road signage.

Finally, we concluded with an environmental impact study, as well as the preparation of a cost estimate and a bill of quantities.

Keywords: Road widening, TISSEMSILT, roundabouts, central divider, road traffic.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

I.1. INTRODUCTION.....	2
I.2. APERÇU GENERAL SUR LA WILAYA de Médéa	2
I.2.1. Situation géographique.....	2
I.2.2. Le climat.....	3
I.2.3. Réseau routier.....	3
I.2.4. Sismicité.....	4
I.2.5. Relief.....	4
I.2.6. Ressources hydriques	5
I.3. DESCRIPTION DU PROJET	5
I.4. DESCRIPTION DE LA SECTION ETUDIEE.....	7
I.5. OBJECTIF DU PROJET.....	8
I.6. CONCLUSION	8

CHAPITRE II : ETUDE DU TRAFIC

II.1. INTRODUCTION	9
II.2. L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS	9
II.2.1. Les comptages.....	9
II.2.1.1. Comptages automatiques	9
II.2.1.2. Comptages manuels	9
II.2.2. La connaissance des flux (les enquêtes)	9
II.3. CATEGORIES DU TRAFIC ROUTIER.....	10
II.4. LES INDICATEURS DE TRAFICS	10
II.5. LES DONNEES DE TRAFIC	10
II.6. CALCUL DE LA CAPACITE	11
II.6.1. Calcul du (TJMA) horizon.....	11
II.6.2. Calcul du trafic effectif	12
II.6.3. Débit de pointe horaire normale	12
II.6.4. Débit horaire admissible	13

II.6.5. Nombre des voies.....	14
II.6.6. Calcul de l'année de saturation	14
II.7. CONCLUSION.....	15

CHAPITRE III : ÉTUDE GEOTECHNIQUE

III.1. GEOLOGIE	16
III.1.1. Introduction	16
III.1.2. Objectifs de l'étude géologique	16
III.2. ETUDE GEOTECHNIQUE	17
III.2.1. Introduction	17
III.2.2. Objectifs de l'étude géotechnique	17
III.2.3. Moyens de la reconnaissance	17
III.2.3.1. L'étude Des Archives Et Documents Existants	17
III.2.3.2. Essais in situ	17
III.2.3.3. Les différents essais en laboratoire.....	18
III.2.4. Résultats et interprétation des essais	18
III.2.4.1. Essais in situ	18
III.2.4.2. Les différents essais en laboratoire.....	21
III.2.5. Classification des sols.....	24
III.2.5.1. Classification GTR	24
III.2.6. Conditions d'utilisation des matériaux en remblai	25
III.2.7. Gîtes à matériaux	26
III.2.7.1. Interprétation des résultats.....	26
III.2.7.2. Classification GTR	28
III.3. CONCLUSION	30

CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

IV.1. INTRODUCTION	31
IV.2. LA CHAUSSEE.....	31
IV.2.1. Définition	31
IV.2.2. Les différents types de chaussée	31
IV.3. PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE	34
IV.3.1. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio).....	34

IV.3.1.1. Application méthode CBR.....	35
IV.3.2. METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES DU CTTT.....	37
IV.3.2.1. Application la méthode de catalogue	38
IV.4. CONCLUSION.....	47

CHAPITRE V : TRACE EN PLAN

V.1. INTRODUCTION.....	49
V.2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN	49
V.3. LA VITESSE DE REFERENCE.....	49
V.4. LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN	50
V.4.1. Les alignements droits.....	50
V.4.1.1. Règles concernant la longueur des alignements droits selon la norme (ARP– 1994) :	50
V.4.2. Arcs de cercle	50
V.4.2.1. Règle à respecter dans les arcs selon la norme (ARP-2015) :.....	51
V.4.3. Courbes de raccordement progressives	51
V.4.3.1. Règle à respecter dans les raccordements selon la norme (ARP-2015) :...	51
V.5. APPLICATION AU PROJET	52
V.5.1. Contraintes rencontrées lors de l'élaboration de notre tracé.....	52
V.5.2. Description du tracé	52

CHAPITRE VI : PROFIL EN LONG

VI.1. INTRODUCTION.....	54
VI.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long	54
VI.3. COORDINATION DU TRACÉ EN PLAN ET PROFIL EN LONG :	55
VI.4. Les PARAMETRES DE notre profil en long.....	55
VI.4.1. Déclivités :.....	55
VI.4.1.1. Déclivités minimales	55
VI.4.1.2. Déclivité maximale.....	56

CHAPITRE VII : PROFIL EN TRAVERS

VII.1. INTRODUCTION	57
VII.2. Différente type de profil en travers	57
VII.2.1. Profil en travers courant.....	57

VII.2.2. Profil en travers type	57
VII.3. Les éléments constitutifs du profil en travers	57
VII.4. PENTES TRANSVERSALES ET DEVERS EN COURBE.....	59
VII.5. APPLICATION AU PROJET	60

CHAPITRE VIII : CUBATURES ET STABILITE DU TALUS

VIII.1. CUBATURES	61
VIII.1.1. Introduction	61
VIII.1.2. Les méthodes de calcul des cubatures	61
VIII.1.3. Description la méthode de la moyenne des aires.....	61
VIII.1.4. Calcul Des Cubatures de projet	62
VIII.2. STABILITE DU TALUS	63
VIII.2.1. Introduction	63
VIII.2.2. Analyse de la stabilité	63
VIII.2.3. Analyse de stabilité du déblai	64
VIII.2.3.1. Caractéristiques de résistance des sols	64
VIII.2.3.2. Actions du séisme	64
VIII.2.3.3. Résultats d'analyse par logiciel	65
VIII.2.4. CONCLUSION	67

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

IX.1. INTRODUCTION.....	68
IX.2. Objectifs de l'assainissement routier.....	68
IX.3. type et choix des ouvrages d'assainissement routier.....	68
IX.3.1. Types d'ouvrages d'assainissement.....	68
IX.3.2. Critères de choix des ouvrages.....	69
IX.4. LES REGLES A RESPECTEES POUR LE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	69
IX.5. LES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT EXISTANTS	70
IX.6. ETUDE HYDROLOGIQUE.....	71
IX.6.1. Estimation des débits de crues	71
IX.6.1.1. Détermination de l'intensité	71
IX.6.1.2. Coefficient de ruissellement.....	73
IX.7. ÉTUDE HYDRAULIQUE.....	74

IX.7.1. Estimation des débits de saturation	74
IX.7.2. Dimensionnement du système de drainage transversal	75
IX.7.2.1. Dimensionnement des buses	75
IX.7.2.2. Dimensionnement des dalots	76
IX.7.3. Dimensionnement du système de drainage longitudinal	77
IX.7.3.1. Dimensionnement des fossés	77
IX.8. APPLICATION AU PROJET	78
IX.8.1. ETUDE HYDROLOGIQUE	78
IX.8.1.1. Délimitation des Bassins Versants	78
IX.8.1.2. Caractéristique physique des bassins versants	78
IX.8.1.3. Forme du bassin versant	80
IX.8.1.4. Données climatiques	80
IX.8.1.5. Calcul du débit d'apport dans Système de drainage transversal	80
IX.8.2. Calcul du débit d'apport dans Système de drainage longitudinal (les fossés)	82
IX.8.3. ÉTUDE HYDRAULIQUE	84
IX.8.3.1. Dimensionnement des buses	84
IX.8.3.2. Dimensionnement des dalots	86
IX.8.3.3. Dimensionnement des fossés	88
IX.9. CONCLUSION	88

CHAPITRE X : CONCEPTION DES CARREFOURS GIRATOIRE

X.1. INTRODUCTION	89
X.2. DEMARCHE GENERALE DE CONCEPTION	89
X.2.1. Identification du type de route	89
X.2.2. Déduction d'une gamme d'aménagements	89
X.2.3. Analyse du site	89
X.2.4. Choix du type de carrefour	89
X.2.5. Conception géométrique	89
X.3. CRITERES TECHNIQUES A CONSIDERER POUR LA CONCEPTION D'UN CARREFOUR	90
X.4. LES DIFFERENTS TYPES DE CARREFOUR	90
X.4.1. Les carrefours plans (carrefours à niveau)	90
X.4.1.1. Carrefour à trois branches (en T)	90

X.4.1.2. Carrefour à trois branches (en Y)	90
X.4.1.3. Carrefour à quatre branches (en croix)	90
X.4.1.4. Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire	90
X.4.2. Les carrefours dénivelés (échangeurs).....	91
X.5. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARREFOURS giratoires	91
X.5.1. L'îlot central.....	91
X.5.2. La chaussée annulaire (l'anneau).....	92
X.5.3. Les entrées	92
X.5.4. Les sorties	93
X.5.5. L'îlot séparateur	93
X.6. PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR giratoire	94
X.6.1. Dispositions générales	94
X.6.2. Perception et lisibilité	94
X.6.3. Visibilité.....	95
X.6.4. Déflexion	95
X.6.5. Pentes	95
X.7. APPLICATION AU PROJET	96
X.7.1. Conception de carrefour	96
X.7.1.1. Paramètres fondamentaux.....	96
X.7.1.2. Le carrefour N°01	97
X.7.1.3. Le carrefour N°02	98
X.8. CONCLUSION	98

CHAPITRE XI : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

XI.1. SIGNALISATION.....	99
XI.1.1. Introduction	99
XI.1.2. L'objectif de la signalisation	99
XI.1.3. Critères de conception de la signalisation	99
XI.1.4. Type de signalisation	100
XI.1.4.1. Signalisation verticale	100
XI.1.4.2. Signalisation horizontale	102
XI.1.5. Dispositifs de retenue	104
XI.1.5.1. Glissières de Sécurité Métalliques	104

XI.1.5.2. Séparateur en béton	104
XI.1.6. Application au projet	105
XI.1.6.1. Signalisation horizontale	105
XI.1.6.2. Signalisation verticale	105
XI.1.6.3. Les glissières de sécurité	107
XI.2. ECLAIRAGE	108
XI.2.1. Introduction	108
XI.2.2. Différentes catégories d'éclairage	108
XI.2.3. Paramètres d'implantation des luminaires	108
XI.2.4. Application au projet	109

CHAPITRE XII : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XII.1. INTRODUCTION	110
XII.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE	110
XII.3. IDENTIFICATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT	110
XII.3.1. Impacts négatifs	110
XII.3.1.1. Impacts négatifs associés à la phase de construction.....	110
XII.3.1.2. Impacts négatifs associés à la phase d'exploitation.....	111
XII.3.2. Impacts positifs	112
XII.3.3. Stratégies pour atténuer les Impacts négatifs environnementaux	113
XII.3.3.1. Dans la phase de Construction	113
XII.3.3.2. Dans la phase d'Exploitation.....	113
XII.4. CONCLUSION	113

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

XIII.1. INTRODUCTION	114
XIII.2. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	114
CONCLUSION GENERALE	119
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

Figure I-1 : Situation géographique de la wilaya de Médéa.....	2
Figure I-2 : Réseau routier de la wilaya de Médéa.....	3
Figure I-3 : Zones sismiques et degré de vulnérabilité des territoires en Algérie	4
Figure I-4 : Localisation du projet.....	6
Figure I-5 : Début du projet PK+000	6
Figure I-6 : Fin du projet PK69+700.....	6
Figure I-7 : Disposition de la route existante	7
Figure I-8 : Localisation de la section d'étude du notre projet.....	7

CHAPITRE III : ÉTUDE GEOTECHNIQUE

Figure III-1 : Extrait de la carte géologique d'Algérie (échelle 1/200 000e).....	16
Figure III-2 : Schémas des états de consistance des sols fins (limites d'Atterberg)	21
Figure III-3 : Abaque de classification GTR	24

CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

Figure IV-1 : Coupe transversale d'une chaussée.....	32
Figure IV-2 : Schéma récapitulatif des différents types des chaussées	33
Figure IV-3 : Corps de chaussée méthode CBR	36
Figure IV-4 : La démarche du catalogue	37
Figure IV-5 : Détermination de la classe TPLi.....	38
Figure IV-6 : Position du projet dans la carte climatique de l'Algérie (Fascicule N°1).....	41
Figure IV-7 : La structure de projet	43
Figure IV-8 : Résultats de la simulation (ALIZE-LCPC).....	47

CHAPITRE V : TRACE EN PLAN

Figure V-1 : Les éléments du tracé en plan	50
Figure V-2 : La Table (ARP R80 2×2 voies).....	51
Figure V-3 : Trace en plan (axe) du projet.....	53

CHAPITRE VI : PROFIL EN LONG

Figure VI-1 : Profil en long	54
Figure VI-2 : Profil en long projet.....	56

CHAPITRE VII : PROFIL EN TRAVERS

Figure VII-1 : Pentés transversales et devers en courbe (ARP)	59
---	----

Figure VII-2 : Les éléments du profil en travers type d'une route à double chaussée	59
---	----

CHAPITRE VIII : CUBATURES ET STABILITE DU TALUS

Figure VIII-1 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné.....	62
Figure VIII-2 : Résultat d'analyse par GeoStudio sous les charges normales (CG)	65
Figure VIII-3 : Résultat d'analyse par GeoStudio sous les charges normales (CD)	66
Figure VIII-4 : Résultat d'analyse par GeoStudio sous les charges sismiques (CG)	66
Figure VIII-5 : Résultat d'analyse par GeoStudio sous les charges sismiques (CD)	67

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

Figure IX-1 : Les différents ouvrages d'assainissement routier	69
Figure IX-2 : Graphique de l'intensité en fonction de la période de retour	72
Figure IX-3 : Les dimensions des buses.....	75
Figure IX-4 : Les dimensions des dalots	76
Figure IX-5 : : Les dimensions d'un fossé trapézoïdal.....	77
Figure IX-6 : Bassins versants délimité par le logiciel Global Mapper	78
Figure IX-7 : Dalot	86
Figure IX-8 : Dimensions d'un fossé standard.....	88

CHAPITRE X : CONCEPTION DES CARREFOURS GIRATOIRE

Figure X-1 Différents types de carrefour	91
Figure X-2 : L'ilot central.....	92
Figure X-3 :L'ilot séparateur	93
Figure X-4 : Caractéristiques d'un giratoire.....	93
Figure X-5 : Représente l'implantation des carrefours	96
Figure X-6 : Schéma du carrefour N°01 PK 39+600	98
Figure X-7 : Schéma du carrefour N°02 PK 42+120	98

CHAPITRE XI : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

Figure XI-1 : Signalisation de danger type A	100
Figure XI-2 : Signaux de prescription type BK.....	101
Figure XI-3 : Signaux à simple indication	101
Figure XI-4 : Type de modulation référence signalisation routière.....	103
Figure XI-5 : Flèche de sélection	104
Figure XI-6 : Marquage de notre projet en section courante.....	105
Figure XI-7 : Signalisation de carrefour.....	107

Figure XI-8 : Paramètres de l'implantation des luminaires..... 108

LIST DES TABLEAUX

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

Tableau I-1 : Données climatiques moyennes de la wilaya de Médéa	3
Tableau II-1 : Coefficient d'équivalence.....	12

CHAPITRE II : ETUDE DU TRAFIC

Tableau II 1 : Environnement de la route	13
Tableau II 2 : Coefficient d'équivalence	13
Tableau II-3 : Les valeurs de K1	13
Tableau II-4 : Les valeurs de K2	13
Tableau II-5 : Les valeurs de la capacité théorique	13
Tableau II-6 : Résultat de calcul du nombre de voies.....	14

CHAPITRE III : ÉTUDE GEOTECHNIQUE

Tableau III-1 : Les sondages carottés	19
Tableau III-2 : Puits de reconnaissance	19
Tableau III-3 : Les sondages pressiométriques.....	20
Tableau III-4 : Résultats de l'essai Limites d'Atterberg	21
Tableau III-5 : Résultats d'essais granulométrique et Teneur en eau	22
Tableau III-6 : Résultats de l'essai Valeur au bleu de méthylène	23
Tableau III-7 : Résultats de l'essai Proctor modifié.....	23
Tableau III-8 : Classification GTR	25
Tableau III-9 : Conditions d'utilisation des matériaux en remblai	26
Tableau III-10 : Résultats d'essais granulométrique et Teneur en eau	26
Tableau III-11 : Résultats de l'essai Limites d'Atterberg	27
Tableau III-12 : Résultats de l'essai Valeur au bleu de méthylène	27
Tableau III-13 : Résultats de l'essai Proctor modifié.....	27
Tableau III-14 : Classification GTR	28
Tableau III-15 : Conditions d'utilisation des matériaux en remblai	29

CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

Tableau IV-1 : Matériaux utilisés dans les différentes couches de la chaussée.....	33
Tableau IV-2 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau.....	35
Tableau IV-3 : Les coefficients d'équivalence	36
Tableau IV-4 : Valeurs de coefficient d'agressivité	39

Tableau IV-5 : Les classes de portance des sol-support (Fascicule N°1)	39
Tableau IV-6 : Classe de portance de sol support. (Fascicule N°1).....	40
Tableau IV-7 : Classe du sol support	40
Tableau IV-8 : Classement avec couches de forme en matériaux non traités.....	40
Tableau IV-9 : Zone climatique de pluviométrie	41
Tableau IV-10 : Température équivalente.....	41
Tableau IV-11 : Structures disponibles dans le catalogue	42
Tableau IV-12 : Choix de dimensionnement de la chaussée avec (Fascicule-N°3)	43
Tableau IV-13 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux.....	45
Tableau IV-14 : Paramètres utilisés pour la vérification des déformations	45
Tableau IV-15 : Valeur de t en fonction de risque	46
Tableau IV-16 : Performances mécaniques des matériaux non traités	46
Tableau IV-17 : Tableau récapitulatif	47
Tableau IV-18 : Comparaison entre les deux méthodes dimensionnement.....	47

CHAPITRE V : TRACE EN PLAN

Tableau V-1 : Paramètres géométriques de conception du Tracé	52
Tableau V-2 : Les rayons choisis	52

CHAPITRE VI : PROFIL EN LONG

Tableau VI-1 : Paramètres géométriques de profil en long	56
--	----

CHAPITRE VII : PROFIL EN TRAVERS

Tableau VII-1 : Profil en travers type proposé	60
--	----

CHAPITRE VIII : CUBATURES ET STABILITE DU TALUS

Tableau VIII-1 : Volume des cubatures	62
Tableau VIII-2 : Facteur de sécurité admissible.....	63
Tableau VIII-3 : Caractéristiques géotechniques du déblai au PK 45+480.....	64
Tableau VIII-4 : Coefficient d'accélération A	65
Tableau VIII-5 : La charge sur chaussée	65
Tableau VIII-6 : Résultats récapitulatif	67

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

Tableau IX-1 : Les ouvrages existants.....	70
Tableau IX-2 : La station de DERRAG.....	71
Tableau IX-3 : Valeur du Coefficient C1	73

Tableau IX-4 : Valeur du coefficient C2	74
Tableau IX-5 : Valeur du coefficient C3	74
Tableau IX-6 : Présentation des bassins versant interceptés par le tracé de la RN127	79
Tableau IX-7 : Paramètres (a) et (b) de Montana pour différents temps de retour.....	80
Tableau IX-8 : Résultats de calcul des débits de notre projet.....	81
Tableau IX-9 : Les caractéristiques des sous bassins versants	82
Tableau IX-10 : Coefficient de ruissellement (C) pour chaque SBV	83
Tableau IX-11 : Les ouvrages busé proposés	85
Tableau IX-12 : Les ouvrages dalots proposés	87

CHAPITRE X : CONCEPTION DES CARREFOURS GIRATOIRE

Tableau X-1 : Récapitulatif des différents paramètres de construction de giratoire.....	94
Tableau X-2 : Les différents paramètres de l'îlot centrale.....	96
Tableau X-3 : Les différents paramètres des îlots séparateurs	97

CHAPITRE XI : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

Tableau XI-1 : Les caractéristiques des lignes discontinues	102
Tableau XI-2 : Matériel utilisé dans notre projet.....	109

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Tableau XIII-1 : Devis quantitatif et estimatif.....	114
--	-----

Liste des abréviations

APD : Avant-projet détaillé.

RN : Route nationale.

CW : Chemins de wilaya.

CC : Chemins communaux.

PK : Point kilométrique.

ARP : Aménagement des routes principale.

RPA : Règles parasismiques algériennes.

TJMA : Trafic journalière moyen annuelle.

U.V.P : Unités de véhicules particuliers.

PL : Poids lourds.

T_{eff} : Trafic effectif à l'année d'horizon (U.V.P/J).

Z : Pourcentage de poids lourds (%)

n : Nombre d'années.

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

1/n : Coefficient de pointe.

K1 : Coefficient lié à l'environnement.

K2 : Coefficient de réduction de la capacité.

C_{th} : capacité théorique du profil en travers en régime stable.

N : Nombre de voies.

S : Le coefficient de dissymétrie.

Q_{adm} : Débit admissible par voie.

VB : Vitesse de base.

TPC : Terre pleine centrale.

BDG : Bande dérasé gauche.

BM : Bande moyenne.

BAU : Bande d'arrêt d'urgence

BDD : Bande dérasé droite.

GTR : Guide de terrassement routier.

SETRA : Service d'études techniques des routes et autoroutes.

CBR : California - Bearing – Ratio.

NF : Norme française.

VBS : Valeur de bleu de Méthylène.

W_p : Limite de plasticité.

W_L : Limite de liquidité.

I_p : L'indice de plasticité.

I_c : L'indice de consistance.

BB : Béton bitumineux.

GB : Grave bitumineux.

GNT : Grave non traitées.

TUF : Tuf Calcaire.

CDF : Couche de forme.

RP1 : Réseau principal.

TPL_i : Trafic de poids lourd.

TCE_i : Trafic Cumulé en Norme en Essieux équivalent de 13 tonnes.

ε_z : Déformation verticale.

ε_t : Déformation horizontale.

R_{dm} : Le rayon au dévers minimal.

R_{nd} : Le rayon non déversé

L_{min} : Longueur minimale.

L_{max} : Longueur maximale.

F_s : Coefficient de sécurité

BV : Bassin versant.

R_h : Rayon hydraulique.

S_m : Surface mouillée.

P_m : Périmètre mouillé.

Q_a : Débit d'apport.

Q_s : Débit de saturation.

Q_{ch} : Débit rapporté par la chaussée.

Q_{act} : Débit rapporté par l'accotement.

Q_{talus} : Débit rapporté par le talus.

T_c : Temps de concentration.

Φ : Diamètre de busée.

Q_{ps} : Débit à pleine section.

V_{ps} : Vitesse à pleine section.

SC : Sondage carotté.

DBA : Double Béton Armé.

GBA : Glissière en Béton Armé.

THT : Total hors taxes.

TTC : Toutes taxes compris.

TVA : Taxe sur la valeur ajoutée.

AN : Application numérique.

NB : Notez bien.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Les réseaux routiers jouent un rôle essentiel dans le développement économique et social en facilitant la mobilité, en reliant les différentes régions et en renforçant les échanges commerciaux. Dans ce contexte, la Route Nationale RN 127, anciennement classée CW 19, occupe une position stratégique à l'est de la wilaya de TISSEMSILT.

Cette route constitue un axe essentiel reliant directement la région TISSEMSILT à l'autoroute Nord-Sud, qui représente un élément clé du réseau routier algérien. Grâce à cette liaison, plusieurs wilayas bénéficient d'un meilleur accès aux infrastructures de transport, favorisant ainsi les échanges commerciaux et contribuant au développement socio-économique à l'échelle locale et nationale.

Pour améliorer la circulation et renforcer la sécurité routière, la Direction des Travaux Publics de la wilaya de TISSEMSILT a lancé un projet de dédoublement de la RN 127 sur un linéaire de 72.7 Km. Ce projet a été confié à la Société d'Études Techniques de Sétif dans le cadre d'un marché d'étude technique.

Notre projet de fin d'études portera sur une étude d'avant-projet détaillée (APD) du dédoublement de RN 127 de la wilaya de MEDEA il est situé sur 2ème lot qui s'étend entre les (PK 36+000 et PK 46+000) sur un linéaire de 10 Km, avec la conception de deux carrefours giratoires.

Ce projet de dédoublement s'avère indispensable compte tenu de l'importance stratégique de la route existante, qui doit aujourd'hui faire face à une intensité de trafic de plus en plus élevée. En effet, cet axe routier assure une fonction essentielle dans la mobilité régionale, et sa capacité actuelle ne permet plus d'absorber efficacement les flux de circulation. De plus, la dynamique croissante des activités économiques, commerciales et sociales dans la région s'accompagne d'une demande accrue en transport de marchandises, rendant nécessaire l'aménagement d'une infrastructure routière plus performante, sécurisée et durable, capable de répondre aux besoins présents et futurs.

Nous avons mis en place le règlement du tracé « Aménagement des Routes Principales 2015 » (A.R.P) pour répondre aux exigences de sécurité et de confort, ainsi que le guide GTR (Guide des Terrassements Routiers, Réalisation des remblais et des couches de forme, SETRA – 1994) pour la classification des sols et les conditions d'utilisation des sols dans les remblais et les couches de forme.

Nous avons également utilisé le Catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves, Ministère des Travaux Publics / CTTTP – 2001 pour le dimensionnement de la structure du corps de chaussée de la route proposée, et le Guide technique Assainissement Routier – Édition, octobre 2006 pour le suivi d'une étude d'assainissement et de drainage de la route, ainsi que le règlement « Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales – Carrefours plans », SETRA, décembre 1998 pour la conception des carrefours giratoires, et le Guide Signalisation Routière, arrêté et instruction interministérielle du 15 juillet 1974 pour planifier la signalisation.

CHAPITRE I :
PRESENTATION DU PROJET

I.1. INTRODUCTION

L'aménagement d'un réseau routier ne peut se concevoir sans une étude préalable des prévisions de trafic, étape essentielle pour évaluer les besoins en déplacement et repérer les axes susceptibles d'être saturés dans un avenir proche.

C'est dans ce contexte que la wilaya de Médéa a connu une avancée significative dans le domaine des infrastructures routières, à travers le lancement officiel du projet de réalisation d'un tronçon de la route nationale RN127. Ce projet représente un levier stratégique pour améliorer la fluidité du trafic, renforcer la liaison entre les localités, et accompagner le développement économique et social de la région.

I.2. APERÇU GENERAL SUR LA WILAYA DE MEDEA

I.2.1. Situation géographique

La wilaya de Médéa est située au Nord de l'Algérie apparait dans la figure 1, Le Chef-lieu de la wilaya est à 88 km à l'Ouest de la capitale, Alger. Elle s'étend sur une superficie de 8.775,65 Km². La wilaya est une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tel et le Sahara, d'une part, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest, d'autre part.

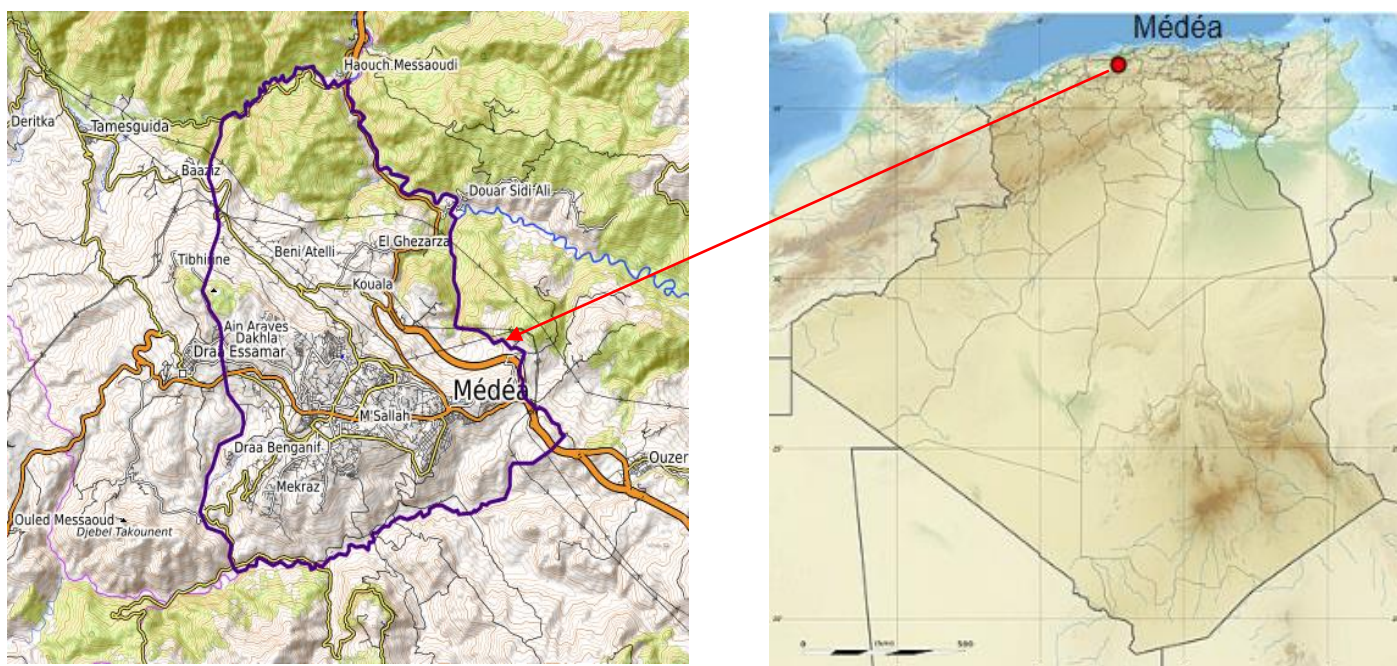


Figure I-1 : Situation géographique de la wilaya de Médéa

Sur le plan administratif, la wilaya comporte 19 daïras et 64 communes, elle est limitée administrativement par :

- La wilaya de BLIDA au Nord.
- La wilaya de DJELFA au Sud.
- Les wilayas D'AIN DEFLA et TISSEMSILT à l'Ouest.
- Les wilayas de M'SILA et BOUIRA à l'Est.

I.2.2. Le climat

Selon la classification de Köppen-Geiger, wilaya de Médéa possède un climat tempéré méditerranéen a été chaud et sec et le mois le plus chaud de l'année à Médéa est août, avec une température moyenne maximale de 32 °C et minimale de 17 °C, et un climat frais dure sur les restes saisons avec le mois de janvier est le plus froid de l'année à Médéa, avec une température moyenne minimale de 1 °C et maximale de 11 °C.

La température moyenne à Médéa est de 15.9°C et les précipitations sont en moyenne de 676.3mm. À titre de comparaison à Alger, la température moyenne annuelle est de 19.7°C et les précipitations sont en moyenne de 672.3mm.

Tableau I-1 : Données climatiques moyennes de la wilaya de Médéa

Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	4	4	5	8	11	15	19	19	16	12	7	5	11
Température moyenne (°C)	7	8	10	12	16	21	25	25	21	16	12	8	15
Température maximale moyenne (°C)	13	14	15	18	22	27	32	32	28	22	17	13	21
Précipitations (mm)	102	91	77	70	44	23	6	11	33	70	83	97	712
Nombre de jours avec précipitations	10	11	11	9	9	4	2	2	5	7	10	11	96

I.2.3. Réseau routier

Le Réseau routier de la wilaya de Médéa à une longueur totale de 4317 Km, répartis comme suit :

- Routes nationales (RN) : 682 km.
- Chemins de wilaya (CW) : 813 km.
- Chemins communaux (CC) : 2714 km.

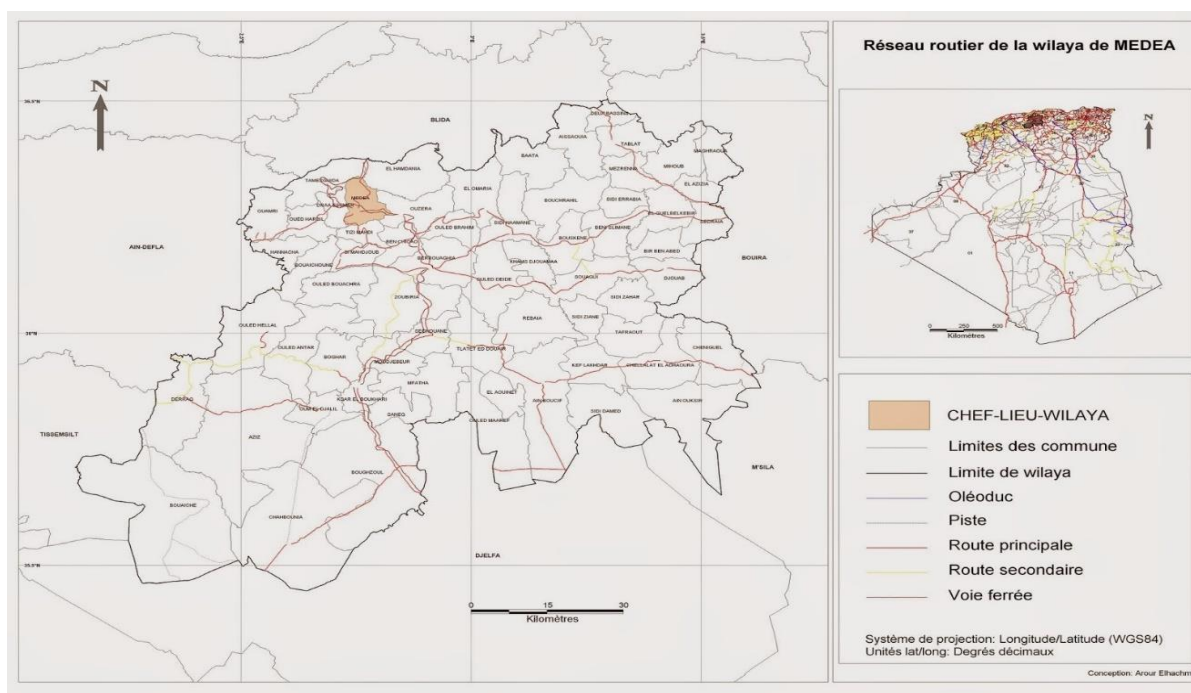


Figure I-2 : Réseau routier de la wilaya de Médéa

- **Le Tell montagneux** : région forestière au relief marqué, au climat rude et peu peuplée, ceinturant la wilaya à l'Ouest et au Nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif de Tablat.
- **Le Tell collinien** : région de peuplement à vocation agricole, située dans le centre de la wilaya,
- **Les plaines du Tell** : situées à l'intérieur du Tell collinien, elles sont consacrées à la céréaliculture, toutefois la polyculture est récemment implémentée.
- **Le piémont méridional du Tell** : zone de transition vers les hautes plaines steppiques, il est caractérisé par une pluviométrie irrégulière.

I.2.6. Ressources hydriques

Cette wilaya comprend les barrages suivants :

- Barrage de BENI SLIMANE.
- Barrage de BOUGHEZOUL.
- Barrage de BOUROMI.
- Barrage de GHRIBE.
- Barrage de KOUDIA ASERTHOUN.

I.3. DESCRIPTION DU PROJET

La route nationale RN127 joue un rôle clé dans le développement économique et stratégique de la région ainsi que du pays.

Le projet étudié est implanté dans la partie est de la wilaya de TISSEMSILT et constitue un corridor de transit stratégique reliant la wilaya de Médéa. Il assure la liaison entre **LAAYOUNE (TISSEMSILT)** et **KSAR EL BOUKHARI (MEDEA)**.

Par ailleurs, le dédoublement de la RN127 contribuera fortement à réduire la congestion sur la route nationale RN14, assurant ainsi une circulation plus fluide et une sécurité routière renforcée pour tous les usagers, tout en favorisant l'amélioration de la mobilité inter-wilayas et l'optimisation du réseau de transport régional.

Le projet est divisé en deux lots illustrés dans la figure 4 dans la page suivante :

- **Lot N°01** : S'étend sur 23 km dans la wilaya de TISSEMSILT, allant du PK00+000 (croisement avec la RN14) jusqu'au PK22+900 (limite inter-wilayas).
- **Lot N°02** : Couvre 47 km dans la wilaya de Médéa, depuis le PK22+900 jusqu'au PK69+700, à l'échangeur de l'autoroute Nord-Sud, situé dans la commune de KSAR EL BOUKHARI.

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

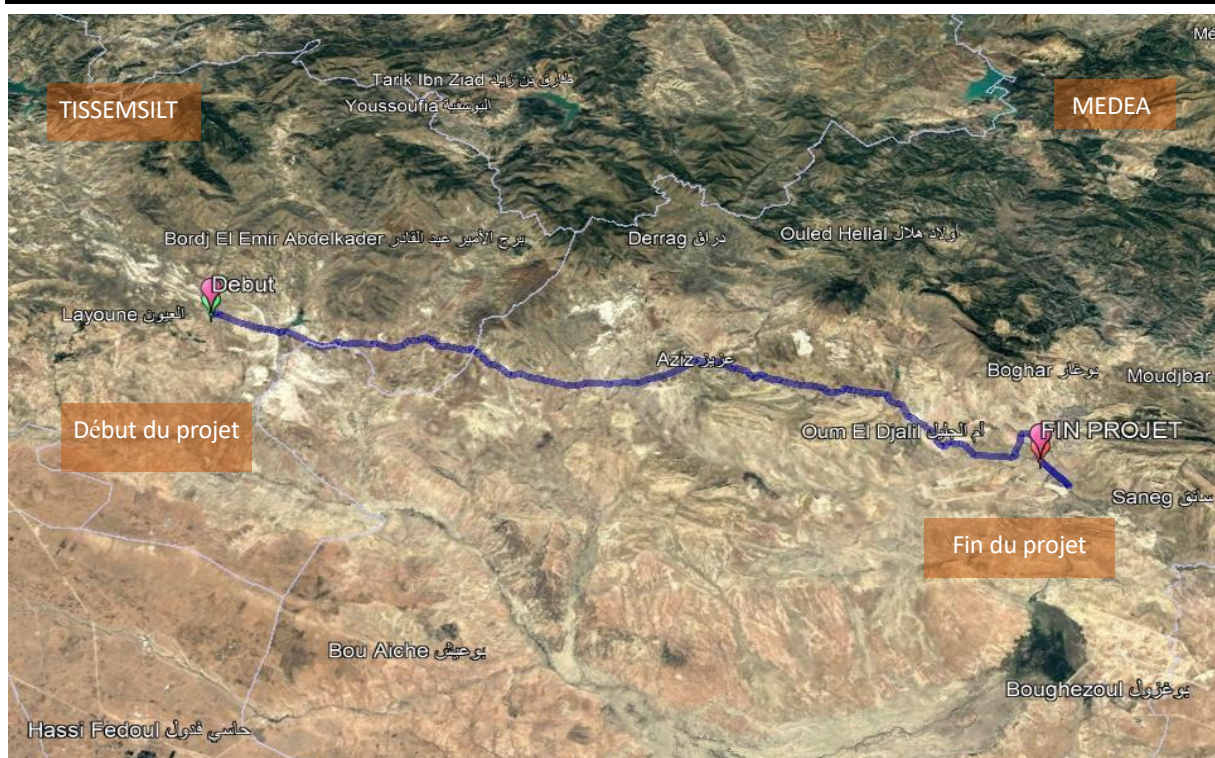


Figure I-4 : Localisation du projet

Afin d'optimiser la fluidité du trafic et de réduire les nuisances dans les zones habitées, trois évitements routiers sont intégrés dans le tracé :

- Évitement D'AIN EL BAIDHA (2,3 km).
- Évitement de SEBT AZIZ (2,8 km).
- Évitement de BOUKMOURI (3,9 km).

Le point de départ du projet commence au PK 0+000 situé exactement au carrefour giratoire apparait dans la figure 5, et se termine au PK 69+700 à l'échangeur de l'autoroute Nord-Sud illustré dans la figure 6.



Figure I-5 : Début du projet PK0+000



Figure I-6 : Fin du projet PK69+700

La route existante présente un profil en travers standard composé d'une chaussée bidirectionnelle d'une largeur totale de 6 m (2×3 m). Toutefois, certaines sections ne respectent pas cette norme et affichent une largeur inférieure.

À cela s'ajoutent deux accotements dont la largeur varie entre 0.5 m et 2 m, ce qui peut affecter la sécurité et la fluidité du trafic, notamment dans les zones à fort passage.

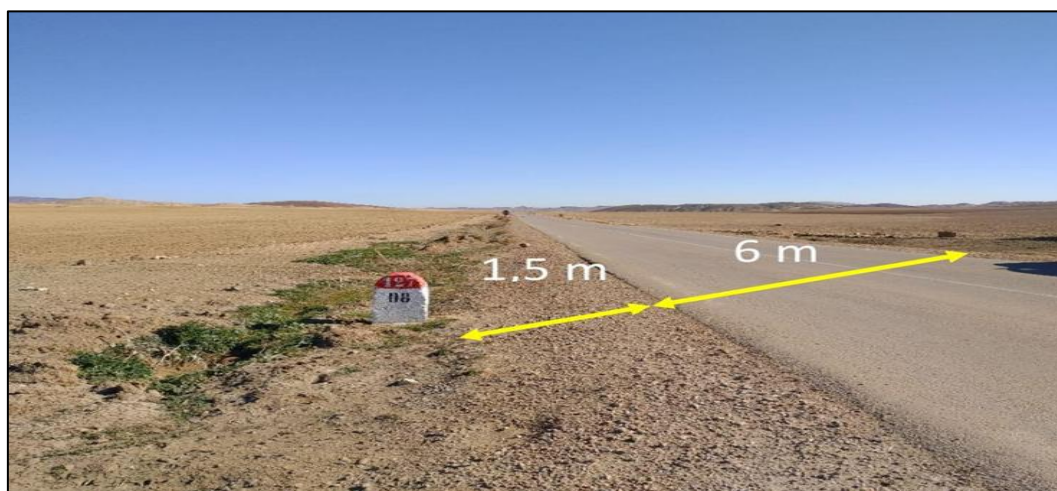


Figure I-7 : Disposition de la route existante

I.4. DESCRIPTION DE LA SECTION ETUDIEE

Compte tenu de l'importance du projet et de son linéaire, il a été nécessaire de sélectionner une section non encore réalisée. Ainsi, notre projet de fin d'étude porte sur l'étude d'un **tronçon routier de la RN 127**, s'étendant du **PK 36+000 au PK 46+000** (voir figure 6), soit une longueur de **10 km**, avec la conception de **deux carrefours**.

- **Point de départ du projet : PK 36+000**, situé au niveau de la ville de **SEBT AZIZ**.
- **Point d'arrivée du projet : PK 46+000**, au niveau du village de **BOUKMOURI**.

Dans cette étude de dédoublement on va conçu un tracé évitant essentiellement les contraintes majeures du site telles qu'habitats, les terres agricoles, les divers réseaux (électriques, téléphoniques). Avec l'aménagement de ses carrefours.

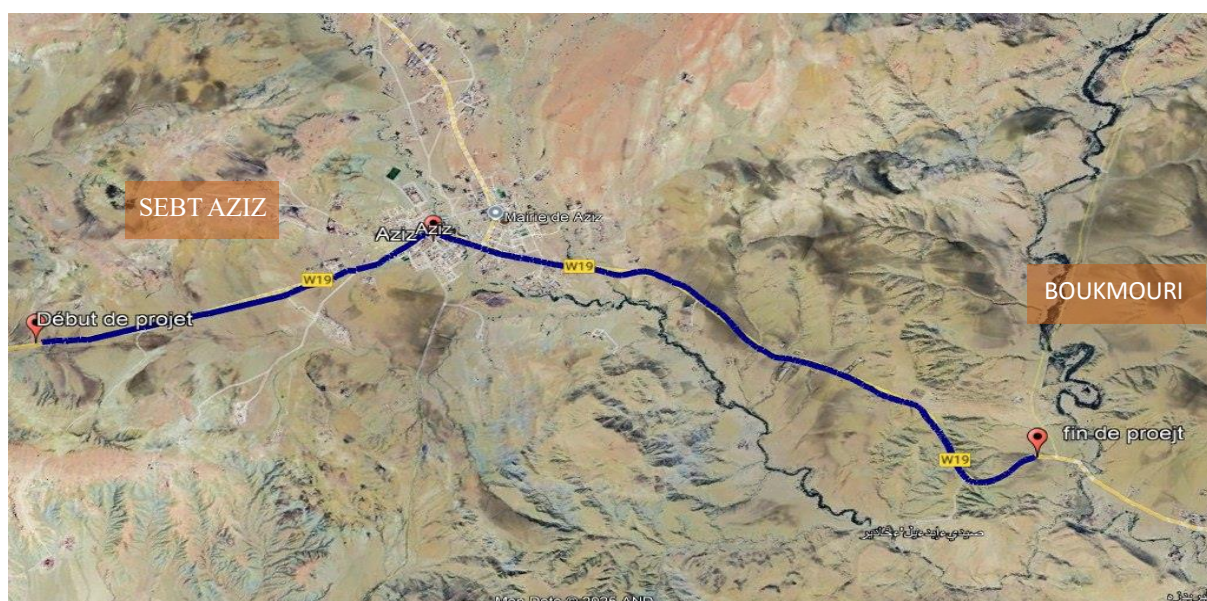


Figure I-8 : Localisation de la section d'étude du notre projet

I.5. OBJECTIF DU PROJET

Les objectifs de l'étude du dédoublement de la route nationale (RN127) sont les suivants :

- Augmenter le niveau de service de la route existante par dédoublement avec un séparateur en béton (Double Béton Armé).
- Reliant la wilaya de TISSEMSILTE et l'autoroute Nord-Sud.
- Diminuer le temps du parcours et réduire le nombre d'accidents.
- L'amélioration de la sécurité et le confort de l'utilisateur.
- Développer les activités agricoles et touristiques de la région.
- Contribuer à l'aménagement du territoire et au développement économique de la wilaya de Médéa.

I.6. CONCLUSION

Le projet de dédoublement de la RN127 s'inscrit dans une dynamique nationale de modernisation des infrastructures routières, visant à renforcer la connectivité entre les wilayas intérieures et les grands axes autoroutiers. En améliorant la fluidité du trafic et en facilitant les échanges, ce projet contribue directement au développement économique et social des zones qu'il traverse.

Au cœur de cette initiative se trouve notre étude en (APD) portant sur le tronçon spécifique allant du PK 36+000 au PK 46+000. Bien que représentant seulement 10 Km, ce segment joue un rôle stratégique dans la réussite globale du projet, en assurant une liaison efficace entre la wilaya de TISSEMSILT et l'autoroute Nord-Sud, tout en répondant aux exigences de sécurité, de performance technique et de durabilité.

CHAPITRE II :
ETUDE DU TRAFIC

II.1. INTRODUCTION

L'étude du trafic des infrastructures routier joue un rôle essentiel dans la conception des projets routiers, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient, et les caractéristiques à lui affecter : nombre de voies, les épaisseurs des différentes couches de matériaux constituant la chaussée, à partir d'une analyse systématique et quantitative de la circulation automobile, des piétons et des véhicules de transport en commun dans zone spécifique.

Cette conception repose sur des prévisions des trafics sur les réseaux routiers, qui sont nécessaires pour :

- Définir les caractéristiques techniques des différentes tranches de la route.
- Estimer les coûts de fonctionnement des véhicules.
- Apprécier la valeur économique des projets routiers.

II.2. L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS

L'analyse du trafic vise à mesurer le volume et la nature de la circulation à un point précis et à un moment donné, en tenant compte des objectifs de l'étude et des contraintes financières. Elle repose sur deux grandes catégories de méthodes :

- Les comptages : permettant de quantifier le trafic.
- Les enquêtes, fournissant des données qualitatives sur la nature et l'orientation des flux.

II.2.1. Les comptages

Élément clé de l'étude, les comptages sont réalisés de deux manières :

II.2.1.1. Comptages automatiques

Effectués en continu sur les axes stratégiques (réseau autoroutier, routes nationales et départementales) ou de manière temporaire à des périodes de forte circulation.

II.2.1.2. Comptages manuels

Réalisés par des agents pour affiner les indicateurs issus des comptages automatiques, notamment en identifiant la part des poids lourds et des transports en commun. Les résultats sont exprimés en **Traffic Journalier Moyen Annuel (T.J.M.A.)**.

II.2.2. La connaissance des flux (les enquêtes)

Les enquêtes complètent les comptages pour analyser la répartition et l'orientation du trafic. Différentes méthodes sont utilisées :

- **Enquête cordon** : analyse des flux aux entrées et sorties d'une zone (ville, quartier) pour distinguer les trafics de transit et d'échange.
- **Enquêtes papillons ou distributions** : apposition d'un marqueur sur les véhicules à différents points du réseau pour identifier leur origine et destination.
- **Relevé des plaques minéralogiques** : enregistrement des plaques pour suivre les déplacements des véhicules.

- **Interviews des conducteurs** : collecte d'informations précises (origine, motif, fréquence, itinéraire) par interrogation des automobilistes à des points stratégiques.
- **Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage** : entretiens approfondis à domicile sur l'ensemble des déplacements effectués au sein d'une agglomération.

Ces méthodes permettent une analyse détaillée du trafic, essentielle à la conception, l'aménagement et la gestion du réseau routier.

II.3. CATEGORIES DU TRAFIC ROUTIER

- **Trafic normal** : Flux de véhicules circulant sur l'ancien tracé, sans prise en compte du nouvel aménagement (trafic existant).
- **Trafic dévié** : Volume de circulation transféré vers la nouvelle infrastructure routière depuis d'autres axes menant à la même destination.
- **Trafic induit** : Augmentation du trafic due à l'amélioration des conditions de circulation, engendrant de nouveaux déplacements et une croissance économique liée à la réduction des coûts de transport.
- **Trafic total** : Somme des trafics normal, dévié et induit, représentant la charge globale sur le nouvel aménagement.

II.4. LES INDICATEURS DE TRAFICS

Les résultats issus des comptages sont exploités sous forme d'indicateurs. Les plus couramment utilisés sont :

- **Le Trafic Moyen Journalier Annuel (T.M.J.A)** égal au trafic total de l'année divisé par le nombre de jours.
- **L'Unité de véhicules Particulière (U.V.P)** est en général par jour ou par heure, on tient compte de l'impact le plus fort de certains véhicules du poids lourds, en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux.
- **Les trafics aux heures de pointe**, avec les heures de pointe du matin (HPM) et les heures de pointe du soir (HPS).
- **Le trafic journalier de fin de semaine.**
- **Le trafic journalier moyen d'été**, important pour les régions estivales.
- **Le trafic effectif** qui se traduit en unités de véhicules particuliers (UVP/j).

II.5. LES DONNEES DE TRAFIC

- Le trafic journalier moyen annuel à l'année référence 2023 : $TJMA=7000 \text{ v/j}$ (sur deux sens)
- 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 : 20 ans.
- **Environnement** :

$$\text{Calcul la sinuosité : } \sigma = \frac{L_s}{L}$$

Avec :

- **L** : longueur totale du tronçon.
- **L_s** : longueur totale des tronçons de rayon < 200 m.

$$AN : \sigma = \frac{0}{10000}$$

Donc : $\sigma = 0 \leq 0,1$ (sinuosité faible)

Et l'itinéraire du projet se situe dans **un relief vallonné**.

Tableau II-1 : Environnement de la route

Relief \ Sinuosité	Faible	Moyenne	Forte
	Plat	E1	E2
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	X	E3	E3

Donc d'après la norme B40 notre projet est classé dans **E2**.

- **Catégorie de la route** : La RN 127, assure la liaison entre la wilaya de MEDEA et TESSEMSILT, qui sont considérés des pôles d'industriels de transformation et de transport. D'après la norme B40, notre projet est classé dans **catégorie2 (Cat2)**.
- Vitesse de base sur le tracé : **80 Km/h**.

NB : pour notre projet, nous avons une route de catégorie **Cat2** et de l'environnement **E2** avec une vitesse de base de **80km/h**.

II.6. CALCUL DE LA CAPACITE

La capacité est le nombre des véhicules qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de la route (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée.

II.6.1. Calcul du (TJMA) horizon

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

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

Avec :

- **TJMA_h** : le trafic à l'année horizon (V/j).
- **TJMA₀** : le trafic à l'année de référence « année de comptage » (V/j).
- **n** : nombre d'année.
- **τ** : taux d'accroissement du trafic (%).

On a: $TJMA_0 = TJMA_{2023} = 7000$ v/j

AN: $TJMA_{2025} = 7000 \times (1 + 0.04)^2$

$$TJMA_{2025} = 7\ 572 \text{ v/j}$$

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

AN: $TJMA_{2045} = 7572 \times (1 + 0.04)^{20}$

$$TJMA_{2045} = 16\ 592 \text{ v/j}$$

II.6.2. Calcul du 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. Pour convertir les PL en (U.V.P), on utilise des coefficients d'équivalence, la formule pour exprimer le trafic effectif est :

$$T_{eff} = [(1 - Z) + PZ]. TJMA_h \dots\dots (2)$$

Avec :

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

Tableau II-2 : 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

D'après le tableau1 on déterminer le coefficient d'équivalence (P) pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route :

$P = 5$ car on a une route à bonne caractéristique et E2.

AN: $T_{eff_2045} = [(1 - 0.3) + 5 \times 0.3] \times 16\ 592$

$$T_{eff_2045} = 36\ 506 \text{ UVP/j}$$

II.6.3. Débit de pointe horaire normale

Le débit de pointe horaire normale est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il et exprimé en uvp/h, il est donné par la relation :

$$Q = (1 /n). T_{eff} \dots\dots (3)$$

Avec :

- Q : débit de pointe horaire.
- $1/n = 0.12$ coefficient de pointe horaire.
- n : nombre d'heure (8h).

AN : $Q_{2045} = 0.12 \times 36\,506$

Donc : $Q_{2045} = 4\,381$ uvp/h

II.6.4. Débit horaire admissible

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

$$Q_{adm} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th} \dots (4)$$

Avec :

- K_1 : coefficient lié à l’environnement.
- K_2 : coefficient de réduction de capacité.
- C_{th} : capacité effective par voie, qu’un profil en travers peut écouler en régime stable.

Les coefficients K_1 , K_2 et la capacité théorique sont donnés par les tableaux suivants :

Tableau II-3 : Les valeurs de K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tableau II-4 : Les valeurs de K2

Coefficient de réduction de capacité (calcul rapide)					
Type d'environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E1 : facile	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2 : moyen	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E3 : difficile	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

Tableau II-5 : 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

- $K_1=0.85$
- $K_2=0.99$
- $C_{th}=1800$ UVP/h

AN : $Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 1800$

$Q_{adm} = 1\ 515$ UVP/j par voie

II.6.5. Nombre des voies

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

$S.Q / Q_{adm} \dots\dots (5)$

Avec :

- S : coefficient de dissymétrie = 2/3.
- Q_{adm} : débit admissible par voie.

AN : $N = (2/3) \times (4\ 381 / 1\ 515) = 1.92$

N = 2 voies / sens

Donc, notre étude porte sur une route à 2×2 voies.

Tableau II-6 : Résultat de calcul du nombre de voies

TJMA 2023	TJMA 2025	TJMA 2045	T_{eff}	Q	Q_{adm}	N° des Voies Par sens
V / j	V / j	V / j	Uvp/j	(uvp/h)	(uvp/h)	
7 000	7 572	16 592	36 503	4 381	1 515	2

II.6.6. Calcul de l'année de saturation

La durée de vie avant saturation est donnée par la formule suivante :

On a: $Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2025}$

Donc : $n_{l'année\ de\ sat} = \frac{\log(\frac{Q_{saturation}}{Q_{2025}})}{\log(1 + \tau)}$

Avec :

- $Q_{saturation}$:

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

AN : $Q_{saturation} = 4 \times 1515$

$Q_{saturation} = 6\ 060$ uvp/h

- Q_{2025} ($Q_{mise\ en\ service}$) :

$Q_{2025} = 0.12 \times T_{eff_2025}$

Et : $T_{eff_2025} = [(1 - 0, 3) + 5 \times 0, 3]. 7572 = 16\ 659$ (uvp/j).

AN: $Q_{2025} = 0.12 \times 16\ 659$

$$Q_{2025} = 2000 \text{ uvp/h}$$

Donc : $Q_{\text{mise en service}} = 2000 \text{ uvp/h}$

Alors :

$$\text{AN : } n_{\text{l'année de sat}} = \frac{\log\left(\frac{6060}{2000}\right)}{\log(1+0.04)}$$

Donc : $n_{\text{l'année de sat}} = 28.26 \text{ ans}$

$$n_{\text{l'année de sat}} \approx 28 \text{ ans}$$

D'où notre route sera saturée 28 ans après la mise en service donc l'année de saturation est : $2025+28 = 2053$.

II.7. CONCLUSION

D'après le calcul de capacité de la route de notre projet, on constate que son profil en travers est de : Chaussée de **2 voies** par sens d'une largeur de **3,5 m** par voie.

CHAPITRE III :
ÉTUDE GEOTECHNIQUE

III.1. GEOLOGIE

III.1.1. Introduction

L'analyse géologique constitue la première étape essentielle dans le processus de reconnaissance du site, préalable aux études sommaires du projet. Elle permet de cerner le contexte géologique global du tracé et d'identifier les zones voisines susceptibles d'interagir avec les travaux projetés.

Cette phase vise à :

- Définir un modèle géologique simplifié de la zone étudiée.
- Réaliser une première évaluation des risques liés aux aléas géologiques (instabilité, affaissement, éboulement, etc.).
- Appréhender l'étendue des terrains potentiellement concernés par ces phénomènes.

III.1.2. Objectifs de l'étude géologique

L'étude géologique du site permet principalement de :

- Déterminer les caractéristiques géologiques, stratigraphiques, structurelles et hydrauliques du site choisi.
- Identifier les facteurs de stabilité ou d'instabilité du terrain.
- Analyser les interactions entre les aspects géologiques, hydrauliques et géotechniques et leurs impacts potentiels sur l'ouvrage projeté.
- Localiser les gisements de matériaux pouvant être utilisés pour la construction (routes, remblais, ouvrages d'art...).

La zone d'étude s'inscrit dans Le Massif de L'Ouarsenis, correspond à la partie du tell méridional comprise entre les méridiens de BOGHARI et de RELIZANE c'est-à-dire entre la vallée transversale de l'oued Chlef à l'est et celle de l'oued mina à l'ouest.

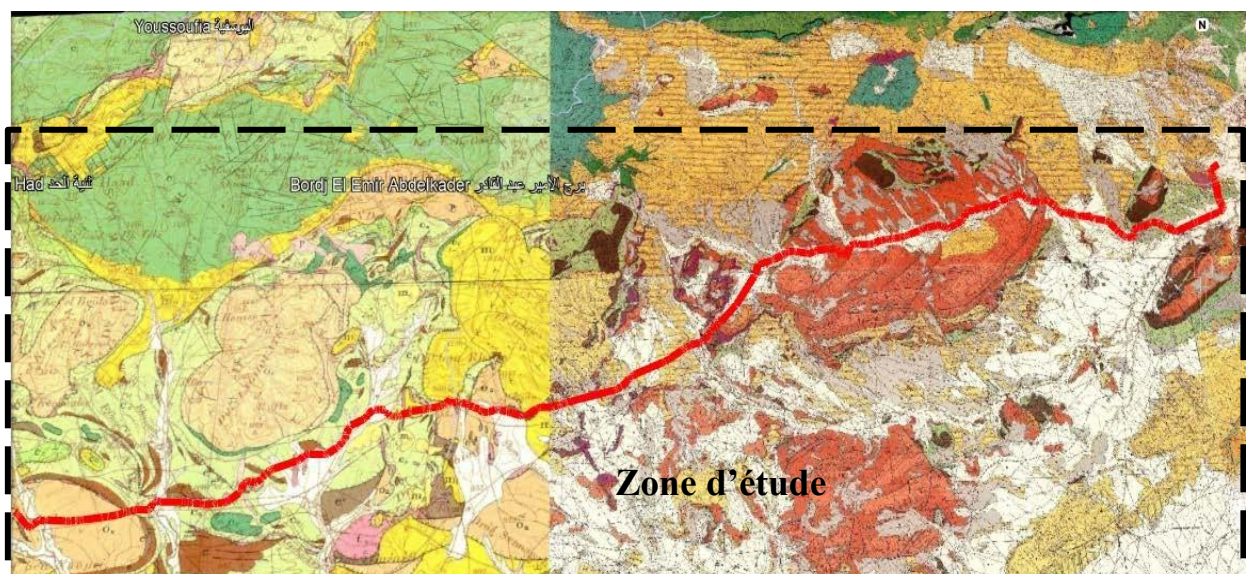


Figure III-1 : Extrait de la carte géologique d'Algérie (échelle 1/200 000e)

III.2. ETUDE GEOTECHNIQUE

III.2.1. Introduction

Avant toute réalisation d'un projet routier, il est essentiel d'analyser le sol qui le supportera. L'ingénieur conçoit un programme de reconnaissance géotechnique pour comprendre la nature du terrain.

Cette étude fournit des informations sur les caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et mécaniques du sol. Elle permet d'identifier les couches, d'évaluer leur portance, et de détecter les risques éventuels.

Les résultats des essais in situ et en laboratoire servent à bien dimensionner la chaussée et garantir la stabilité des ouvrages prévus.

III.2.2. Objectifs de l'étude géotechnique

- Déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques du sol pour garantir une bonne assise.
- Dimensionner correctement la structure de chaussée (épaisseurs, matériaux).
- Évaluer la stabilité des talus.
- Vérifier la possibilité de réutiliser les déblais selon la classification GTR.
- Identifier les gisements de matériaux exploitables à proximité.
- Détecter les zones à risque pouvant affecter la sécurité ou la durabilité du projet.

III.2.3. Moyens de la reconnaissance

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

- L'étude des archives et des documents existants (carte géologique, levée topographique).
- Les visites de site et les essais in-situ (Sondages pressiométriques, les puits de reconnaissance).
- Les essais de laboratoire.

III.2.3.1. L'étude Des Archives Et Documents Existants

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

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

III.2.3.2. Essais in situ

1. Les sondages carottés

- Identification d'un sol.
- Prélèvements des échantillons.

2. Les puits de reconnaissance

- Identification du sol en phase d'APD.
- Prélèvements des échantillons.

- Détermination de la portance du terrain (Essais CBR).

3. Les sondages pressiométriques

- Évaluer les caractéristiques de déformabilité des terrains ainsi que leur pression limite.

III.2.3.3. Les différents essais en laboratoire

Après la réception des échantillons au laboratoire, des essais d'identification Physico-chimiques et mécaniques ont été programmés, dans le but de déterminer les caractéristiques suivantes :

a) Les essais d'identification (Physico-chimiques)

1. Limites d'Atterberg NF P94-051

- Détermination de l'argilosité d'un sol

2. Granulométrie et Sédiment métrie NF P94-056 et NF P94-057

- Répartition pondérale des éléments granulaires d'un matériau des terrassements et détermination de la distribution pondérale.

3. Teneur en eau naturelle

- Détermination de la teneur en eau d'un matériau.

4. Valeur au bleu de méthylène NF P94-568/1993

- Détermination de l'argilosité d'un matériau.

b) Essais mécaniques

1. Essai Proctor Modifié

2. Essai de Poinçonnement CBR

3. Essais de cisaillement rectiligne

III.2.4. Résultats et interprétation des essais

III.2.4.1. Essais in situ

1. Les sondages carottés

Un sondage carotté consiste à fonder en rotation dans le sol un tube muni à sa partie inférieure d'une couronne très résistante qui isole un cylindre de sol, ou carotte, du reste du terrain, et à remonter cette carotte à la surface. L'outil est refroidi par un courant d'eau, de boue, d'air comprimé.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau III-1 : Les sondages carottés

Profondeur (m)	Description des sols
Sondage carotté N° 01 PK 37+280	
0.00 – 0.20	Terre végétale.
0.20 – 4.00	Argile limono-sableuse marron, gypsifère.
4.00 – 7.50	Argile sableuse à silto-sableuse marron verdâtre, gypsifère.
7.50 – 15.00	Argile silteuse grisâtre.
Sondage carotté N° 02 PK 40+800	
0.00 – 0.50	Terre végétale.
0.50 – 1.40	Argile limono-sableuse marron.
1.40 – 10.00	Argile silto-sableuse verdâtre à trace blanchâtre, à aspect schisteux.
10.00 – 15.00	Argile silteuse grisâtre.
Sondage carotté N° 03 PK 41+700	
0.00 – 0.20	Terre végétale.
0.20 – 12.40	Terrasse d'oued formé d'argile sableuse gris verdâtre à cailloux avec présence de passé de sable argileux marron à cailloux.
12.40 – 15.00	Argile silteuse grisâtre.
Sondage carotté N° 04 PK 41+750	
0.00 – 0.60	Terre végétale.
0.60 – 8.00	Terrasse d'oued formé d'argile sableuse marron jaunâtre à verdâtre à cailloux.
8.00 – 12.00	Dépôt d'oued formé de cailloux hétérogènes à matrice sableuse marron.
Sondage carotté N° 05 PK 41+800	
0.00 – 0.30	Terre végétale.
0.30 – 11.50	Terrasse d'oued formé d'argile sableuse marron verdâtre à cailloux avec présence de passé de sable argileux marron.
11.50 – 13.00	Argile silteuse grisâtre.
Sondage carotté N° 06 PK 45+480	
0.00 – 0.30	Terre végétale.
0.30 – 14.00	Argile sableuse marron verdâtre, gypsifère
14.00 – 20.00	Argile silto-sableuse verdâtre, plastique

2. Les puits de reconnaissance

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau III-2 : Puits de reconnaissance

Puits N°	PK	Profondeur (m)	Interprétation
01	36+000	0.00 – 0.40 m	Une terre végétale.
		0.40 – 2.00 m	Une Argile limono-sableuse marron verdâtre à noirâtre.
02	41+000	0.00 – 0.70 m	Un sol remanie + une terre végétale.
		0.70 – 2.00 m	Une Argile limono-sableuse marron noirâtre à trace blanchâtre.
03	44+000	0.00 – 0.80 m	Un conglomérat formé de cailloux hétérogène à matrice sableuse jaunâtre.
		0.80 – 2.00 m	Un sable jaunâtre, compacte.

3. Les sondages pressiométriques

Des essais pressiométriques ont été réalisés dans le sondage pressiométrique SP2, avec des mises en pression tous les 1.00 mètres.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau III-3 : Les sondages pressiométriques

SP N°	Profondeur (m)	Nature du sol	PI* (bar)	E (bar)	E/PI*
SP2 PK (40+790)	1.00	Argile limono-sableuse marron.	2.3	21	9.5
	2.00		5.8	123	22
	3.00		7.3	85	12.1
	4.00		3.4	37	12.4
	5.00	Argile silto-sableuse gris verdâtre, plastique.	3.4	48	16.5
	6.00		4.3	63	16.8
	7.00		25.6	2455	97.1
	8.00	Argile silteuse grisâtre	27.9	2242	82.3
	9.00		26.3	2980	116.8

III.2.4.2. Les différents essais en laboratoire

a) Les essais d'identification (Physico-chimiques)

a) Limites d'Atterberg NF P94-051

L'indice de plasticité (I_p) mesure l'intervalle de teneur en eau dans lequel un sol adopte un comportement plastique, délimité par la limite de plasticité (W_p , caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plastique) et la limite de liquidité (W_L , caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide).

On définit alors l'indice de plasticité I_p : $I_p = W_L - W_p$

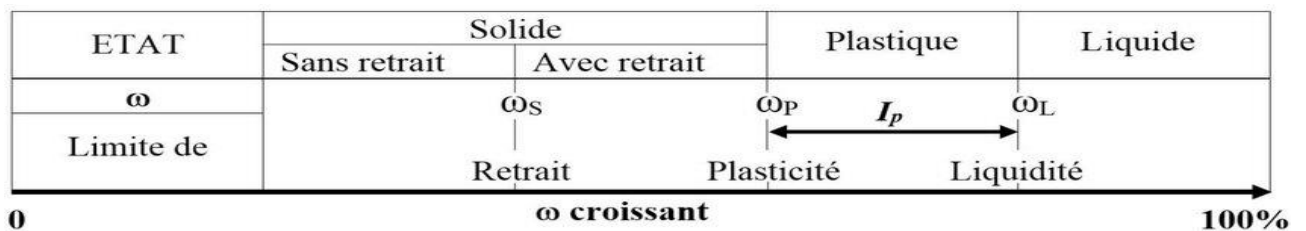


Figure III-2 : Schémas des états de consistance des sols fins (limites d'Atterberg)

Les valeurs de ces paramètres varient selon le type de sol, comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau III-4 : Résultats de l'essai Limites d'Atterberg

N°	Profondeur (m)	W_L (%)	W_p (%)	I_p	Nature
P01	0.40 -2.00	59.90	24.15	27.75	Sol peu plastique
P02	0.70 -2.00	61.08	38.42	22.66	Sol peu plastique
P03	0.80 -2.00	27.18	16.92	10.26	Sol non plastique

La liquidité W_L varie entre 27.18% à 61.08%, devant un indice de plasticité I_p oscille entre 10.26 % à 27.75 % le couple de valeur W_L et I_p localise le sol dans des argiles peu plastique à plastique, selon la classification de Casa grande.

- $I_p < 12\%$: Sol non plastique (Faiblement argileux).
- $12 \leq I_p \leq 25\%$: Sol peu plastique (Moyennement argileux).
- $25 \leq I_p \leq 40\%$: Sol plastique (argileux).
- $I_p \geq 40\%$: Très Plastique (Très argileux).

b) Essais Granulométriques (NF P94-056 et NF P94-057) et Teneur en eau

Les analyses granulométriques permettant de donner une idée sur la distribution des particules suivant la taille géométrique constituant la matrice du sol en place.

Elle se mesure par tamisage, se fait en utilisant une série de tamis par voie sèche après lavage pour les sols dont les éléments sont supérieurs à 80 µm (NF P94-056) et par sédimentation pour les éléments inférieurs ou égaux à 80 µm (NF P94-057), les résultats des essais sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III-5 : Résultats d'essais granulométrique et Teneur en eau

N° Puits	Profondeur (m)	Analyse granulométrique		Teneur en eau (%)
		<5 mm (%)	<0.08 mm (%)	
P01	0.40 – 2.00	97	79	14.25
P02	0.70 – 2.00	86	80	25.18
P03	0.80 – 2.00	95	43	10.86

A l'issue des analyses physiques dans notre tronçon, le sol présente un pourcentage de fines qui varient de 43% à 80% (Éléments inférieurs à 80µm), les courbes granulométriques sont en général étalées, uniformes avec une teneur en eau qui varient de 10.86% à 25.18%.

c) Valeur au bleu de méthylène (NF P94-568/1993)

- Le but de l'essai est d'évaluer la richesse d'un sol en argile et cela d'une façon globale.
- Le résultat de l'essai dépend directement de la nature des argiles et de leur quantité dans le sol.
- Ces dernières absorbent une quantité de bleu de méthylène proportionnelle à la somme de leurs surfaces.

On sélectionne dans le sol total une fraction (0/D) sur laquelle sera prélevé l'échantillon soumis à l'essai.

La surface active (Sa) de la fraction argileuse qui se définit par :

$$Sa = V/m_0 \times 20.9$$

- V : Volume de solution de bleu de méthylène utilisé.
- m_0 : Masse de matériau sec.
- 20.93 : Surface correspondant à 1 cm³ de bleu.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III-6 : Résultats de l'essai Valeur au bleu de méthylène

N° Puits	Profondeur (m)	Fraction (%)	VBS (gr/100gr)	Sa (m ² /g)	Nature
P01	0.40 – 2.00	97	2.65	59.00	Un sol renferme des minéraux argileux sensibles à l'eau Active du type kaolinite à Illite
P02	0.70 – 2.00	86	2.28	55.48	
P03	0.80 – 2.00	95	1.41	31.06	

b) Essais mécaniques

1. Essai C.B.R (California Bearing Ratio)

C'est un essai qui a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III-7 : Résultats de l'essai Proctor modifié

N° Puits & (profondeur)	Proctor modifié		
	W _{Opt} (%)	γ _d (t/m ³)	CBR à 95% (%)
Puits N°01 (0.40-2.00m)	12.87	1.79	6.70
Puits N°02 (0.70-2.00m)	13.95	1.70	7.60
Puits N°03 (0.80-2.00m)	9.03	2.01	6.00

III.2.5. Classification des sols

III.2.5.1. Classification GTR

La figure dans la page suivante représente les différentes classes du sol :

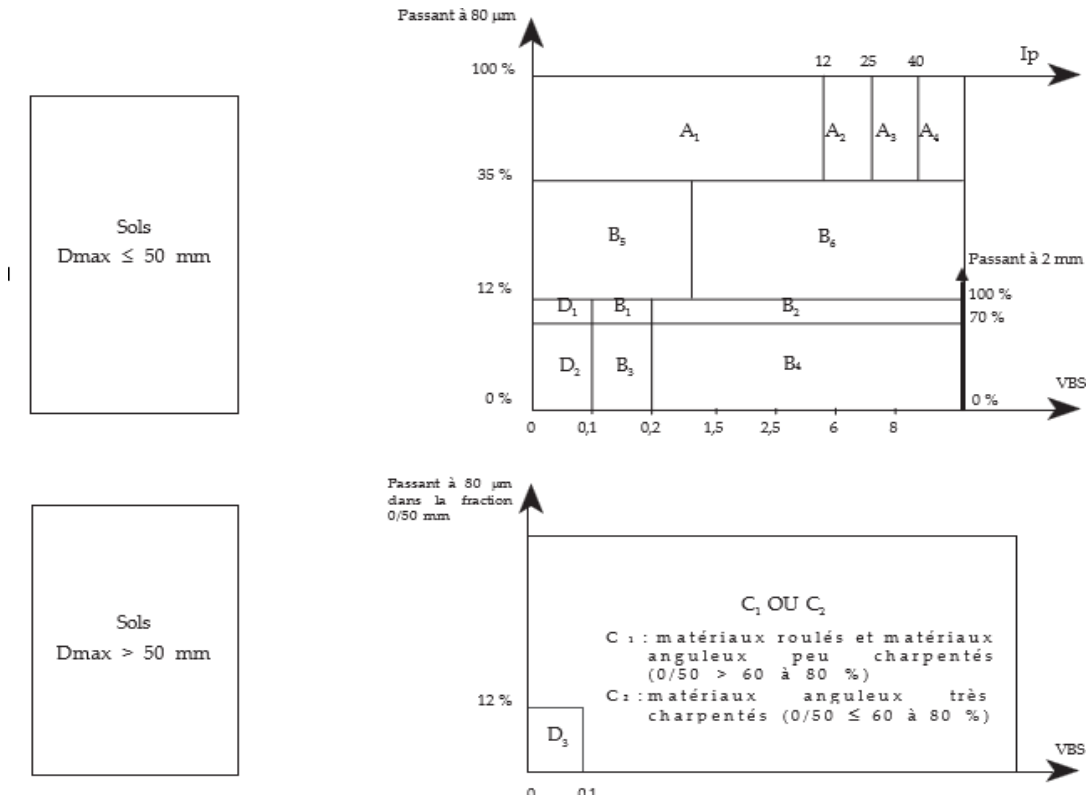


Figure III-3 : Abaque de classification GTR

Selon le Guide des terrassements routiers (GTR – SETRA/LCPC- Fascicules I et II), les paramètres retenus pour la classification des sols se rangent en deux (2) catégories :

1. **Paramètres de nature** : Ce sont la granularité et l'argilosité.
2. **Paramètres d'état** :
 - État humide (h).
 - État très humide (th).
 - État humide moyenne (m).
 - État sec (s).
 - État très sec (ts).

Exemple de classification GTR : pour P01 (PK :36+000) nous avons :

1-Classement selon la nature

✚ 1^{er} niveau : Granularité

$D_{max} = 5 \text{ mm} \leq 50 \text{ mm}$

Et

Tamisât à $80 \mu\text{m} = 79 \% > 35\%$

} Sols fins – Classe A

🚧 2ème niveau : Argilosité (limites de consistance)

$$I_p = W_L - W_p = 51,9 - 24,15 = 27,75 \longrightarrow 25 \leq I_p \leq 40 \longrightarrow S/\text{classe A3}$$

2-Classement selon l'état hydrique

$$I_p = \frac{W_L - W_n}{W_L - W_p} = \frac{51,9 - 14,25}{51,9 - 24,15} = 1,36$$

On résume les reste classification des sols rencontrés dans le tronçon d'étude dans le tableau suivant :

Tableau III-8 : Classification GTR

N° Puits	Condition	Classification GTR	Nature de sol
P10	D _{max} =5mm<50mm et Tamisât 80µm=79 %>35% 25 ≤ I _p = 27.75 ≤ 40 ; I _c = 1,36 > 1.3	A _{3ts}	Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques...
P11	D _{max} =5mm<50mm et Tamisât à 80µm=80 % >35% 12 ≤ I _p = 22.66 ≤ 25 ; I _c = 1.58 > 1.4	A _{2ts}	Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...
P12	D _{max} =5mm<50mm et Tamisât à 80µm = 43 % >35% I _p = 10,26 ≤ 12 ; W _n < 0.7W _{opt} → 0.64 < 0.7	A _{1ts}	Limons peu plastiques, lœss, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...

III.2.6. Conditions d'utilisation des matériaux en remblai

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension > 80mm.
- Matériaux plastique I_p > 20% ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés. Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compacté avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

Tableau III-9 : Conditions d'utilisation des matériaux en remblai

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
A ₃ ts	Sols normalement inutilisables en l'état			NON
A ₂ ts	Sols normalement inutilisables en l'état			NON
A ₁ ts	Sols normalement inutilisables en l'état			NON

Source GTR Juillet 2000 2^{ème} Edition

Ces matériaux ne peuvent pas être réutilisés comme matériaux de remblai de la plateforme routière.

III.2.7. Gîtes à matériaux

Le tronçon (Lot 02) est en majorité en remblai important, d'où un besoin en gîtes d'emprunt.

En plus des gîtes prospectés en phase d'études d'avant-projet détaillé, le laboratoire est sollicité pour entamer immédiatement dans un premier temps la recherche de gîtes pour les réalisations des remblais. Ces gîtes doivent être les plus proches du tracé et répondre aux conditions du GTR.

L'identification des gîtes pour la P.S.T et éventuellement la couche de forme viendront en seconde étape dans le respect des plannings des travaux.

Pour chaque gîte, le laboratoire devra établir les essais d'identification (Physico-chimiques) et les essais mécaniques pour classifie le gîte selon le Guide des terrassements routiers GTR

III.2.7.1. Interprétation des résultats

1. Essais granulométriques (NF P94-056 et NF P94-057) et Teneur en eau

D'après les analyses granulométriques, les tamis obtenus sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III-10 : Résultats d'essais granulométrique et Teneur en eau

Sondage		Profondeur (m)	> 40mm (%)	> 25mm (%)	> 20mm (%)	<5 mm (%)	<0.08 mm (%)	Teneur en eau (%)
Gîte N°01	P1+P2	0.30 – 1.00	0	0	22	30	13	9.15
Gîte N°02	P1	0.20 – 0.60	0	5	10	54	18	8.11
Gîte N°03	P1	0.20 – 1.00	7	13	17	68	47	17.10

A l'issu des analyses granulométriques par tamisait, les gites présentent des pourcentages de fines varient de 13 à 47% (Élément inférieurs à 80µm) les courbes granulométriques sont en général étalées et uniformes.

2. Limites d'Atterberg (NF P94-051)

Les résultats des essais de limites d'Atterberg sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III-11 : Résultats de l'essai Limites d'Atterberg

Sondage		Profondeur (m)	W _L (%)	W _P (%)	I _P (%)	Nature
Gite N°01	P1+P2	0.30 – 1.00	30.58	23.59	6.99	Sol non plastique
			44.26	26.25	18.01	Sol peu plastique
Gite N°02	P1	0.20 – 0.60	N.M	N.M	N.M	Non mesurable
Gite N°03	P1	0.20 – 1.00	53.88	43.71	10.17	Sol non plastique

3. Valeur au bleu de méthylène (NF P94-568/1993)

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III-12 : Résultats de l'essai Valeur au bleu de méthylène

Sondage		Profondeur (m)	Fraction (0/D)	VBS (gr/100gr)	Sa (m ² /g)	Nature
Gite N°01	P1+P2	0.30 – 1.00	30	0.38	27	Les échantillons renferment des minéraux argileux, peu sensibles à l'eau
			/	1.34	41	
Gite N°02	P1	0.20 – 0.60	68	0.45	14	
Gite N°03	P1	0.20 – 1.00	54	1.08	42	

La valeur de la surface active obtenue varie de 14 à 42 (m²/gr) caractérisant des matériaux peu sensibles à l'eau.

4. Essai portance (CBR)

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III-13 : Résultats de l'essai Proctor modifié

Puits N°		Profondeur (m)	Proctor Modifié		Indice CBR	
			W' (%)	γ _d ' (t/m ³)	I CBR à 100 % à γ _{OPM}	I CBR à 95 % à γ _{OPM}
Gite N°01	P01+P02	0.30 – 1.00	8.65	2.00	26.91	14.50
Gite N°02	P01	0.20 – 0.60	7.40	1.90	38.63	20.40
Gite N°03	P01	0.20 – 1.00	14.21	1.83	80.72	51.00

III.2.7.2. Classification GTR

Exemple de classification GTR : pour Gite N°01 (P01+P02) nous avons :

1-Classement selon la nature

✚ 1^{er} niveau : Granularité

$D_{max} \leq 50\text{mm}$

Et

Tamisât à $80\ \mu\text{m} = 13\ \% < 35\ \%$

} sols sableux et graveleux avec fines – Classe B

✚ 2^{ème} niveau : Argilosité (limites de consistance)

$12\ \% < \text{Tamisât à } 80\ \mu\text{m} = 13\ \% < 35\ \%$

Et

$VBS \leq 1.5$

} S/classe B5

2-Classement selon l'état hydrique

$$0,9W_{Opt} \leq W_n < 1,10W_{Opt} \rightarrow 0,9 \leq W_n / W_{Opt} < 1,1 \rightarrow 0,9 \leq 9,15 / 8,65 = 1,05 < 1,1$$

Tableau III-14 : Classification GTR

N° Puits	Condition	Classification GTR	Nature de sol
P01 + P02	$D_{max} < 50\text{mm}$ et Tamisât à $80\ \mu\text{m} = 13\ \% < 35\ \%$ $VBS \leq 1.5$; $0,9 \leq W_n / W_{Opt} = 1,05 < 1,1$	B5m	Sables et graves très silteux
P01	$D_{max} < 50\text{mm}$ et Tamisât à $80\ \mu\text{m} = 18\ \% < 35\ \%$ $VBS = 1,45 < 1,5$; $1,10 \leq W_n / W_{Opt} = 1,14 < 1,25$	B5h	Sables et graves très silteux
P02	$D_{max} < 50\ \text{mm}$ et Tamisât à $80\ \mu\text{m} = 47\ \% > 35\ \%$ $VBS = 1,08 \leq 2,5$; $1,10 \leq W_n / W_{Opt} = 1,20 < 1,25$	A1h	Limons peu plastiques, loess, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...

CHAPITRE III : ÉTUDE GEOTECHNIQUE

Tableau III-15 : Conditions d'utilisation des matériaux en remblai

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code						
					E	G	W	T	R	C	H
A_{1h}	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible Ils sont sujets au matelassage Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase-terrassement	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON						
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0	0	0	1	0	2	0
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5m)	0	0	0	0	0	3	1
				Solution 2 : aération E : extraction en couches minces W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)	1	0	1	0	1	2	2
B_{5h}	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. Ils sont sujets au matelassage ce qui est à éviter au niveau de l'arase de terrassement	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	NON						
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0	0	0	1	0	2	
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible	0	0	0	0	0	3	
		-	évaporation importante	Solution 1 : extraction en couche - aération E : extraction en couche W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen	1	0	1	0	1	2	
				Solution 1 : extraction en couche - aération E : extraction en couche W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen	0	0	1	1	0	2	
B_{5m}	Ces sols sont très sensibles à la situation météorologique, qui peut très rapidement interrompre le chantier à cause de l'excès de teneur en eau ou au contraire, conduire à un matériau sec, difficile à compacter	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	NON						
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen	2	0	0	0	0	2	
				H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)							
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen	0	0	0	0	0	2	
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage moyen	0	0	3	0	0	2	
Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense	0			0	0	0	0	1			

Source GTR Juillet 2000 2^{ème} Edition

III.3. CONCLUSION

D'après les résultats de l'investigation géotechnique, il ressort que la majeure partie du sol rencontré sur le tracé du notre projet de dédoublement de la RN127 est constitué d'argiles marneuses et limoneuses. Selon le Guide Technique Routier (GTR), ces types de sols sont classés comme sols à faible portance et sont inutilisables en l'état dans les remblais routiers.

Cependant, un matériau provenant d'une gîte d'emprunt a été prélevé, contrôlé, puis utilisé après validation pour les travaux de remblai.

CHAPITRE IV :
DIMENSIONNEMENT DU CORPS
DE CHAUSSEE

IV.1. INTRODUCTION

Les infrastructures routières ne sont pas de simples voies de circulation ; elles représentent un levier stratégique pour le développement économique, social et territorial d'un pays. Une route bien conçue assure la fluidité des échanges, la sécurité des usagers, et la pérennité des investissements.

Dans ce contexte, le dimensionnement des chaussées joue un rôle essentiel. Il ne s'agit pas seulement de définir un tracé optimal ou un bon profil en long, mais de concevoir une structure capable de résister aux sollicitations mécaniques liées au trafic notamment les charges des véhicules lourds ainsi qu'aux agressions climatiques comme la pluie, le gel ou les écarts thermiques.

Cette démarche repose sur deux éléments fondamentaux :

- La connaissance du sol de fondation.
- Et le choix des matériaux et des épaisseurs des différentes couches de la chaussée.

En Algérie, deux méthodes principales sont utilisées pour dimensionner les chaussées : **le Catalogue algérien** et **la méthode CBR**. Une comparaison de ces deux approches nous permettra de choisir la solution la plus adaptée à notre projet, en tenant compte des aspects techniques et économiques.

Tout cela en fonction des paramètres très fondamentaux suivants :

- Le trafic.
- Environnement de la route (le climat essentiellement).
- Les matériaux utilisés.
- Le Sol Support.

IV.2. LA CHAUSSEE

IV.2.1. Définition

La chaussée est un élément fondamental de la route, spécialement aménagé pour permettre la circulation des véhicules dans de bonnes conditions. Elle joue un double rôle essentiel : d'un côté, elle constitue la surface visible sur laquelle roulent les véhicules, et de l'autre, elle est formée d'un ensemble de couches de matériaux superposées qui assurent la répartition des charges du trafic vers le sol.

Pour être efficace, la chaussée doit résister aux contraintes tout en assurant une surface confortable. Sa performance dépend de la qualité de sa structure et de son entretien.

IV.2.2. Les différents types de chaussée

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

- La chaussée souple

La chaussée souple est une structure routière composée de plusieurs couches de matériaux qui, bien que peu résistants à la traction, Les couches supérieures sont plus résistantes et moins déformables que les couches inférieures, assurant ainsi une meilleure performance face au trafic.

Chaque couche a une épaisseur précise et un rôle spécifique, garantissant la durabilité et le confort de la circulation.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les couches suivantes :

- Couche de surface (Couche de roulement ; Couche de liaison).
- Couche d'assise (Couche de base ; Couche de fondation).
- Couche de forme.

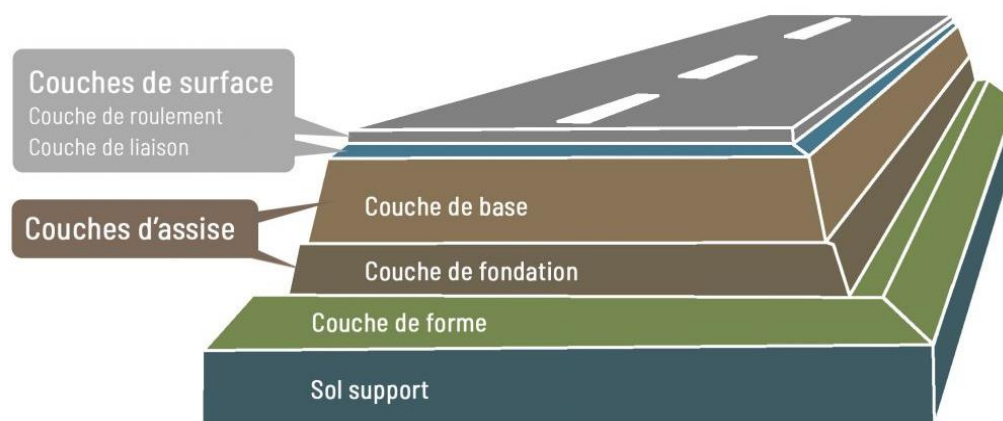


Figure IV-1 : Coupe transversale d'une chaussée

- Chaussée semi-rigide

La chaussée à structure mixte combine des éléments souples et rigides. Elle comprend une base traitée au liant hydraulique, avec une couche de roulement en enrobé.

- La chaussée rigide

La chaussée rigide est composée d'une dalle en béton (parfois armée) reposant sur une fondation en sol compacté ou en matériaux stabilisés. Sa rigidité permet une bonne répartition des charges et une grande durabilité.

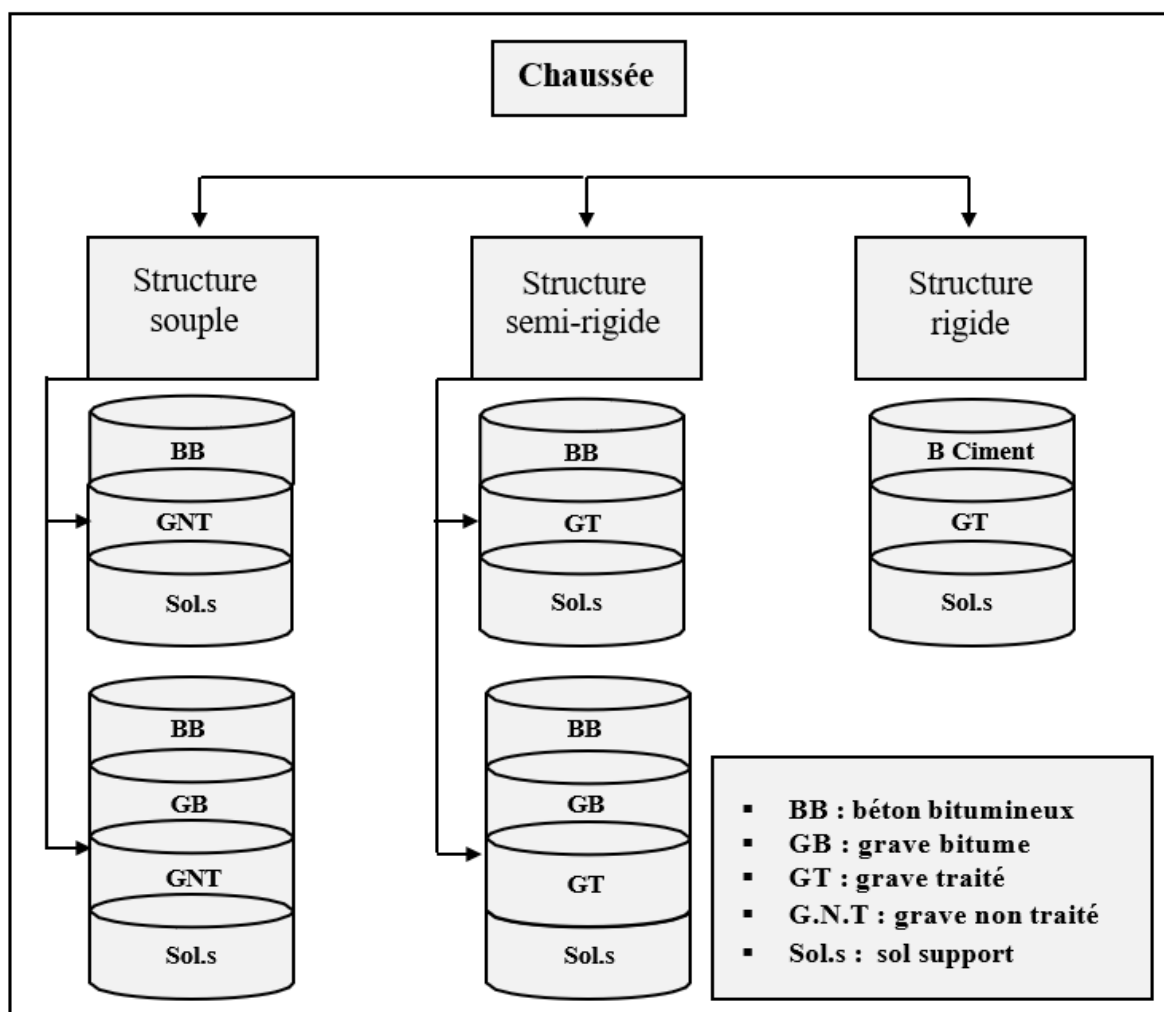


Figure IV-2 : Schéma récapitulatif des différents types des chaussées

Tableau IV-0-1 : Matériaux utilisés dans les différentes couches de la chaussée

Matériaux de revêtement	- Béton bitumineux (BB)
Matériaux traités aux bitumes	- Grave bitume (GB) - Sable bitume (SB)
Matériaux traités aux liants Hydrauliques	- Béton de ciment (Bcg) - Graves-laitier (GL) - Grave-ciment (GC)
Matériaux non traités	- Tufs calcaires (TUF) - Grave non traitée (GNT)

IV.3. PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

Le dimensionnement du corps de chaussée repose principalement sur deux grandes familles de méthodes : **les méthodes empiriques**, issues d'observations et d'études expérimentales sur les performances réelles des chaussées, et **les méthodes rationnelles**, fondées sur une analyse théorique du comportement mécanique des structures routières.

Toutes les méthodes de dimensionnement prennent en compte la portance du sol, le trafic et les caractéristiques des matériaux des différentes couches.

Dans le cadre de notre projet, nous avons retenu les deux méthodes les plus couramment utilisées en Algérie :

1. Méthode CBR (méthode empirique).
2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTPP (méthode rationnelle).

IV.3.1. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)

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

Un essai empirique de poinçonnement réalisé dans des conditions normalisées sur une éprouvette compactée dans les différentes conditions on a :

- Proctor Normal (PN) ;
- Proctor Modifié (PM)

NB : Le moule PM est plus grand que le moule que PN.

Cette méthode est utilisée pour déterminer l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre en fonction de l'indice CBR (sol support) et du nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide.

Pour déterminer l'épaisseur totale du corps de chaussée, il faut que la contrainte verticale répartie, suivant la théorie de BOUSSINESQ, soit inférieure à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice CBR. L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$E_{\text{éq}} = \frac{100 + (\sqrt{p}) \times (75 + 50 \times \log_{10} \frac{N}{10})}{\text{ICBR} + 5} \dots\dots (01)$$

Avec :

- $E_{\text{éq}}$: épaisseur équivalente.
- N : désigne le nombre moyen des camions dépassant 1500 Kg à vide.
- P : charge par roue $P = 6.5$ t (essieu 13 t).
- ICBR : indice portant C.B.R (sol support).

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

$a_1 \times e_1$: couche de roulement.

$a_2 \times e_2$: couche de base.

$a_3 \times e_3$: couche de fondation.

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant :

Tableau IV-0-2 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux BB ou enrobé dense	2.00
Grave ciment, grave laitier	1.50
Grave bitume GB	1.20-1.70
Grave concassée GNT	1.00
Grave roulée, grave sableuse, TVO	0.75
Tuf	0.60
Sable	0.50

IV.3.1.1. Application méthode CBR

🚧 Données de l'étude

- Le trafic journalier moyen annuel à l'année référence 2023 : TJMA=7000 v/j.
- Année de mise en service : 2025 TJMA2025=7572 v/j.
- Trafic à l'année horizon 2045 : TJMA₂₀₄₅ = 16592v/j.
- Le pourcentage des poids lourds : Z =30 %
- Taux de croissance annuelle de trafic : $\tau =4\%$
- La durée de vie : 20ans.
- Route de catégorie C2 dans un environnement E2.
- Poids lourd 2100 v/j.
- Indice CBR : 6.

a) Répartition transversale du trafic

Chaussée unidirectionnelle à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite.

Donc :

$$TPL_{2045} = \frac{TJMA_{2045}}{2} \times Z \times 90\% \dots\dots (02)$$

$$AN : TPL_{2045} = \frac{16592}{2} \times 0.3 \times 0.9$$

$$N = TPL_{2045} = 2240 \text{ PL/j/sens}$$

Avec :

$$E_{\text{éq}} = \frac{100 + \sqrt{(6.5) \times (75 + 50 \times \log \frac{2240}{10})}}{6 + 5}$$

$E_{\text{éq}} = 54 \text{ cm}$ (la valeur obtenue après fait l'arrondissement).

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

BB = 6 - 8 cm ; GB = 10 - 15 cm ; GNT = 15 - 25 cm ; TVC = 25 cm et plus.

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche :

- Couche de roulement (béton bitumineux) $e_1 = 6 \text{ cm}$; $a_1 = 2$
- Couche de base (grave bitume) $e_2 = 15 \text{ cm}$; $a_2 = 1.5$
- Couche de fondation (grave concasse) $e_3 = x \text{ cm}$; $a_3 = 1$

Tableau IV-0-3 : Les coefficients d'équivalence

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	$a_1 = 2.00$
Grave bitume	$a_2 = 1.20 \text{ à } 1.70$
Grave non traite	$a_3 = 1.00$

- L'épaisseur équivalente

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

AN: $E_{\text{éq}} = 2 \times 6 + 1.5 \times 15 + 1 \times x = 54 \text{ cm}$

$e_3 = 20 \text{ cm}$

- Épaisseur réelle

$E_{\text{réelle}} = 6 + 15 + 20 = 41 \text{ cm}$

b) Conclusion :

Notre structure de chausse par la méthode de CBR est :

- Couche de roulement en béton bitumineux : 6BB.
- Couche de base en grave bitume : 15GB.
- Couche de fondation en grave non traité : 20GNT.

6 cm de BB + 15 cm de GB + 20 cm de GNT

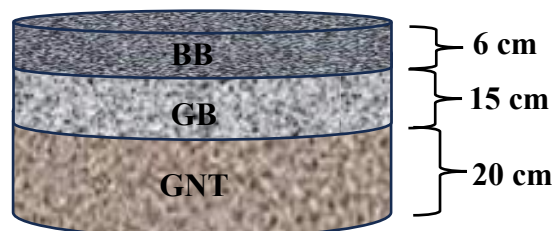


Figure IV-3 : Corps de chaussée méthode CBR

IV.3.2. METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES DU CTTTP

La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une approche simplifiée et normalisée permettant à l'ingénieur routier de choisir une structure de chaussée adaptée.

L'utilisation de ce catalogue s'inscrit dans la continuité des méthodes classiques de dimensionnement des chaussées, puisqu'elle mobilise les mêmes paramètres fondamentaux, notamment :

- **Le trafic** : classé selon le nombre de (Pl /j/sens) à l'année de la mise en service.
- **Le climat** : l'Algérie étant divisée en trois zones climatiques (humide, semi-aride, aride).
- **Les matériaux** : qu'ils soient traités au bitume (GB, BB) ou non traités (GNT, TVO...).
- La portance du sol support : évaluée par l'indice CBR.

Il se présente sous forme de catalogue composé de 3 fascicules résumés sur l'organigramme ci-dessous :

- Fascicule N°1 : Notice d'utilisation
- Fascicule N°2 : Hypothèses et données de dimensionnement
- Fascicule N°3 : Fiches techniques de dimensionnement

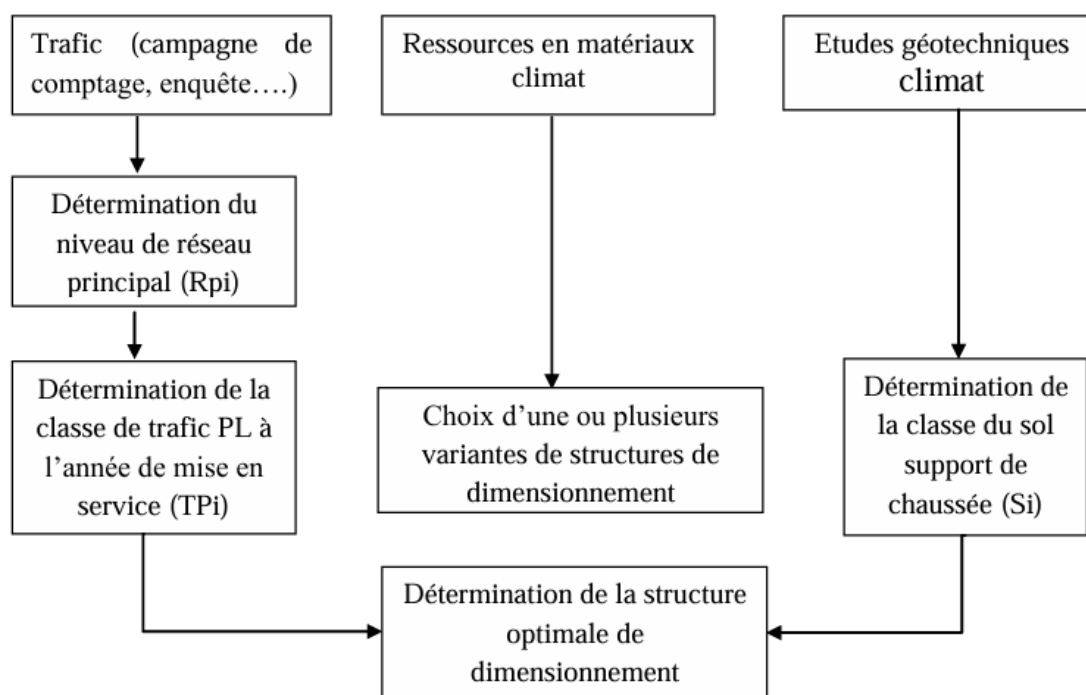


Figure IV-4 : La démarche du catalogue

IV.3.2.1. Application la méthode de catalogue

🚦 **Données de l'étude**

- $TJMA_{2023}=7000$ v/j.
- $TJMA_{2025}=7572$ v/j.
- $TJMA_{2045}=16592$ v/j.
- Mise en service : 2025.
- La durée de vie : 20ans.
- Le pourcentage des poids lourds : $Z=30\%$
- Taux de croissance annuelle de trafic : $\tau = 4\%$.
- Route de catégorie C2 dans un environnement E2.

🚦 **Les données de base pour le dimensionnement de chaussée**

a) **Détermination du type de réseaux principaux**

On a: $TJMA_{2025}=7572$ v/j > 1500 v/j

- La route principale présentant intérêt économique et stratégique.
- Il s'agit essentiellement d'un réseau compos de route nationales (RN).

Selon ces critères, on est dans le réseau principal de niveau 1 (RP1)

b) **Détermination de la classe de trafic TPL_i**

Chaussée unidirectionnelle à 1×2 voies :90% du trafic PL sur la voie lente de droite :

$$TPL_{2025} = TJMA_{2025} \times Z \times 0.5 \times 90\% \dots\dots (03)$$

AN : $TPL_{2025} = 7572 \times 0.3 \times 0.5 \times 0.9$

$TPL_{2025} = 1022$ PL/j/sens

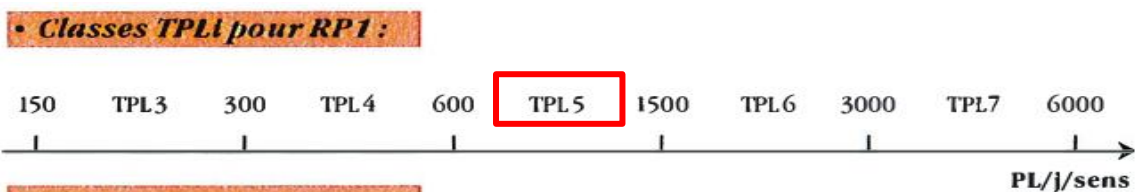


Figure IV-5 : Détermination de la classe TPL_i

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en TPL5

c) **Le trafic cumule de poids lourds (TC_i)**

Le TC_i est le trafic de PL sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vie) il est donné par la formule suivante :

$$TC_i = TPL_i \times 365 \times \frac{(1+\tau)^n - 1}{\tau} \dots\dots (04)$$

Avec :

- TPL_i : Trafic poids lourd en 2025 ; $\tau = 4\%$; $n = 20$ ans

$$AN : TC_i = 1022 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04}$$

$$TC_i = 11.1 \times 10^6 \text{ PL/J/sens}$$

d) Trafic cumulé équivalent TCE_i

Le TCE_i correspond au nombre cumulé d'essieux équivalent à 13 tonnes pour la durée de vie considérée, il est donné par la formule suivante :

$$TCE_i = TC_i \times A \dots\dots (05)$$

Avec :

- A : Coefficient d'agressivité.

Tableau IV-0-4 : Valeurs de coefficient d'agressivité

Niveau de réseau principal (RPI)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB , GB/Tuf , GB/SG...	0,6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL , BCg/GC	1

Pour un niveau de réseau RP1 avec des chaussées à matériaux traités au bitume le coefficient d'agressivité est : **0.6**

$$AN : TCE_i = 11.1 \times 10^6 \times 0.6$$

$$TCE_i = 6.7 \times 10^6 \text{ PL/J/sens}$$

e) Détermination des classes de la portance de sol-support de chaussée

Dans le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves CTTTP, les classes de portance des sols sont répertoriées par ordre croissant de S4 à S0. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

Tableau IV-0-5 : Les classes de portance des sol-support (Fascicule N°1)

Portance (Si)	CBR
S4	< 5
S3	5 - 10
S2	10 - 25
S1	25 - 40
S0	> 40

CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

A partir de la relation empirique : $E(\text{MPa})=5 \times \text{CBR}$, on a les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous :

Tableau IV-0-6 : Classe de portance de sol support. (Fascicule N°1)

Classes de sol-supports	S3	S2	S1	S0
Module (MPa)	25 - 50	50 - 125	125 - 200	> 200

Tableau IV-0-7 : Classe du sol support

N° Puits & (profondeur)	CBR	$E(\text{MPa})=5 \times \text{CBR}$	Classe de solsupport
Puits N°01 (0.40-2.00m)	6.70	33.5	S3
Puits N°02 (0.70-2.00m)	7.60	38	S3
Puits N°03 (0.80-2.00m)	6.00	30	S3

On a :

$$E (\text{MPa}) = [30 ; 38]$$

De point de vue global, nous sommes devant un sol de classe S3 (mauvaise portance).

Par conséquent, il est nécessaire d'ajouter une couche de forme (CDF).

f) Amélioration de la portance du sol support

D'après le fascicule-1 tableau-5 :

Tableau IV-0-8 : Classement avec couches de forme en matériaux non traités

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Épaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
< S4	Matériaux non traités (*)	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	//	35 cm	S3
S4	//	60 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	70 cm (en 2 couches)	S1

Pour améliorer la classe de portance de notre sol de support de S3 à S2 on adopte de 40 cm d'épaisseur en deux couches de 20cm, de matériau non traité (TUF).

g) Les données climatiques

- La carte climatique

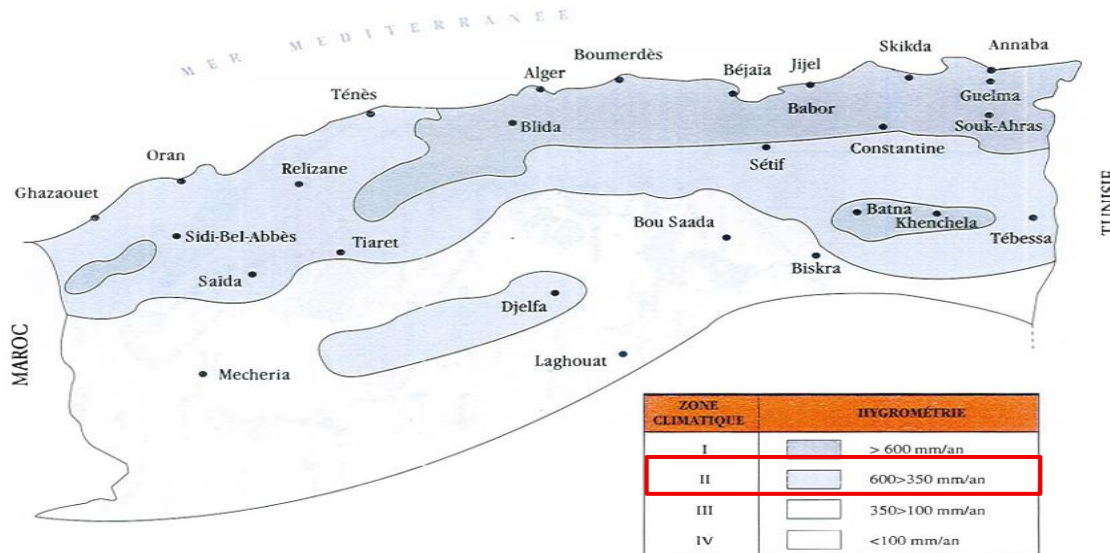


Figure IV-6 : Position du projet dans la carte climatique de l'Algérie (Fascicule N°1)

- La zone climatique

D'après le fascicule-2 tableau-7 :

Tableau IV-0-9 : Zone climatique de pluviométrie

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	aride	Sud

La willaya de Médéa se situe dans les Nord, Hauts-plateaux d'un climat humide, donc la zone climatique considérée est de zone II (350 -600 mm/an).

- Température équivalente

D'après le fascicule-2 tableau-8 :

Tableau IV-0-10 : Température équivalente

Température équivalente θ_{eq} (°C)	Zone climatique		
	I et II	III	IV
20	25	30	

Notre projet de zone II donc : $\theta_{eq} = 20^{\circ}\text{C}$

h) Détermination du risque de calcul

D'après le fascicule-2 tableau-5 :

Tableau IV-0-11 Le risque de calcul r %

	Classe de trafic (TPI) (PI/J/sens)	TPI3	TPI6	TPI5	TPI6	TPI7
Risque (%)	GB/GB, GB/GNT...	20	15	10	5	2
	GL/GL	15	10	5	2	2
	BCg/GC	12	10	5	2	2

D'après le tableau le risque de calcul r = 10%

✚ Choix des différentes couches constituantes de la chaussée

a) Proposition de la structure

On a : RP1 et MTB

D'après le fascicule-1 tableau-1 :

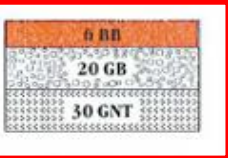








Tableau IV-0-12 : Structures disponibles dans le catalogue

Niveau de réseau principal (RPi)	Matériaux types	Structures
RP1	MTB (matériaux traités au bitume)	GB/GB , GB/GNT, GB/TUF, GB/SG, GB/AG
	MTLH (matériaux traités aux liants hydrauliques)	- GL / GL - BCg / GC
RP1	MNT(matériaux non traités)	GNT/GNT,TUF/TUF, AG/AG , SG/SG
	MTB (matériaux traités au bitume)	SB / SG

b) Choix de dimensionnement :

- Le réseau principal (RP1).
- La zone climatique II.
- Durée de vie de 20 ans.
- Taux d'accroissement (4%).
- Portance de sol S2.
- Classe de trafic TPI5.

Tableau IV-0-13 : Choix de dimensionnement de la chaussée avec (Fascicule-N°3)

IRLI PL/j/sens	50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000			
TPL7			
3000			
3000			
TPL6			
1500			
1500			
TPL5			
600			
600			
TPL4			
300			
300			
TPL3			
150			

Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (fascicule N°3), donc la structure de chaussée est comme suit :

- Couche de roulement : BB = 6 cm.
- Couche de base : GB = 20 cm.
- Couche de fondation : GNT= 30 cm

6BB + 20GB + 30GNT + 40TUF

Avec une épaisseur totale de : 96 cm

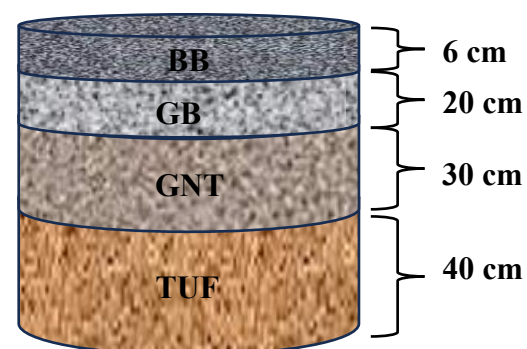


Figure IV-7 : La structure de projet

✚ Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support

On doit vérifier que les déformations ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide d'ALIZE LCPC (un logiciel qui met en œuvre la méthode rationnelle de dimensionnement des structures de chaussées développée par le LCPC et le SETRA), sont inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à $\epsilon_{t,adm}$ et $\epsilon_{z,adm}$.

- ϵ_t : étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.
- ϵ_z : (sol) étant la déformation verticale sur le sol support.

a) Calcul de déformation admissible sur le sol support $\epsilon_{z,adm}$

On a : $\epsilon_{z,adm} = 22.10^{-3} \times TCE_i^{-0.235} \dots\dots (06)$

AN: $\epsilon_{z,adm} = 22.10^{-3} \times (6.7 \times 10^6)^{-0.235}$

$\epsilon_{z,adm} = 547 \mu\text{def}$

b) Calcul de la déformation admissible de traction ($\epsilon_{t,adm}$) à la base de GB

On a : $\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(10^6, 25\text{HZ}) \times K_{ne} \times K_\theta \times K_r \times K_c \dots\dots (07)$

Avec :

- $\epsilon_6(10^6, 25\text{HZ})$: Déformation limitée à 10^6 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz.
- K_{ne} : Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.
- K_θ : Facteur lié à la température.
- K_r : Facteur lié au risque et aux dispersions.
- K_c : Facteur lié au calage.

Et : $K_{ne} = \left(\frac{10^6}{TCE_i}\right)^b$; $K_\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C}, 10\text{Hz})}{E(\theta_{eq}, 10\text{Hz})}}$; $K_r = 10^{-tb\delta}$; $\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} S_h\right)^2}$

Avec :

- δ : La dispersion
- C : coefficient égal à 0.02.
- t : fractile de la loi normale, qui est en fonction du risque adopté ($r\%$).

Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Tableau IV-0-14 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Matériau (MTB)	E (30°C,10Hz) (Mpa)	E(25°, 10Hz) (Mpa)	E(20°, 10Hz) (Mpa)	E(10°,10Hz) (Mpa)	$\epsilon_6(10^\circ, 25\text{Hz}) (10^{-6})$	-1/b	SN	Sh (cm)	v	kc Calage
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

Alors d'après Catalogue de dimensionnement des Chaussées Neuves et les tableaux ci-dessus on résume les paramètres suivants :

Tableau IV-0-15 : Paramètres utilisés pour la vérification des déformations

b : Pente de la droite de fatigue.	$-\frac{1}{b} = 6.84$, $b = -0.146$
E (10°C,10Hz) : module complexe du matériau bitumineux à 10°C.	E (10°C,10Hz) = 12500 Mpa
E(θeq,10Hz) : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente.	Pour : θeq = 20° C E(θeq,10Hz) = 7000 Mpa
SN : dispersion sur la loi de fatigue.	SN = 0.45
Sh : dispersion sur les épaisseurs.	Sh = 3
K_c : Facteur lié au calage.	K _c = 1.3
ε₆(10°,25HZ) :	100 µdef

$$D'où ; K_{ne} = \left(\frac{10^6}{TCE_i}\right)^b ; K_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^\circ C, 10Hz)}{E(\theta_{eq}, 10Hz)}}$$

$$AN : K_{ne} = \left(\frac{6.7 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0.146} ; K_{\theta} = \sqrt{\frac{12500}{7000}}$$

$$Donc : K_{ne} = 0.76 ; K_{\theta} = 1.34$$

Et :

- C : coefficient égal à 0.02.
- δ : La dispersion

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

δ = 0.61

- t : fractile de la loi normale, qui est en fonction du risque adopté ($r\%$).
On a $r\% = 10\%$, d'après le fascicule-2 tableau-16 :

Tableau IV-0-16 : Valeur de t en fonction de risque

r%	2	3	5	7	10	12	15
t	-2,054	-1,881	-1,645	-1,520	-1,282	-1,175	1,036
r%	20	23	25	30	35	40	50
t	-0,842	-0,739	-0,674	-0,524	-0,385	-0,253	0

$$AN : K_r = 10^{-(-1.282) \times (-0.146) \times (0.61)}$$

$$\text{Donc : } K_r = 0.77$$

$$D'ou : \epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(10^\circ, 25HZ) \times K_{ne} \times K_\theta \times K_r \times K_c$$

$$AN : \epsilon_{t,adm} = 100 \times 0.76 \times 1.34 \times 0.77 \times 1.3$$

$$\epsilon_{t,adm} = 101.94 \mu\text{def}$$

c) Vérification des résultats de calcul par Alize-LCPC

D'après le fascicule-2 tableau-13 et 15 :

Tableau IV-0-17 : Performances mécaniques des matériaux non traités

Niveau de la couche	Modules des MNT (MPa)	Valeurs de k	ν
Base* ($15 \leq h \leq 20\text{cm}$)	GNT = 500	2,5	0,25
	TUF 1 = 500	2	0,25
	TUF 2 = 300	2	0,25
	SG 1 = 700	2	0,25
	SG2 = 300	2	0,25
	AG = 300	2	0,25
Fondation (en sous couches de 25 cm)	$E_{MNT}(\text{sous couche } 1) = k E_{sol \text{ support}}$ $E_{MNT}(\text{sous couche } i) = k E_{MNT}(\text{sous couche } i-1)$ avec E_{MNT} borné à E_{MNT} couche de base		
Fondation MNT sous GB et SB (GB/MNT,)	$E_{MNT}(\text{sous couche } 1) = k E_{sol \text{ support}} (\text{avec } k \text{ idem ci-dessus})$ $E_{MNT}(\text{sous couche } i) = k E_{MNT}(\text{sous couche } i-1)$ avec E_{MNT} borné à 350 MPa		

On a :

- $E_{GNT}(\text{Sous couche } 1) = k \times E_{sol \text{ support}} = 2,5 \times 50 = 125 \text{ MPa}$
- $E_{GNT}(\text{Sous couche } 2) = k \times E_{GNT}(\text{sous couche } 1) = 2,5 \times 125 = 312,5 \text{ MPa}$
- $E_{BB}(20^\circ, 10\text{HZ}) = 4000 \text{ MPa}$
- $E_{GB}(20^\circ, 10\text{HZ}) = 7000 \text{ MPa}$

À l'aide d'Alizé LCPC, on vérifie que :

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

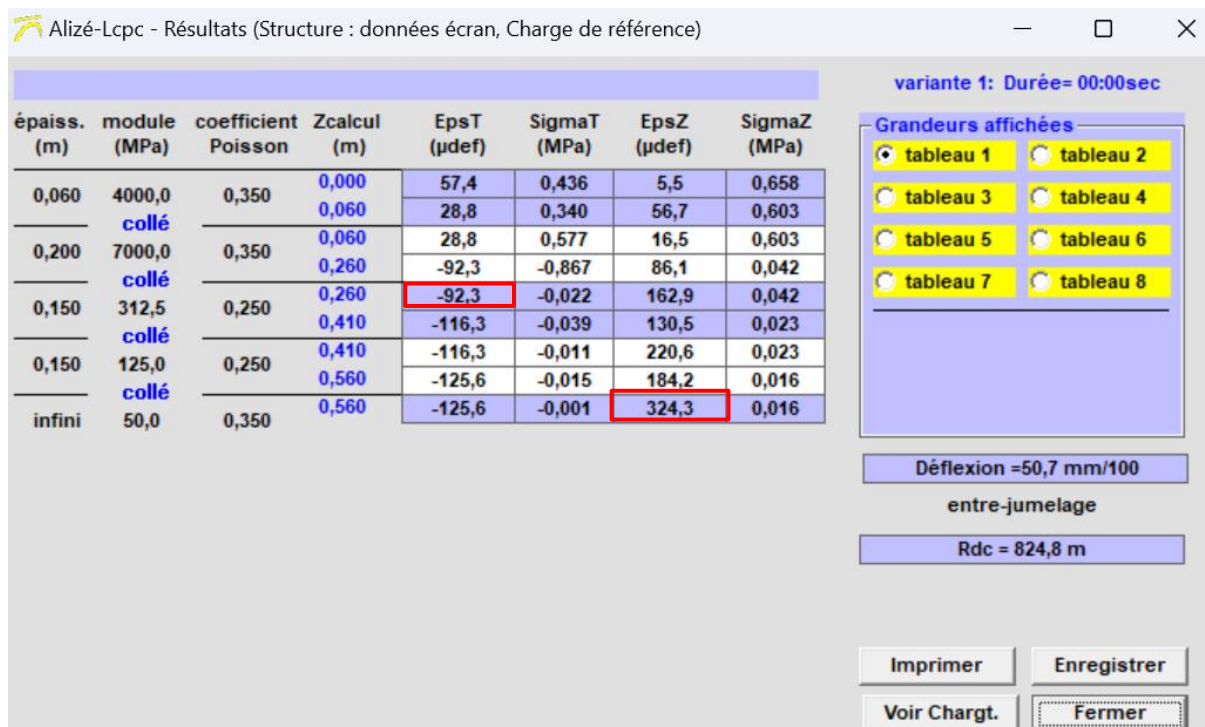


Figure IV-8 : Résultats de la simulation (ALIZE-LCPC)

Tableau IV-0-18 : Tableau récapitulatif

Déformations calculées	Déformations admissibles
$\epsilon_t = 92.3 \mu\text{def}$	$\epsilon_{t,adm} = 101.94 \mu\text{def}$
$\epsilon_z = 324.3 \mu\text{def}$	$\epsilon_{z,adm} = 547 \mu\text{def}$

La structure 6 cm (BB) + 20 cm (GB) + 30 cm (GNT) + 40 cm (TUF) est donc vérifiée.

IV.4. CONCLUSION

On résume par l'application des deux méthodes de dimensionnement les résultats suivants :

Tableau IV-0-19 : Comparaison entre les deux méthodes dimensionnement

	Méthodes	
	CBR	Catalogue
La structure	6BB + 15GB + 20GNT	6BB + 20GB + 30GNT + 40TUF

Bien que la méthode CBR présente des épaisseurs de chaussée plus faibles, elle a été écartée au profit de la méthode du catalogue algérien de dimensionnement, élaborée par le CTTT.

Cette dernière a été retenue dans notre projet car elle prend en compte des paramètres de trafic, le climat et des matériaux et respecte les normes nationales, assurant ainsi une chaussée à la fois adaptée et durable.

Donc la structure retenue est celle de la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) :

6BB + 20GB + 30GNT + 40TUF avec une épaisseur totale de 96 cm

CHAPITRE V :
TRACE EN PLAN

V.1. INTRODUCTION

Le tracé en plan constitue une phase essentielle de la conception géométrique des infrastructures routières, représentant la projection horizontale de l'axe de la chaussée, élaborée à partir de relevés topographiques détaillés et d'observations de terrain.

Dans le cadre de notre projet, ce tracé intègre une succession **d'alignements droits**, de **courbes** circulaires et de raccordements progressifs de type **clothoïde**, permettant une transition harmonieuse entre les différentes sections.

L'élaboration de ce tracé requiert une analyse approfondie des contraintes topographiques, environnementales et fonctionnelles, dans le respect des normes de dimensionnement en vigueur, afin de garantir la sécurité, le confort de conduite et la performance de l'ouvrage routier.

V.2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN

Pour assurer un choix technico-économique pertinent du tracé en plan, il est essentiel de se conformer rigoureusement aux normes en vigueur, telles que détaillées dans les documents de référence « **Aménagement des Routes Principales 2015 (A.R.P.)** ». Ces prescriptions, applicables tant en phase d'avant-projet que durant l'exécution des travaux, constituent le socle réglementaire pour une conception optimisée et une réalisation conforme aux exigences du projet.

Ci-après sont recensées certaines recommandations jugées particulièrement significatives pour la qualité et la viabilité de l'implantation linéaire :

- Respect des points de départ et d'arrivée conformément aux données d'implantation initiales.
- Éviter le passage sur les terres agricoles et dans les zones forestières
- Aligner le tracé avec la topographie afin de réduire les volumes de terrassement.
- Éviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques.
- Utiliser des rayons horizontaux supérieurs ou égaux à RH_{nd} , dans la mesure du possible, pour améliorer le confort de conduite et la visibilité.

V.3. LA VITESSE DE REFERENCE

La vitesse de référence (V_r), ou vitesse de base (V_b), est un paramètre fondamental dans la conception géométrique des routes. Elle constitue le critère principal permettant de définir les valeurs minimales des caractéristiques du tracé routier. Son choix dépend de plusieurs critères :

- Type de la route.
- L'intensité et la nature du trafic.
- La topographie du terrain.
- Condition économique et d'exploitation.

Pour le linéaire étudié, une vitesse de référence uniforme de 80 Km/h a été retenue.

V.4. LES ELEMENTS DU TRACE 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).

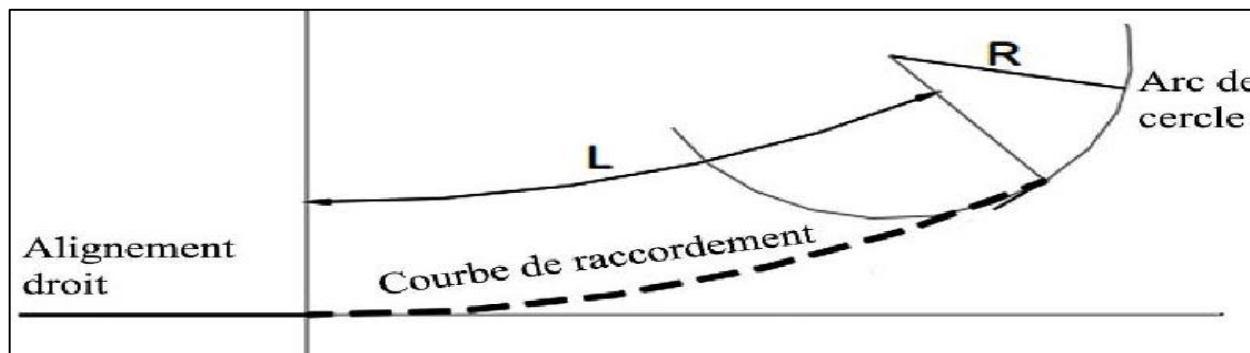


Figure V-1 : Les éléments du tracé en plan

V.4.1. Les alignements droits

Il est recommandé d'utiliser autant d'alignements droits que possible dans la conception d'une route, car cela offre plusieurs avantages en termes de sécurité et de confort pour les usagers de la route.

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base.
- Des sinuosités précédentes et suivantes à l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

V.4.1.1. Règles concernant la longueur des alignements droits selon la norme (ARP-2015)

- Longueur minimale entre deux courbes de sens opposé $L_{\min} \geq 3 \times V_b = 3 \times 80 = 240 \text{ m}$.
- Longueur minimale d'un alignement droit isolé (entre deux raccordements progressifs ou avec visibilité réduite) : $L_{\min} \geq 200 \text{ m}$.
- Alignement droit trop long peut engendrer une monotonie du tracé, nuisant à la vigilance du conducteur. C'est pourquoi les ARP préconisent une longueur maximale à ne pas dépasser : $L_{\max} \leq 1000 \text{ m}$.

V.4.2. Arcs de cercle

Les éléments qui interviennent pour limiter les courbures sont :

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

V.4.2.1. Règle à respecter dans les arcs selon la norme (ARP-2015) :

- Éviter les courbes de rayon inférieur à 300 m ; en extrémité d'alignement plus court (0,5 à 1 km), éviter les courbes de rayon inférieur à 200m.
- Rechercher en extrémité de très longs alignements droits un rayon d'au moins 600 m, voire davantage selon les cas, pour un virage qui serait situé en extrémité d'un tel alignement.
- Lorsque le recours à une courbe de rayon réduit ($R < 125$ m) s'avère nécessaire à la suite d'un alignement droit, recherché un rayon au moins égal au quart de la longueur d'alignement droit.
- Lorsque deux courbes de rayons R et R' se succèdent (éventuellement séparées par un alignement droit), satisfaire à la condition de progressivité des rayons : $0,67 < R/R' < 1,5$.

V.4.3. Courbes de raccordement progressives

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit se faire par des transitions progressives afin d'assurer une introduction de la pente et d'optimiser la sécurité et le confort des usagers de la route.

L'utilisation et les rôles des courbes de raccordement sont justifiés par les quatre conditions suivantes :

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

V.4.3.1. Règle à respecter dans les raccordements selon la norme (ARP-2015)

Les courbes circulaires de rayon R inférieur à Rnd sont introduites par des raccordements progressifs, ceux-ci sont constitués par des arcs de clothoïde.

Il faut que la longueur de clothoïde soit au moins égale au : $L = \inf (12 R^{0.4}, 133)$

Avec :

- R (m) le rayon de courbure.
- L(m) La longueur de l'arc de clothoïde.

Et :

- Dévers en alignement : 2.5%
- Dévers maximum : 7%

Dévers	2.50 %	2.50 %	3.00 %	3.50 %	4.00 %	4.50 %	5.00 %	5.50 %	6.00 %	6.50 %	7.00 %
Rayon	900.000	650.000	546.304	471.141	414.159	369.474	333.492	303.896	279.125	258.088	240.000
Clothoïde	133.000	133.000	133.000	133.000	133.000	127.707	122.579	118.106	114.157	110.634	107.465
Variation	70.000	70.000	77.000	84.000	91.000	98.000	105.000	112.000	114.157	110.634	107.465

Figure V-2 : La Table (ARP R80 2×2 voies)

V.5. APPLICATION AU PROJET

L'étude géométrique du projet de dédoublement de la RN127 a été réalisée conformément aux Instructions techniques définies exclusivement par la norme ARP-2015. Le projet concerne une route de type R, classée en catégorie R80, avec une vitesse de base de 80 km/h.

Cette classification permet de déterminer les principaux paramètres géométriques de l'infrastructure.

Tableau V-1 : Paramètres géométriques de conception du Tracé

Paramètre	Valeur
Rayon minimal (m)	240
Le rayon au dévers minimal (m) R _{dm}	650
Le rayon non déversé (m) R _{nd}	900

V.5.1. Contraintes rencontrées lors de l'élaboration de notre tracé

- Domaine forestier ; terrain agricole Ferme d'olivier **PK 40+000 au PK 40+125**
- OUED BOUZAHROU de : **PK 41+700**
- OUED AL-MAAZBIA de : **PK 42+170**
- Chemin communal de : **PK 40+600**

V.5.2. Description du tracé

Le tracé global de ce projet s'étend sur un linéaire de **10 km**, du **PK 36+000 au PK 46+000**, traversant principalement des terrains de plaines. Il débute par une courbe de rayon 1500m.

Le tracé se compose de trois tronçons distincts, en respectant scrupuleusement les normes de conception, notamment en ce qui concerne les longueurs maximales et minimales, ainsi que les rayons de courbure du tracé en plan, tout en s'alignant autant que possible sur la chaussée existante.

Des raccordements progressifs par clothoïdes ont été utilisés pour des rayons compris entre **900 m et 250 m**.

Le projet comprend également plusieurs alignements droits, dont la longueur maximale atteint **1000.56 m**.

Remarque : Le tracé en plan a été réalisé à l'aide du logiciel Covadis – module « Autopiste »

Tableau V-2 : Les rayons choisis

Rayon (m)	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅
Valeur	1500	1000	1800	400	1000	500	300	300	300	1000	250	450	350	300	300

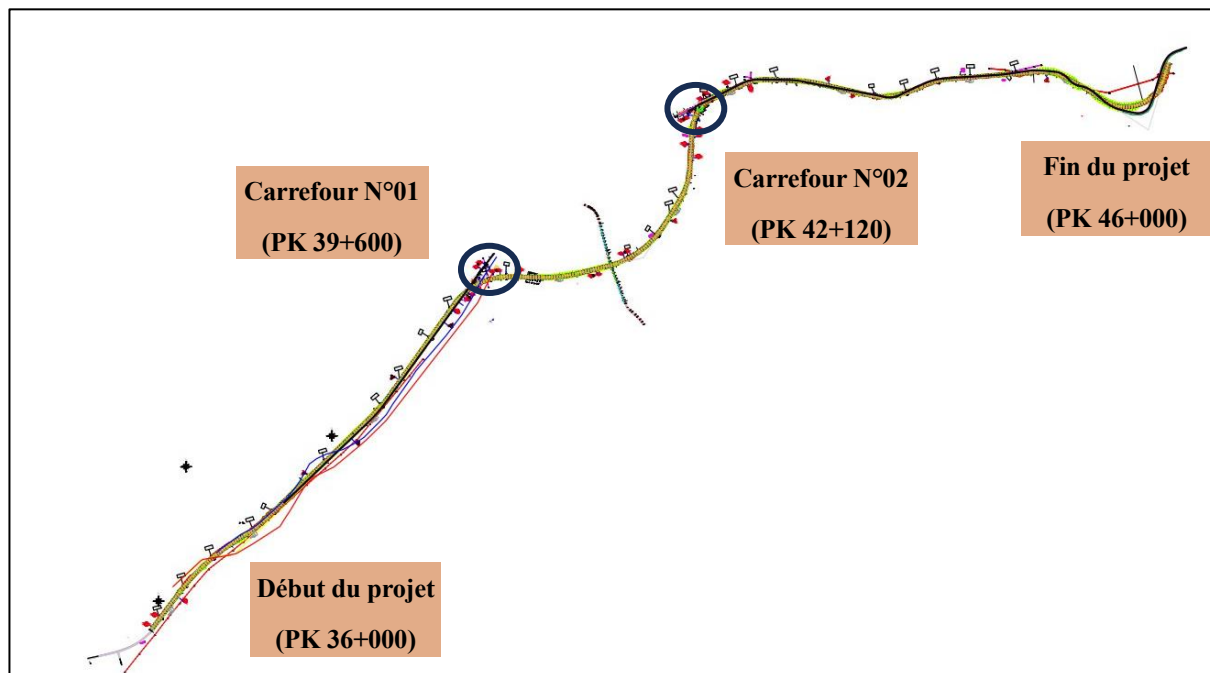


Figure V-3 : Trace en plan (axe) du projet

NB : Les résultats de calcul automatique de tracé en plan sont faits à l'aide du logiciel (COVADIS 17.0f) et sont joints en annexe (A).

CHAPITRE VI :
PROFIL EN LONG

VI.1. INTRODUCTION

Le profil en long est une coupe verticale tracée selon l'axe d'une route, représentant les altitudes du terrain naturel ainsi que celles du projet routier. Il se compose de segments inclinés (**rampes et pentes**) reliés entre eux par des **courbes de raccordement**, circulaires ou paraboliques, afin d'assurer une transition progressive et confortable entre les différentes déclivités. Il permet une bonne lisibilité du tracé pour le conducteur et facilite la conception technique de la route.

Pour chaque point du profil en long, il est nécessaire de déterminer :

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

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

- Assurer une circulation fluide, notamment pour les véhicules lourds, en limitant les rampes ou en ajoutant des voies supplémentaires réservées à cette catégorie de véhicules.
- Permettre un bon assainissement de la plateforme, surtout dans les sections en déblais ou dans les zones à dévers nul, en créant une pente longitudinale minimale.

Dans le profil en long, il y a deux types de rayons de raccordement verticaux sont utilisés

- **Les rayons en angle saillant (convexe)**, qui assurent la transition entre une rampe et une pente.
- **Les rayons en angle rentrant (concave)**, qui relient deux rampes ou deux pentes successives.

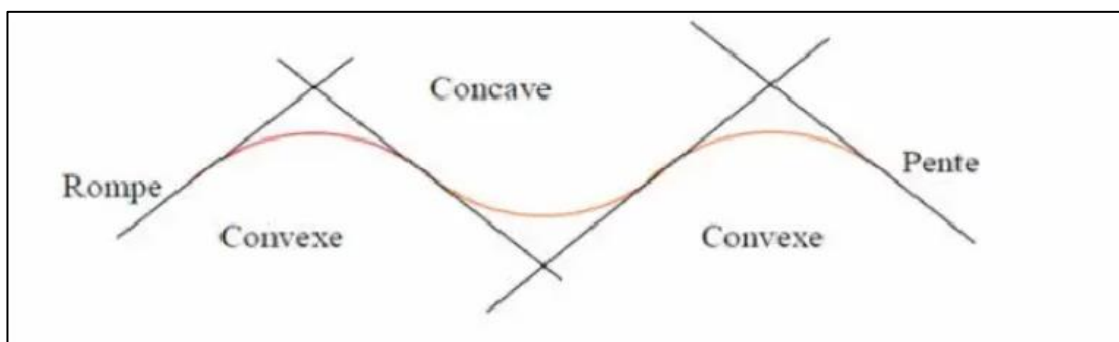


Figure VI-1 : Profil en long

VI.2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG

Pour une conception efficace et une exécution sans problèmes, il est essentiel de respecter les règles géométriques et techniques du profil en long.

Cela garantit la fonctionnalité, la durabilité et une bonne intégration de la route dans son environnement.

Parmi les principales exigences à respecter, on cite :

- Respecter les normes décrites dans le règlement appliqué (**ARP-2015**), à savoir : Les déclivités maximale et minimale ainsi que les rayons minimaux en angle saillant et en angle rentrant.
- Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.

VI.3. COORDINATION DU TRACÉ EN PLAN ET PROFIL EN LONG

La coordination entre le tracé en plan et le profil en long est essentielle pour garantir la sécurité et le confort de l'utilisateur. Elle vise notamment à :

- Assurer une vue satisfaisante de la route au-delà des simples conditions minimales de visibilité.
- Éviter d'implanter des carrefours ou des accès en sommet de profil ou dans des courbes où la visibilité est réduite.
- Augmenter le décalage du raccordement lorsqu'une courbe en plan est introduite sur un profil en long convexe.
- Assurer une bonne intégration du tracé au terrain naturel sans créer d'effets d'optique trompeurs ou de ruptures brutales.
- Faire coïncider les courbures horizontales et verticales, en respectant la condition suivante : $R_{vertical} > 6 \times R_{horizontal}$ afin d'éviter les défauts d'inflexion.
- Permettre la prévision de l'évolution du tracé à distance.

VI.4. LES PARAMETRES DE NOTRE PROFIL EN LONG

Conformément à la norme (**ARP-2015**), notre projet est classé comme une route de type R, catégorie R80 (2x2 voies), avec une vitesse de base de 80 km/h. Ce classement détermine les paramètres géométriques à respecter pour le profil en long suivant :

VI.4.1. Déclivités

La déclivité d'une route correspond à la tangente de l'angle formé entre le profil en long et la ligne horizontale. On parle de rampe lorsqu'il s'agit d'une montée, et de pente dans le cas d'une descente.

VI.4.1.1. Déclivités minimales

Selon les recommandations de la norme (**ARP-2015**), certaines pentes longitudinales minimales doivent être respectées afin d'assurer un écoulement efficace des eaux de ruissellement, tant sur la chaussée que dans les ouvrages d'assainissement longitudinaux.

CHAPITRE VI : PROFIL EN LONG

Les exigences principales sont les suivantes :

- 0,5 % dans les zones où la pente transversale de la chaussée est inférieure à 0,5 %, s'il y a risque de verglas.
- Dans les longues sections en déblai : au moins 0,5 % pour que l'ouvrage longitudinal d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément enterré du côté aval.
- Au moins 0,5 % dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

VI.4.1.2. Déclivité maximale

La déclivité maximale dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de PL (vitesse minimum).
- Condition économique (coût des transports, coût de construction)

Tableau VI-1 : Paramètres géométriques de profil en long

Paramètres	Valeurs
Déclivité maximale	6 %
Rayon minimal en angle saillant (en m)	3000
Rayon minimal en angle rentrant (en m)	2200

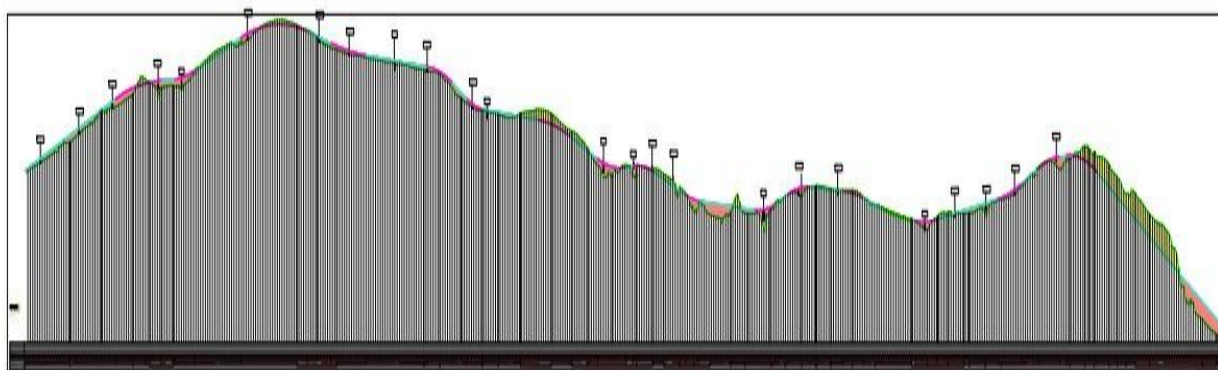


Figure VI-2 : Profil en long projet

NB : Les résultats de calcul automatique de profil en long sont faits à l'aide du logiciel (COVADIS 17.0f) et sont joints en annexe (B).

CHAPITRE VII :
PROFIL EN TRAVERS

VII.1. INTRODUCTION

Dans les projet routier le profil en travers d'une route représente un levé perpendiculaire à l'axe de la route sur un plan vertical incliné d'un pourcentage (%) de déclivité appelé dévers.

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

VII.2. DIFFERENTE TYPE DE PROFIL EN TRAVERS

Dans l'étude d'un projet routier, on distingue deux types de profils en travers :

- Profil en travers courant.
- Profil en travers type.

VII.2.1. Profil en travers courant

Le profil en travers courant est un élément de base dessinée dans les projets à des distances régulières (10, 15,20, 25 m), pour notre projet de **RN 127** on a fixé une distance de **20 m** entre chaque profil en travers

Il existe trois types de profils en travers courants :

- Le profil en travers en remblai.
- Le profil en travers en déblai.
- Le profil en travers mixte.

VII.2.2. Profil en travers type

Dans le cadre des projets de création de routes neuves ou de réaménagement d'axes existants, le profil en travers représente un document fondamental.

Il intègre tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (en remblais, déblais ou mixte).

VII.3. LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS

Le profil en travers est formé par les éléments suivants :

- **La Chaussée**

C'est la partie de la route affectée à la circulation des véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparées par un terre-plein central.

- **La largeur rouable**

La largeur rouable est la distance entre les deux bords de la chaussée. Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.

- La plateforme

La plate-forme englobe la surface de la route, délimitée par les fossés ou les crêtes des talus de remblais. Comprenant la chaussée et les accotements, les terre-pleins et les bandes d'arrêts.

- L'assiette

C'est la surface du terrain réellement construite pour la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et Crête de talus en déblai.

- L'emprise

L'emprise c'est la surface autorisée par l'autorité appartenant à la collectivité et affectée à la route. Elle correspond à la surface à exproprier et qui sera versée dans le domaine public routier.

- Le fossé

Le fossé est un ouvrage hydraulique parallèle à la route destinée au drainage des eaux de pluie et à assurer l'assainissement de la chaussée.

- L'accotement

L'accotement est l'espace situé entre la chaussée et le fossé. C'est une partie latérale de soutien d'une route, il comprend généralement la bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) et une berme.

- La bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)

La bande d'arrêt d'urgence est située le plus à droite de la route réservée exclusivement aux véhicules en cas d'urgence ou de panne et à l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitation.

- La berme

La berme est une zone généralement non revêtue située entre la chaussée d'une route et l'accotement ou la bande d'arrêt d'urgence. Elle peut être constituée de terre, de gravier ou de végétation elle peut recevoir des panneaux de signalisation et certains équipements.

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

Le T.P.C. assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, à l'image des glissières de sécurité sur les routes. Sa largeur résulte de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

- La bande dérase de gauche (B.D.G)

Elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité.

- La bande médiane

Partie non roulable du terre-plein central comprise entre les deux bandes dérasées de gauche, la largeur minimale de la bande médiane en fonction des équipements qui y sont installés.

CHAPITRE VII : PROFIL EN TRAVERS

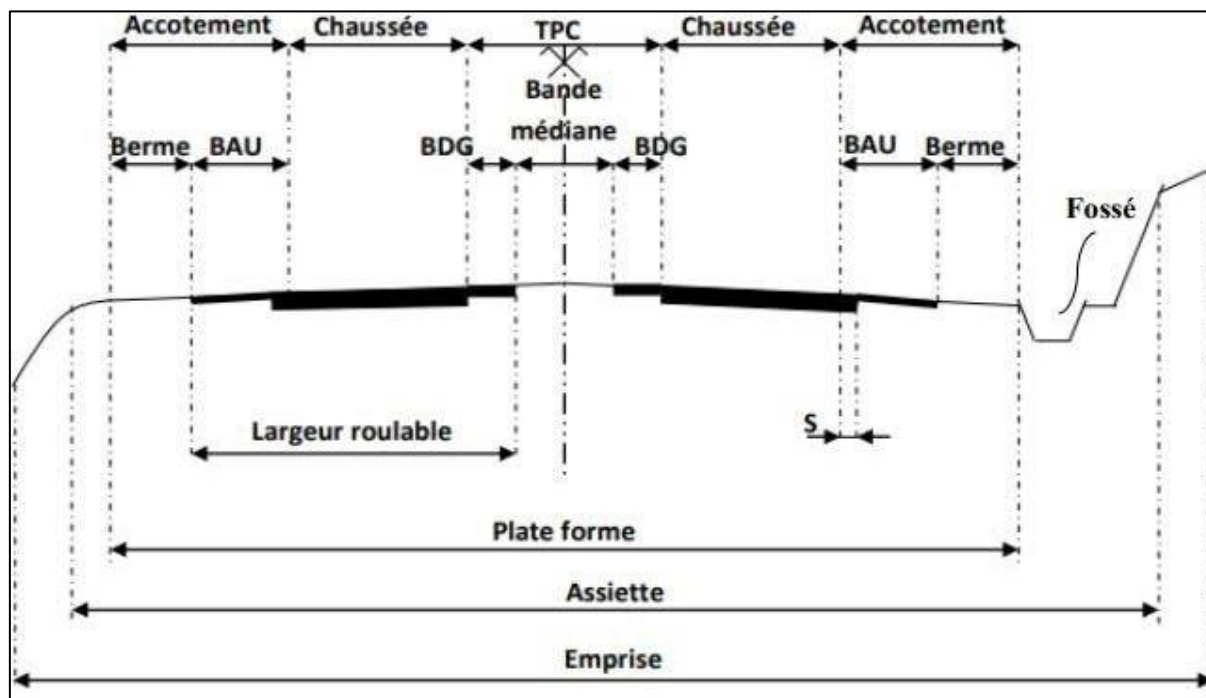


Figure VII-2 : Les éléments du profil en travers type d'une route à double chaussée

VII.4. PENTES TRANSVERSALES ET DEVERS EN COURBE

Pentes transversales	Pente(s) de la chaussée et de la sur largeur structurelle	Accotements		Bandes dérasées de gauche éventuelles
		Bande(s) dérasée(s) (1)	Bermes	
En alignement et courbe non déversée	2,5 % 	4 % (stabilisée) 2,5 à 4 % (revêtue) 	8 %	2,5 %
En courbe avec dévers < à 4 %	P% < 4 % 	4 % (stabilisée) 2,5 à 4 % (revêtue) (2) 	8 %	P%
En courbe avec dévers > à 4 %				
- Côté intérieur		P% 	8 %	P%
- Côté extérieur	P% > 4 % 	1,5 % (revêtue) 2,5 % (stabilisée) vers l'extérieur (2) 	8 %	P%

Figure VII-1 : Pentes transversales et devers en courbe (ARP)

CHAPITRE VII : PROFIL EN TRAVERS

VII.5. APPLICATION AU PROJET

Après L'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour la RN127, sera composé d'une chaussée de dédoublement.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

Tableau VII-1 : Profil en travers type proposé

Description	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale (m)
Voie de circulation 2×2	3.5	4	14
Accotement	2.5	2	5
Berme	0.5	2	1
Bande dérase de gauche	0.5	2	1
Bande dérase de droit	0.3	2	0.6
Séparateur en béton			
-Double Béton Armé (DBA)	0.6	1	0.6
Devers proposé			
Chaussée	- 2,5 % vers l'extérieur.		
Accotement	- BAU : Dévers de la chaussée. - Berme : 4%		

CHAPITRE VIII :
CUBATURES ET STABILITE DU
TALUS

VIII.1. CUBATURES

VIII.1.1. Introduction

Avant toute construction d'un ouvrage, il est souvent nécessaire d'adapter le terrain naturel pour qu'il réponde aux exigences du projet. Cette adaptation, appelée mouvement de terre, englobe l'ensemble des travaux de terrassement visant à modifier la forme du sol. Ces travaux sont indispensables dans les projets infrastructures routiers.

On distingue deux actions : **le remblai**, qui consiste à ajouter de la terre pour surélever le terrain, et **le déblai**, qui consiste à en enlever pour l'abaisser. L'évaluation des quantités de terres à déplacer, appelée **cubature des terrassements**, permet de calculer précisément les volumes de déblais et de remblais nécessaires. Ce calcul vise à optimiser les mouvements de sol, réduire les coûts, et assurer une assise stable et régulière à la chaussée, favorisant ainsi une circulation fluide et sécurisée.

Les éléments qui permettent cette évaluation sont :

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

VIII.1.2. Les méthodes de calcul des cubatures

Les cubatures représentent les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet, il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai, parmi lesquelles on cite :

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

Pour notre projet de **RN 127**, nous allons utiliser la méthode de la moyenne des aires, qui est une méthode très simple utilisée pour le calcul des volumes.

VIII.1.3. Description la méthode de la moyenne des aires

Le principe de la méthode de la moyenne des aires est de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivante :

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

Avec :

- **L** : hauteur moyenne entre deux profils.
- **S₁** : Surface de profil en travers P1.
- **S₂** : surface de profil en travers P2.
- **S_{MOY}** : surface limitée à mi- distance des profils.

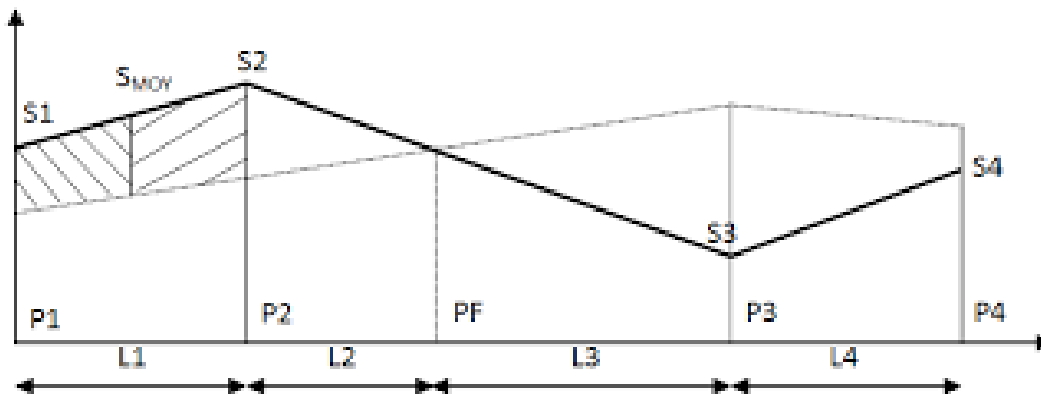


Figure VIII-1 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné

Pour le calcul simple, on a considéré que :

$$S_{MOY} = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

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

Donc les volumes seront :

- $V_1 = \frac{L_1}{6} (S_1 + S_2)$ —————> Entre P1 et P2
- $V_2 = \frac{L_2}{6} (S_2 + S_3)$ —————> Entre P2 et P3
- $V_3 = \frac{L_3}{6} (S_2 + S_3)$ —————> Entre P2 et P3
- $V_4 = \frac{L_4}{6} (S_3 + S_4)$ —————> Entre P3 et P4

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

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$V = \frac{L_1}{6} (S_1 + S_2) + \frac{L_2}{6} (S_2 + S_3) + \frac{L_3}{6} (S_2 + S_3) + \frac{L_4}{6} (S_3 + S_4)$$

VIII.1.4. Calcul Des Cubatures de projet

Pour notre projet, le calcul des cubatures s'effectue automatiquement à l'aide du logiciel (COVADIS 17.0f).

Nous avons procédé au calcul du profil en long et de la ligne rouge avec autopiste, les résultats des calculs sont donnés comme suit :

Tableau VIII-1 : Volume des cubatures

	Unité	Volume
Déblais	m ³	519283.9
Remblais	m ³	179299.6

NB : Le reste des résultats en détail est joint en annexe (C et D).

VIII.2. STABILITE DU TALUS

VIII.2.1. Introduction

Les problèmes de stabilité de pentes et des talus se rencontrent fréquemment dans la construction des ouvrages géotechnique, certaines pentes naturelles sont ou peuvent devenir instables et la rupture d'un talus peut être catastrophique et provoquer des pertes en vies humaines ainsi que des dégâts matériels considérables.

L'évaluation de cette stabilité repose sur une reconnaissance du site, une étude des propriétés mécaniques des sols, ainsi qu'un calcul du coefficient de sécurité pour identifier les zones à risque. Les glissements de terrain sont souvent liés à des caractéristiques géotechniques défavorables, d'où l'importance de cette vérification dans tout projet routier.

Dans ce contexte, nous allons analyser la stabilité du talus situé à notre l'axe du dédoublement de **RN 127**, présentant une hauteur du déblai la plus importante de **10.79 m**, au **PK 45+480**, en utilisant le logiciel **GeoStudio**, afin de proposer une solution de confortement adaptée.

VIII.2.2. Analyse de la stabilité

Les calculs à la rupture reposent sur l'hypothèse qu'en cas de glissement de terrain, une masse de sol se sépare du massif stable le long d'une surface de rupture bien définie. Pour évaluer la stabilité d'un talus, on utilise des **méthodes à l'équilibre limite**, qui permettent de mesurer le risque de glissement, il existe des méthodes linéaires et non linéaires.

Les méthodes linéaires, qui sont des approches directes permettant de déterminer le coefficient de sécurité (FS). Elles consistent à calculer séparément les forces motrices et les forces stabilisatrices puis à établir le rapport entre les deux :

$$F_s = \frac{\text{forces stabilisatrices}}{\text{forces motrices}}$$

Dans notre cas, nous utiliserons une méthode linéaire, simple et efficace, pour évaluer la stabilité du talus à l'aide du logiciel GeoStudio. Il est basé sur la méthode des tranches qui donne un coefficient de sécurité pour l'ensemble des zones étudiées en considérant un comportement rigide plastique du sol.

Tableau VIII-2 : Facteur de sécurité admissible

Catégorie	Facteur de sécurité
Cas statique (stable à long terme)	$F_s \geq 1.5$
Cas sismique	$F_s \geq 1$

VIII.2.3. Analyse de stabilité du déblai

La définition des pentes des talus de déblais a été réalisée en tenant compte de plusieurs paramètres techniques et contextuels, à savoir :

- La profondeur des déblais.
- La nature géologique et la résistance mécanique des terrains (cohésion C et angle de frottement ϕ).
- La stabilité à court et à long terme, ainsi que les exigences d'intégration paysagère.
- Et enfin, les contraintes liées à l'expropriation des terrains traversés.

La vérification de la stabilité a été effectuée sur les profils présentant une hauteur de talus de 10.79 m, avec une attention particulière portée sur le profil le plus défavorable, localisé au PK 45+480.

Les calculs ont été menés en utilisant le logiciel **GeoStudio**, selon les hypothèses suivantes :

- Le déblai a été modélisé avec une inclinaison de 3H /2V (formations schisteuses).
- Les surfaces de ruptures supposées circulaires.
- L'aspect sismique a été pris en considération et model.

VIII.2.3.1. Caractéristiques de résistance des sols

Les caractéristiques géotechniques impliquées dans le calcul de stabilité sont insérées dans le tableau suivant :

Tableau VIII-3 : Caractéristiques géotechniques du déblai au PK 45+480

Couche	Epaisseur (m)		Couleur d'échantillon	Φ (°)	C (KPa)	γ (kN/m ³)
	Côté gauche	Côté droit				
Argile sableuse gypsifère	2,5	2,5	Jaune	30,4	110	16,5
Argile verdâtre gypsifère	Au-dessous de 2,5m	Au-dessous de 2,5m	Vert	15	10	17,8

VIII.2.3.2. Actions du séisme

La stabilité des talus a été évaluée en tenant compte des effets sismiques, à travers une analyse statique incorporant à la fois une composante horizontale (K_h) et une composante verticale (K_v) de l'action sismique.

Dans ce cadre, le coefficient A, représentant l'accélération sismique, est déterminé en fonction de la zone de sismicité et de la catégorie de l'ouvrage, conformément aux recommandations de l'RPOA 2008, les coefficients sismiques utilisés dans les calculs sont les suivants :

- $K_h = 0.5 \times A$ (forces horizontales)
- $K_v = 0,3 \times K_h$ (forces verticales)

CHAPITRE VIII : CUBATURES ET STABILITE DU TALUS

Tableau VIII-4 : Coefficient d'accélération A

Groupe	Zone			
	I	II a	II b	III
1	0.15	0.25	0.3	0.4
2	0.12	0.20	0.25	0.3
3	0.1	0.15	0.2	0.25

La zone sismique est dans la classe **II a**, de groupe d'usage **2** comme indiqué avant, donc le coefficient d'accélération de la zone est égal à **0.25**, avec : $K_h = 0.125$ et $K_v = 0.0375$.

VIII.2.3.3. Résultats d'analyse par logiciel

On a :

Tableau VIII-5 : La charge sur chaussée

La charge Q (KPa)	Largeur chargeable (m)
15	15.6

Les résultats du logiciel sont présents comme suivante avec le coefficient de sécurité correspondant :

a) Cas statique

Résultats de stabilité du déblai à long terme (côté gauche), $F_s = 1.750$

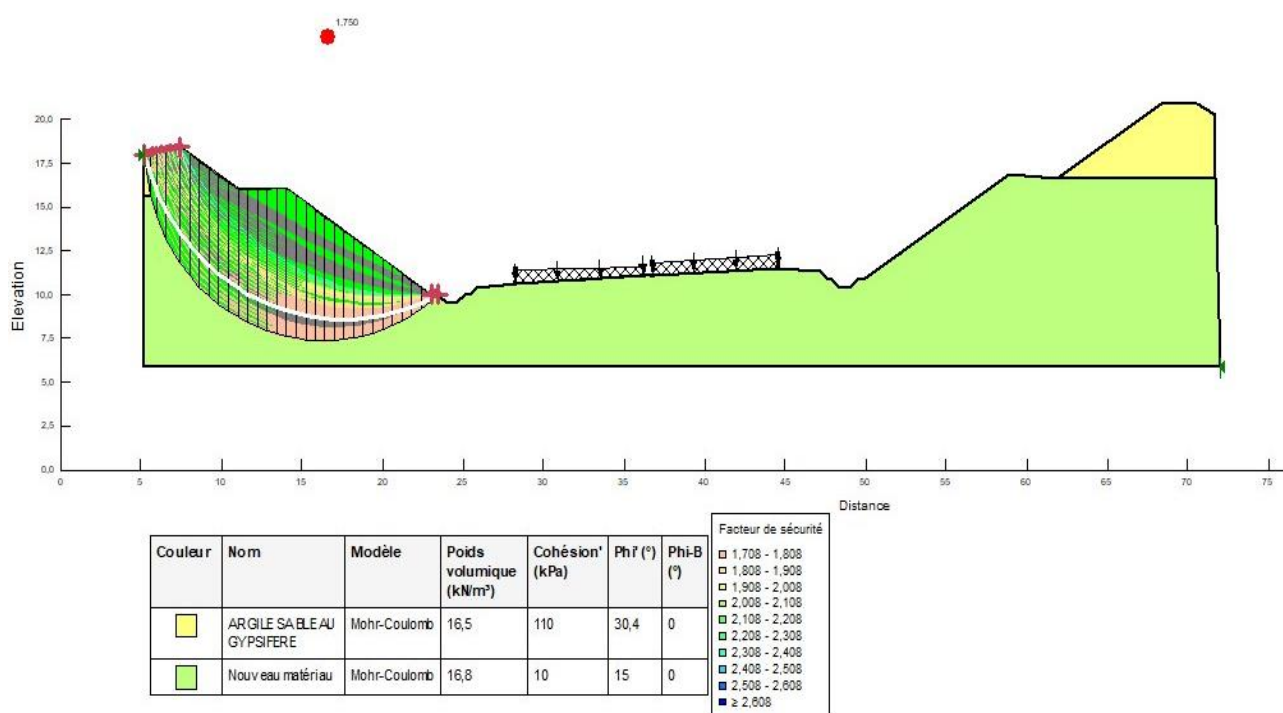


Figure VIII-2 : Résultat d'analyse par GeoStudio sous les charges normales (CG)

CHAPITRE VIII : CUBATURES ET STABILITE DU TALUS

Résultats de stabilité du déblai à long terme (côté droit), $F_s=1.677$

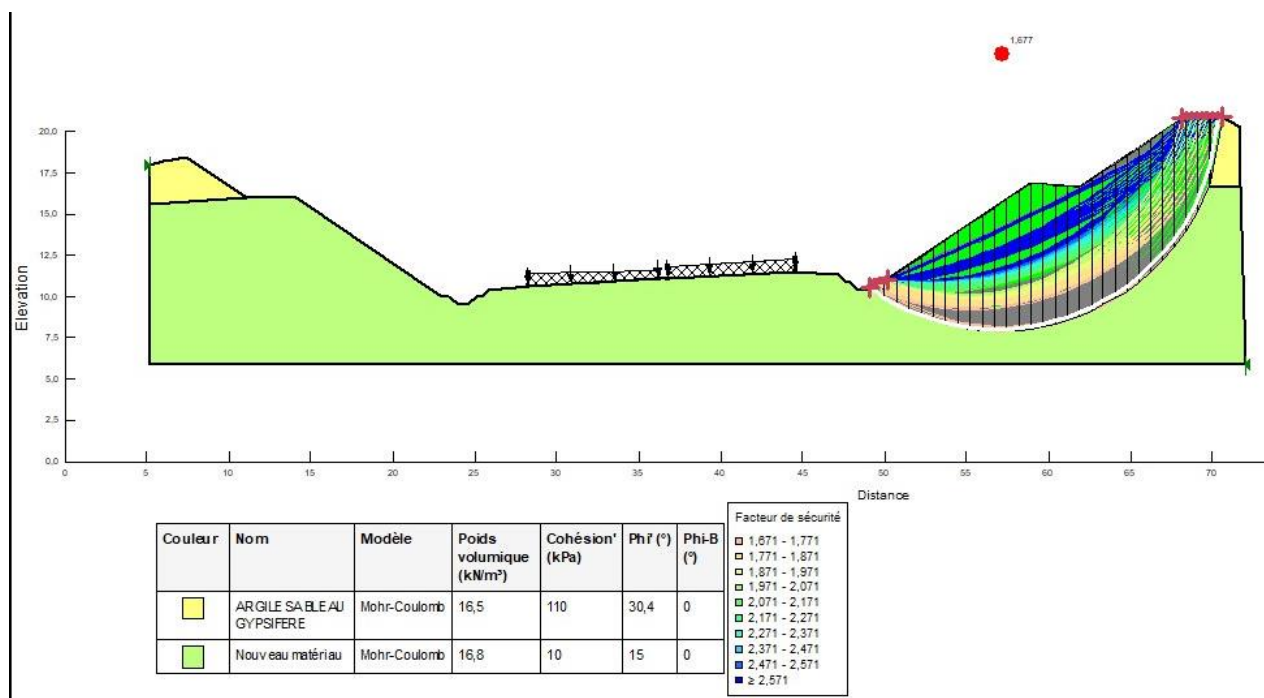


Figure VIII-3 : Résultat d'analyse par GeoStudio sous les charges normales (CD)

b) Cas sismique

Résultats de stabilité du déblai sous la sollicitation sismique (côté gauche), $F_s=1.334$

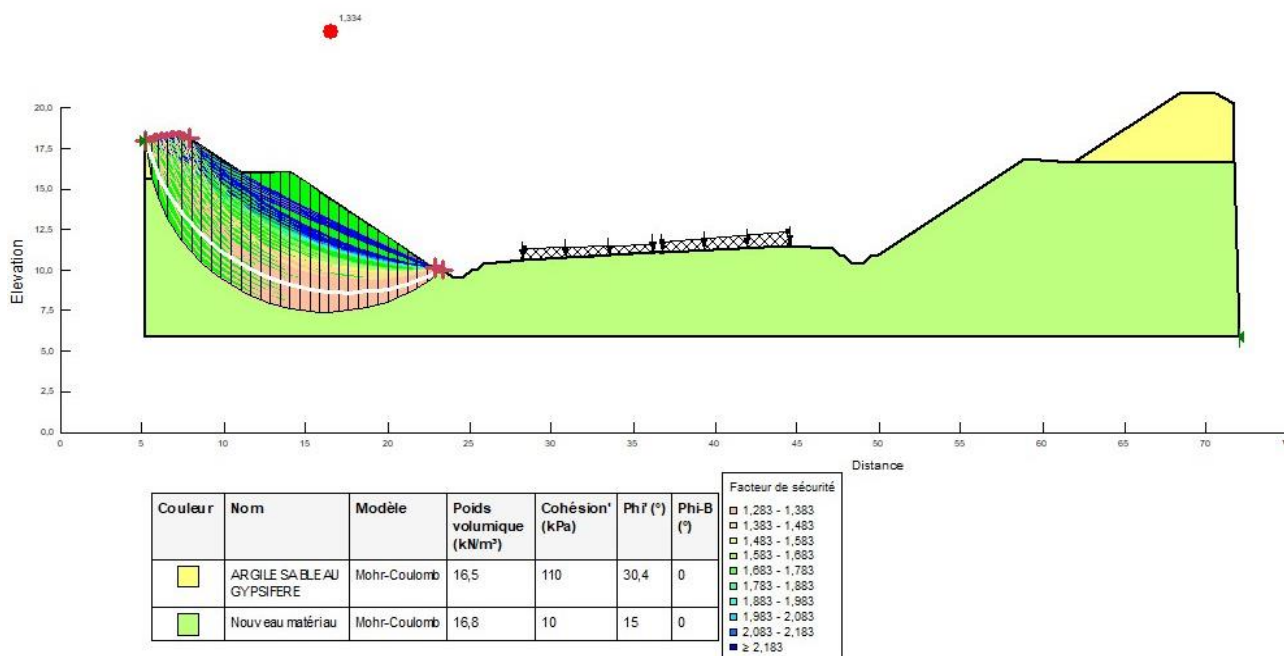


Figure VIII-4 : Résultat d'analyse par GeoStudio sous les charges sismiques (CG)

Résultats de stabilité du déblai sous la sollicitation sismique (côté droit), $F_s=1.280$

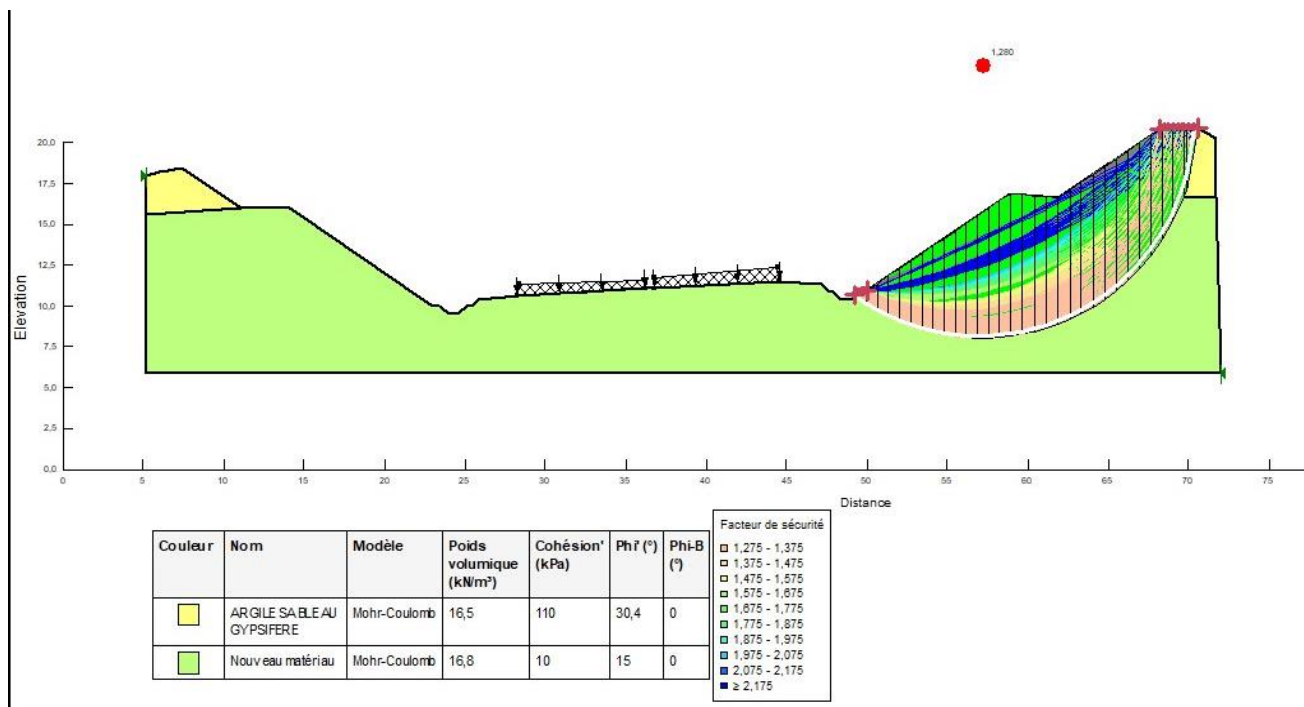


Figure VIII-5 : Résultat d’analyse par GeoStudio sous les charges sismiques (CD)

Tableau VIII-6 : Résultats récapitulatif

Déblai	Coté	Résultat	Vérification
Cas statique	Gauche	$FS = 1.750 \geq 1.5$	Stable
	Droit	$FS = 1.677 \geq 1.5$	Stable
Cas sismique	Gauche	$FS = 1.334 \geq 1$	Stable
	Droit	$FS = 1.280 \geq 1$	Stable

VIII.2.4. CONCLUSION

Dans notre cas la pente du talus de déblai choisie pour le calcul (3H/2V), nous a permet de qualifier la situation du terrain comme étant stable.

Les coefficients de sécurité obtenus sont acceptables en conditions normales (à long terme) ainsi qu’en situation sismique, ce qui confirme l’absence de risque majeur de glissement pour le profil étudié.

CHAPITRE IX :
ASSAINISSEMENT

IX.1. INTRODUCTION

L'**assainissement routier**, ou drainage routier, regroupe un ensemble de techniques destinées à collecter, canaliser et évacuer les eaux pluviales et de ruissellement qui s'écoulent sur les chaussées, les accotements et les talus des routes. Il constitue un élément fondamental dans la conception, la réalisation et l'exploitation des infrastructures linéaires, car il participe directement à la sécurité des usagers, à la pérennité des ouvrages et à la protection de l'environnement contre les risques d'érosion, d'infiltration et d'inondation.

Dans le cadre de l'étude du dédoublement de la **RN 127** entre les **PK 36+000** et **PK 46+000**, l'analyse se concentre sur l'état des ouvrages hydrauliques existants. L'objectif est de diagnostiquer ces structures, d'un point de vue hydrologique, hydraulique et structurel, afin de déterminer les interventions nécessaires : maintien, renforcement ou remplacement.

IX.2. OBJECTIFS DE L'ASSAINISSEMENT ROUTIER

L'assainissement routier vise à assurer une gestion efficace des eaux de pluie, de ruissellement et d'infiltration afin de :

- Éviter la stagnation des eaux sur la chaussée.
- Maintenir de bonnes conditions de circulation et de viabilité.
- Réduire les coûts d'entretien liés à la dégradation prématurée des structures routières.
- Garantir la stabilité et la durabilité de l'ouvrage routier tout au long de sa vie.
- Minimiser l'impact environnemental lié à la mauvaise gestion des eaux pluviales.
- Évacuer les eaux infiltrées à travers le corps de chaussée pour préserver la portance des sols.

IX.3. TYPE ET CHOIX DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT ROUTIER

L'assainissement routier joue un rôle fondamental dans la gestion des eaux de ruissellement et dans la protection des infrastructures routières. Sa conception repose principalement sur le calcul du débit de crue, qui détermine le dimensionnement des ouvrages comme les dalots, les buses à section circulaire.

IX.3.1. Types d'ouvrages d'assainissement

On distingue deux grandes catégories d'ouvrages :

- **Les ouvrages longitudinaux** : tels que les fossés, caniveaux et cunettes, qui collectent les eaux le long de la chaussée.
- **Les ouvrages transversaux et de raccordement** : tels que les regards, descentes d'eau, têtes de collecteurs et dalots, qui assurent le passage des eaux sous la chaussée.

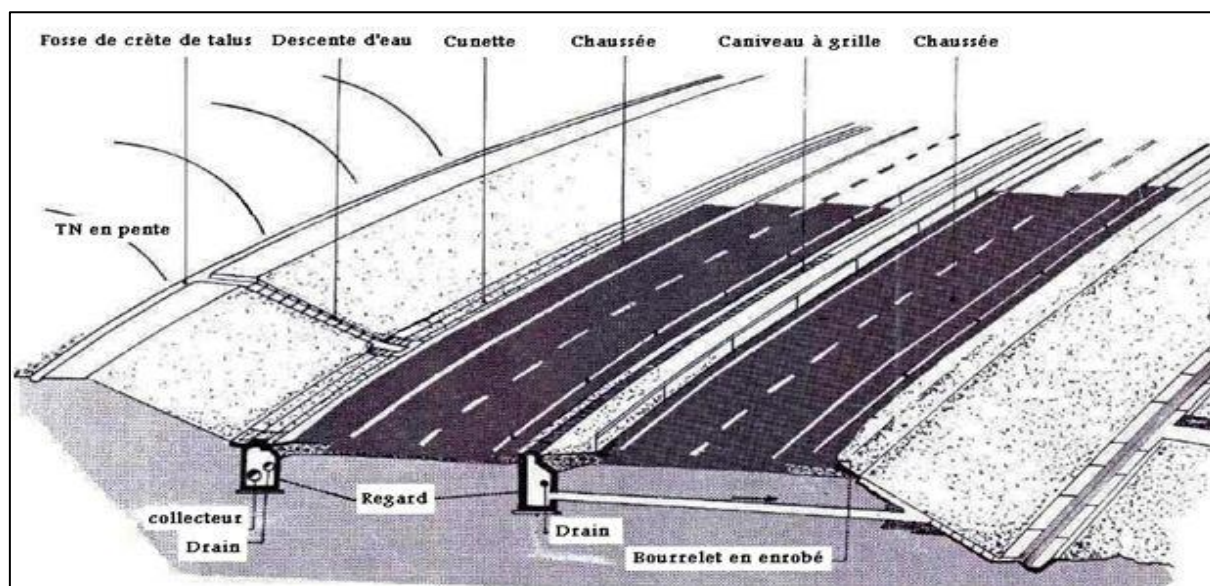


Figure IX-1 : Les différents ouvrages d'assainissement routier

IX.3.2. Critères de choix des ouvrages

Le choix d'un ouvrage d'assainissement se base sur trois critères essentiels :

- La capacité hydraulique, pour assurer une évacuation efficace des eaux.
- L'intégration dans le profil en long et en travers de la route.
- La facilité d'entretien et d'exploitation, garantissant la durabilité de l'ouvrage.

IX.4. LES REGLES A RESPECTEES POUR LE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

Les règles suivantes doivent être respectées du dimensionnement de l'ouvrage de franchissement :

Il est important que l'ouvrage hydraulique ne soit pas en charge.

- Le volume de l'ouvrage peut être rempli jusqu'à 80% de sa hauteur.
- Le calage de l'ouvrage permet d'obtenir un remous amont acceptable par rapport à la situation initiale, tout en évitant des vitesses excessives en aval qui pourraient causer des problèmes en sortie de l'ouvrage.
- Il est essentiel que les dérivations temporaires présentent les mêmes caractéristiques que le cours d'eau restauré.

IX.5. LES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT EXISTANTS

Les ouvrages rencontrés sont les suivants :

Tableau IX-1 : Les ouvrages existants

Endroit des ouvrages (PK)	Type de l'ouvrage	Observation
PK 36+355	Ouvrage busée 1Ø1000 en béton demi bouchée	A démolir et à remplacer
PK 36+644	Ouvrage busée 1Ø1000 en béton mauvaise état	A démolir et à remplacer
PK 36+880	Ouvrage busée 1Ø800 en béton bon état	A conserver et à prolonger par busée
PK 36+880	Ouvrage busé (Ø=800 mm) Bon état	A démolir et à remplacer
PK 37+080	Ouvrage busée 1Ø2100 en béton bon état	A conserver et à prolonger par busée
PK 37+280	Existe un dalot 1×2×1 en maçonnerie	A démolir et à remplacer
PK 37+724	Ouvrage busée 1Ø1000 en béton	A démolir et à remplacer
PK 38+844	Ouvrage busée 1Ø1000 en béton demi bouchée	A démolir et à remplacer
PK 39+076	Ouvrage busée 1Ø1000 en béton demi bouchée	A démolir et à remplacer
PK 42+140	Dalot en maçonnerie bon état	A démolir et à remplacer
PK 42+425	Ouvrage busée 2Ø800 en béton	A démolir et à remplacer
PK 42+753	Ouvrage busée 1Ø800 en aramon	A démolir et à remplacer
PK 43+505	Dalot voute 1×2×2 en maçonnerie bon état	A démolir et à remplacer
PK 43+715	Dalot voute 1×1.2×1.5 en maçonnerie bon état	A démolir et à remplacer
PK 43+985	Un dalot voute 1×1.2×1.5 en maçonnerie bon état	A démolir et à remplacer
PK 45+705	Ouvrage busée 2Ø800 en béton mauvaise état	A démolir et à remplacer

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés ou par un exutoire, nous devons vérifier la condition suivante :

$$Q_s \geq Q_a$$

Avec :

Q_a : débit d'apport en provenance du bassin versant (m³/s).

Q_s : débit d'écoulement au point de saturation (m³/s).

IX.6. ETUDE HYDROLOGIQUE

L'étude hydrologique consiste à la détermination des débits de crue de chaque écoulement qui franchit le tracé routier. Par conséquent, tous les Oueds doivent être rétablis par des ouvrages hydrauliques (ponts, dalots et buses...).

L'objectif de l'étude hydrologique est de faire ressortir le débit de projet qui doit être évacués par notre ouvrage.

IX.6.1. Estimation des débits de crues

L'estimation des débits de crue dans le projet dépend de plusieurs facteurs influençant la formation des crues, tels que la topographie, le climat, la géologie et la morphologie des bassins versants.

En utilisant la **méthode rationnelle**, le débit est donné par la formule :

$$Q_a = K \times I \times C \times A \dots\dots (01)$$

Avec:

- Q_a : Débit de crue de période de retour voulue (m^3 /s).
- K : coefficient qui permet la conversion des unités égale à 0.278.
- I : Intensité de pluie pour le temps de concentration du BV (mm/h).
- C : Coefficient de ruissellement.
- A : Surface du bassin versant (Km^2).

IX.6.1.1. Détermination de l'intensité

Pour la détermination de l'intensité on utilise la courbe (Intensité-Durée fréquence). Qui donne l'intensité en fonction de la période de retour et la durée (temps de concentration), le tableau ci-dessous donne les caractéristiques de cette station pluviométrique prise en considération dans l'étude :

Tableau IX-2 : La station de DERRAG

Nom de la station	DERRAG
Code	01-13-02
X(Lambert)	472.15
T(Lambert)	289.85
Altitude (m)	1150

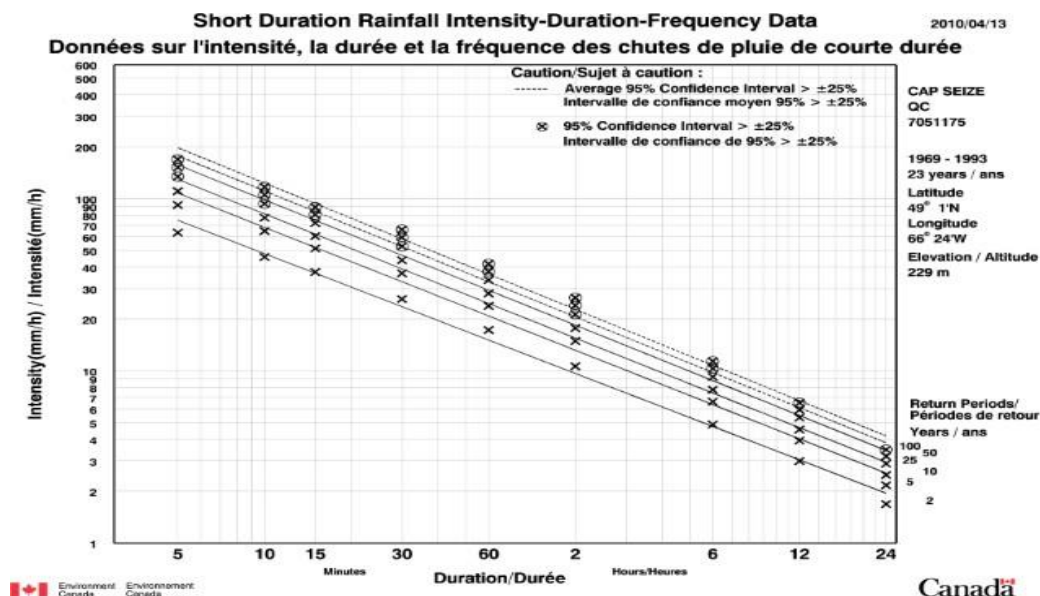


Figure IX-2 : Graphique de l'intensité en fonction de la période de retour

La formule de Montana est donnée comme suit : $I(t, T) = a(t) / tc^b \dots\dots (02)$

Avec :

- $I(t, T)$: Intensité de pluie en mm/h
- T : période de retour en ans
- t : temps en heures.
- a et b : paramètres de Montana.

a) La période de retour

Les périodes de retour utilisées dans les calculs représentent la première étape fondamentale de l'étude hydrologique et hydraulique. Elles permettent d'évaluer la fréquence des événements extrêmes et sont directement liées au niveau de risque admissible pour l'infrastructure.

Dans le cadre de notre projet, le dimensionnement des ouvrages hydrauliques (buses, dalots et ponts) a été réalisé en se référant à la crue centennale ($T = 100$ ans). Nous avons choisi le scénario le plus défavorable afin d'assurer la résistance et la durabilité de l'infrastructure face aux événements extrêmes.

b) Temps de concentration

Le temps de concentration représente la durée nécessaire à la goutte d'eau la plus éloignée d'un bassin versant pour atteindre son exutoire. Il correspond à la durée de l'averse produisant le débit maximal, et son estimation dépend des caractéristiques du bassin.

Il est estimé respectivement par :

✓ **Méthode de VENTURA**

$$\text{Lorsque : } A < 5\text{km}^2 \longrightarrow T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{I}}$$

✓ **Méthode de PASSINI**

$$\text{Lorsque : } 5 \leq A < 25 \text{ km}^2 \longrightarrow T_c = 0.108 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{I}}$$

✓ **Méthode de GIANDOTTI**

$$\text{Lorsque : } 25 \leq A \leq 200 \text{ km}^2 \longrightarrow T_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

Avec :

- T_c : temps de concentration (heure).
- A : surface du bassin versant (Km^2).
- I : pente moyenne du bassin versant (m/m).
- L : longueur du bassin versant (km).
- H : différence entre la hauteur moyenne et la hauteur minimum du bassin versant (m)

IX.6.1.2. Coefficient de ruissellement

Représente le rapport entre le volume d'eau ruisselée et le volume total des précipitations reçues sur un bassin versant.

Ce coefficient peut être estimé à l'aide de la méthode de KENESSEY, qui repose sur l'addition de trois coefficients partiels représentant les principaux facteurs influençant le ruissellement :

1. $C1$: dépendant de la pente du bassin versant.
2. $C2$: dépendant de la nature du sol (perméabilité).
3. $C3$: dépendant de la couverture végétale du bassin versant.

C'est la somme de trois coefficients partiels : $C_r = C1+C2+C3$

Tableau IX-3 : Valeur du Coefficient C1

Pente (%)	Coefficient (C1)		
	10 ans	50 ans	100 ans
$P \leq 3.5$	0.01	0.03	0.05
$3.5 \leq P \leq 11$	0.06	0.08	0.10
$11 < P \leq 35$	0.12	0.16	0.20
$35 < P$	0.22	0.26	0.30

Tableau IX-4 : Valeur du coefficient C2

Couverture végétale	Coefficient (C2)		
	10 ans	50 ans	100 ans
Imperméable	0.22	0.26	0.30
Peu perméable	0.10	0.15	0.20
Perméable	0.06	0.08	0.10
Très perméable	0.06	0.04	0.50

Tableau IX-5 : Valeur du coefficient C3

Couverture végétale	Coefficient (C3)		
	10 ans	50 ans	100 ans
Rocheux	0.22	0.26	0.30
Prairie	0.17	0.21	0.25
Labours-Champs	0.07	0.11	0.15
Forets et Terrains Sableux	0.03	0.04	0.05

IX.7. ÉTUDE HYDRAULIQUE

L'étude des ouvrages hydrauliques a pour objectif principal de dimensionner les ouvrages en tenant compte du débit de projet, de la topographie du terrain naturel et de l'implantation de la route, tout en garantissant la transparence hydraulique.

Cette étape repose sur les résultats de l'étude hydrologique et vise à concevoir les structures permettant le franchissement des cours d'eau.

IX.7.1. Estimation des débits de saturation

Le débit de saturation ou le débit capable est calculé par le biais de la formule de **MANNING STRICKLER** sur un écoulement en régime uniforme :

$$Q_s = K_s \times R_h^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times S_m \dots\dots (03)$$

Avec :

- K_s : coefficient de Strickler qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage.
 - ✓ $K_s = 70$ en bétons (dalots).
 - ✓ $K_s = 80$ en bétons (buses préfabriquées).
- R_h : rayon hydraulique (m).
- I : pente longitudinale de l'ouvrage.
- S_m : section mouillée.

IX.7.2. Dimensionnement du système de drainage transversal

La dimension des ouvrages de drainage est une méthode qui peut être utilisée pour déterminer l'emprise et la capacité nécessaires aux différents éléments de drainage transversal. Trois types d'ouvrages hydrauliques courants sont utilisés :

- Buses : conduites circulaires en béton armé.
- Dalots : ouvrages en béton armé de section carrée ou rectangulaire.
- Pont.

IX.7.2.1. Dimensionnement des buses

Pour le dimensionnement des buses, la section et le périmètre mouillé sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :

- 75% de la hauteur totale si $\phi < 1\text{m}$
- 80% de la hauteur totale si $\phi > 1\text{m}$

Avec :

- S_m : Section mouillée $\longrightarrow S_m = \pi R^2$
- P_m : Périmètre mouillé $\longrightarrow P_m = 2\pi R$
- R_h : Rayon hydraulique $\longrightarrow R_h = S_m / P_m = R/2$

Pour le dimensionnement les buses on prend : $Q_s = Q_a$

$$\text{Donc : } Q_a = K_s \times R_h^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times S_m \longrightarrow Q_a = K_s \times \left(\frac{R}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times \pi R^2$$

$$R^{\frac{8}{3}} = \frac{2^{\frac{2}{3}} \times Q_a}{\pi \times K_s \times I^{\frac{1}{2}}} \longrightarrow \Phi = 2 \times \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} \times Q_a}{\pi \times K_s \times I^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

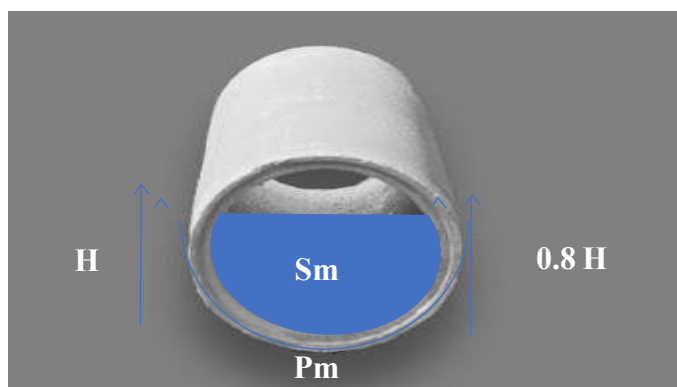


Figure IX-3 : Les dimensions des buses

IX.7.2.2. Dimensionnement des dalots

En Algérie, les dalots ont généralement une section rectangulaire. Ils sont composés de deux murs verticaux (pieds droits) supportant une dalle, le tout reposant sur une fondation en béton ou radier.

La section et le périmètre mouillé sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :

- $H_r = 0.80 H$ si $H \leq 2.5m$
- $H_r = H - 0.5$ si $H > 2.5m$
- H : hauteur du dalot (m)

Avec :

- S_m : Section mouillée $\longrightarrow S_m = H_r \times b$
- P_m : Périmètre mouillé $\longrightarrow P_m = b + 2 \times H_r$
- R_h : Rayon hydraulique $\longrightarrow R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{H_r \times b}{b + 2 \times H_r}$
- $K_s = 70$ en bétons pour les dalots.

Pour le dimensionnement les dalots on prend : $Q_s = Q_a$

$$\text{Donc : } Q_a = K_s \times R_h^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times S_m \quad \longrightarrow \quad Q_a = K_s \times \left(\frac{H_r \times b}{b + 2 \times H_r} \right)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times H_r \times b$$

$$\text{Alors : } H = \frac{1}{0.8H} \left(\frac{Q_a}{K_s \times I^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{5}} \times (1.6H + B)^{\frac{2}{5}}$$

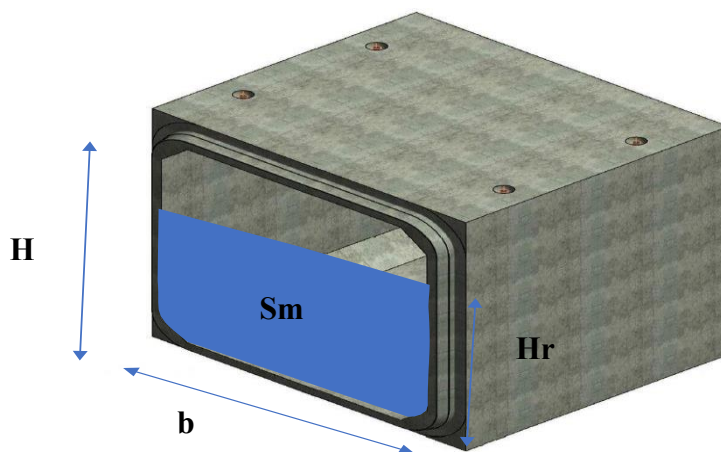


Figure IX-4 : Les dimensions des dalots

IX.7.3. Dimensionnement du système de drainage longitudinal

IX.7.3.1. Dimensionnement des fossés

Les fossés sont dimensionnés selon le profil en long de la route et les points de déversement (tels qu'un drain ou un oued). Placés à l'extérieur de la plateforme, ils recueillent les eaux provenant de **la chaussée, des accotements et des talus**.

Avec :

- S_m : Section mouillée $\longrightarrow S_m = b \times h + 2\left(\frac{e \times h}{2}\right)$ Et : $1/\tan \alpha = m$; $e = m \times h$

Donc : $S_m = b \times h + m \times H^2$ $S_m = h \times (b + m \times h)$

- P_m : Périmètre mouillé $\longrightarrow P_m = b + 2\sqrt{h^2 + e^2}$ Et : $\sqrt{h^2 + e^2} = h\sqrt{1 + m^2}$

Donc : $P_m = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$

- R_h : Rayon hydraulique $\longrightarrow R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h(b + m \times h)}{b + 2h\sqrt{1+m^2}}$

Pour le dimensionnement les fossés on prend : $Q_s = Q_a$

Avec :

$$Q_a = Q_{ch} + Q_{act} + Q_{talus} \dots (04)$$

$Q_{ch} = 0.278 \times C \times I \times A_{ch}$: Débit rapporté par la chaussée.

$Q_{act} = 0.278 \times C \times I \times A_{ch}$: Débit rapporté par l'accotement.

$Q_{talus} = 0.278 \times C \times I \times A_{ch}$: Débit rapporté par le talus.

Donc : $Q_a = K_s \times R_h^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times S_m \longrightarrow Q_a = K_s \times \left(\frac{h(b + m \times h)}{b + 2h\sqrt{1+m^2}}\right)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times h \times (b + m \times h)$

Alors : $h = \left(\frac{Q_a}{K_s \times I^{\frac{1}{2}} \times b}\right)^{\frac{3}{5}} \times \left(\frac{1+2\sqrt{2}\left(\frac{h}{b}\right)}{1+\left(\frac{h}{b}\right)}\right)^{\frac{2}{5}}$

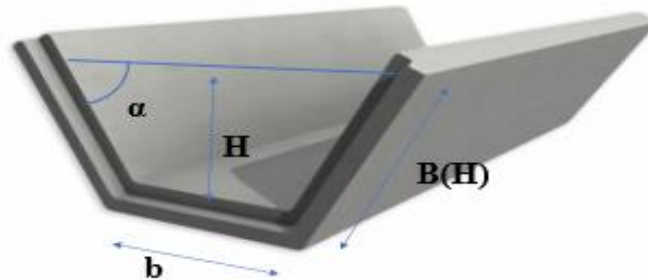


Figure IX-5 : : Les dimensions d'un fossé trapézoïdal

IX.8. APPLICATION AU PROJET

IX.8.1. ETUDE HYDROLOGIQUE

IX.8.1.1. Délimitation des Bassins Versants

Le bassin versant est une zone géographique délimitée par les lignes de crête, appelées aussi lignes de partage des eaux. Il s'agit de la surface totale sur laquelle les eaux de pluie s'écoulent naturellement vers un point bas, appelé exutoire, où un ouvrage hydraulique est généralement planifié.

Dans un bassin de drainage, comme celui d'un oued, l'eau de pluie est collectée puis transformée en écoulement à l'exutoire. Cette transformation dépend de plusieurs facteurs, notamment les conditions climatiques et les caractéristiques physiques du bassin

Dans le cadre de notre projet de dédoublement de la **RN127**, nous avons procédé à la délimitation précise des bassins versants à l'aide du logiciel **Global Mapper**.

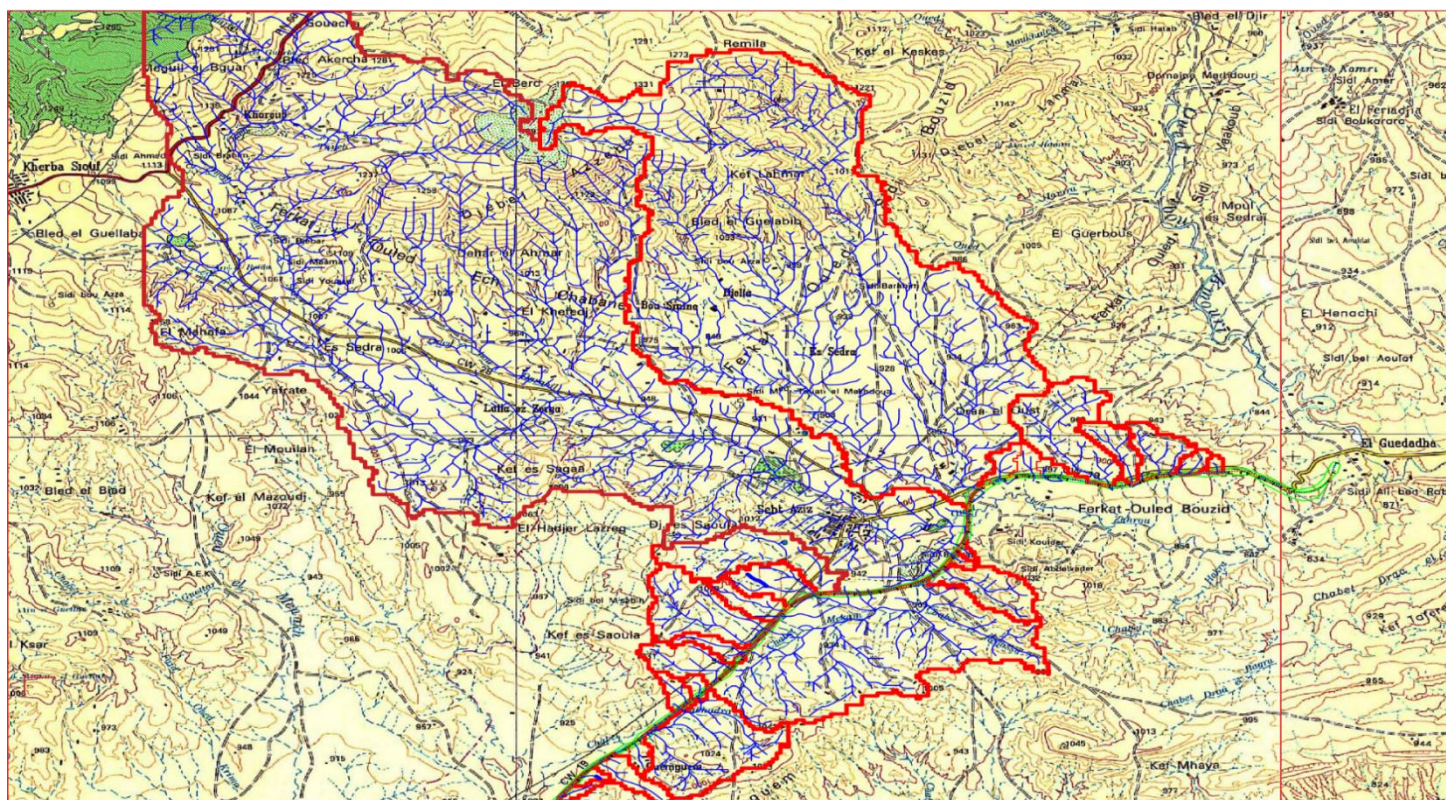


Figure IX-6 : Bassins versants délimité par le logiciel Global Mapper

IX.8.1.2. Caractéristique physique des bassins versants

Les caractéristiques physiques des bassins versants traversé par notre tracé sont résumées dans le tableau dans la page suivant :

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

Tableau IX-6 : Présentation des bassins versant interceptés par le tracé de la RN127

N°BV	PK	Surface (Km ²)	Per (Km)	L _r (m)	H _{max} (m)	H _{min} (m)	I _{moy} (%)	K _c
1	36+125	0,051	1,499	355	930	896	0,096	1,868
2	36+425	0,046	1,273	217	946	902	0,203	1,66
3	36+725	0,185	2,907	819	1008	918	0,11	1,893
4	37+100	0,075	1,419	321	993	924	0,215	1,45
5	37+300	1,123	6,103	1789	1020	924	0,054	1,613
6	37+850	0,094	1,603	412	984	947	0,09	1,464
7	38+450	0,31	3,147	950	1020	944	0,08	1,582
8	38+700	0,124	2,691	745	1003	937	0,089	2,14
9	39+080	0,718	5,066	956	1032	932	0,105	1,674
10	39+350	0,189	2,9	808	1009	930	0,098	1,869
11	39+725	0,292	3,094	955	998	917	0,085	1,604
12	39+850	0,753	6,489	1978	1044	914	0,066	2,094
13	40+800	5,9	11,581	3600	1024	891	0,037	1,335
14	41+075	0,405	3,989	1093	1006	892	0,104	1,756
15	41+275	0,033	1,036	142	952	894	0,408	1,609
16	41+400	0,028	1,083	146	966	888	0,534	1,804
17	41+700	44,39	38,848	19950	1796	876	0,046	1,633
18	42+170	14,374	19,071	9900	1378	876	0,051	1,408
19	42+440	0,405	1,89	412	915	879	0,087	1,655
20	42+750	0,083	1,699	352	916	885	0,088	1,65
21	43+500	0,854	5,714	1700	961	869	0,054	1,731
22	43+750	0,22	3,079	858	946	873	0,085	1,839
23	44+000	0,294	3,114	643	932	876	0,087	1,607
24	44+250	0,073	1,283	314	928	884	0,14	1,326
25	44+600	0,03	0,738	126	923	893	0,238	1,195
							K _{c_moy}	1.658

Avec :

- **A** : surface du bassin versant (km²).
- **Per** : périmètre du bassin versant (Km).
- **L_r** : longueur du cours d'eau principal (m).
- **H_{max}** : altitude maximale (m).
- **H_{min}** : altitude minimale (m).
- **I_{moy}** : pente moyenne du bassin versant (m/m), tel que $I_{moy} = \frac{H_{max} - H_{min}}{L_r}$

IX.8.1.3. Forme du bassin versant

L'indice de Gravelouse (**K_c**) est un coefficient utilisé pour caractériser la forme d'un bassin versant. Il se calcule en comparant le périmètre réel du bassin à celui d'un cercle ayant la même surface. Plus **K_c** est proche de 1, plus le bassin est compact, ce qui implique un temps de concentration plus court des eaux de ruissellement.

La formule de cet indice est la suivante : $K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi \times S}}$

Avec :

- **K_c** : Indice de Gravelouse.
- **P** : Périmètre du bassin versant (Km).
- **S** : Surface du bassin versant (Km²).

Et :

- Si ; **K_c** = 1 ⇒ Bassin parfaitement circulaire.
- Si ; **K_c** < 1 ⇒ Bassin ramassé.
- Si ; **K_c** > 1 ⇒ Bassin allongé.

Dans notre cas, la moyenne des **K_c**=**1.658** > 1 donc le bassin versant est un **Bassin allongé**

IX.8.1.4. Données climatiques

L'analyse des courbes IDF de la pluviométrie de la région a donné comme résultats : L'indice climatique pour la région de MEDEA

Tableau IX-7 : Paramètres (a) et (b) de Montana pour différents temps de retour

T	10	50	100
a(T)	31.9	43.2	47.9
b	0.66		

IX.8.1.5. Calcul du débit d'apport dans Système de drainage transversal

✚ Exemple de calcul

Pour le 1^{er} bassin versant BV (BV N°1 PK36+125) : A= 0.051 Km² ; I = 0.0926 %

On a : A= 0.051 Km² ; (A < 5Km²) → formule de VENTURA

On a: $T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{I}}$

AN: $T_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.051}{0.0926}}$

Donc : $T_c = 0.09222 \text{ h}$

$I(t, T) = a(t) / t c^b = 47.9 / 0.09222^{0.66} \longrightarrow I(t, T) = 230.968 \text{ mm/h}$

Pour coefficient de Ruissellement :

Notre projet est situé dans un terrain peu perméable de couverture végétale labours champs donc :

$C_2 = 0.20 ; C_3 = 0.15$

Et : $5 \leq \text{Pente} (\%) \leq 11$ donc $C_1 = 0.10$

Alors : $C = C_1 + C_2 + C_3 \longrightarrow C = 0.45$

$Q_a = 0.278 \times 0.45 \times 230,968 \times 0.051 \longrightarrow Q_a = 1,458 \text{ m}^3/\text{s}$

Le tableau ci-dessous résume les résultats des calculs des débits pour le période de retour de 100 ans :

Tableau IX-8 : Résultats de calcul des débits de notre projet

N°BV	PK	Tc (Heures)	Méthode	Coefficient de ruissellement	a (100ans)	b montana	I100 (mm/h)	Q100 (m³/s)
1	36+125	0,092	VENTURA	0,45	47,9	0,66	230,968	1,458
2	36+425	0,061	VENTURA	0,55	47,9	0,66	304,824	2,148
3	36+725	0,165	VENTURA	0,45	47,9	0,66	157,49	3,64
4	37+100	0,075	VENTURA	0,55	47,9	0,66	264,568	3,036
5	37+300	0,581	VENTURA	0,45	47,9	0,66	68,547	9,622
6	37+850	0,13	VENTURA	0,45	47,9	0,66	184,197	2,164
7	38+450	0,25	VENTURA	0,45	47,9	0,66	119,539	4,638
8	38+700	0,15	VENTURA	0,45	47,9	0,66	167,353	2,594
9	39+080	0,333	VENTURA	0,45	47,9	0,66	99,027	8,888
10	39+350	0,176	VENTURA	0,45	47,9	0,66	150,519	3,55
11	39+725	0,236	VENTURA	0,45	47,9	0,66	124,393	4,536

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

12	39+850	0,43	VENTURA	0,45	47,9	0,66	83,624	7,871
13	40+800	1,556	PASSINI	0,45	47,9	0,66	35,776	26,385
14	41+075	0,25	VENTURA	0,45	47,9	0,66	119,557	6,045
15	41+275	0,036	VENTURA	0,65	47,9	0,66	431,102	2,53
16	41+400	0,029	VENTURA	0,65	47,9	0,66	493,337	2,516
17	41+700	3,297	GIANDOTTI	0,45	47,9	0,66	21,795	182,4
18	42+170	2,504	PASSINI	0,45	47,9	0,66	26,136	46,96
19	42+440	0,273	VENTURA	0,45	47,9	0,66	112,773	5,702
20	42+750	0,123	VENTURA	0,45	47,9	0,66	190,611	1,98
21	43+500	0,505	VENTURA	0,45	47,9	0,66	75,239	8,032
22	43+750	0,204	VENTURA	0,45	47,9	0,66	136,731	3,755
23	44+000	0,233	VENTURA	0,45	47,9	0,66	125,117	4,603
24	44+250	0,092	VENTURA	0,55	47,9	0,66	231,472	2,596
25	44+600	0,045	VENTURA	0,55	47,9	0,66	370,876	1,694

IX.8.2. Calcul du débit d'apport dans Système de drainage longitudinal (les fossés)

On considère la présence des éléments (chaussée, accotement et talus), en calculant le débit d'apport pour chaque élément et le débit total sur leurs sections respectives. Tel que :

$$Q_a = Q_{ch} + Q_{act} + Q_{talus}$$

✚ Exemple de calcul

Pour assurer un dimensionnement fiable, l'analyse s'est focalisée sur le cas le plus défavorable, c'est-à-dire la zone où le déblai est le plus important en termes de hauteur et de longueur.

Dans notre projet, cette situation est observée entre le **PK44+730** et **PK45+625**, où la longueur du déblai atteint **935 m**

Tableau IX-9 : Les caractéristiques des sous bassins versants

SBV	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente (%)
La chaussée +BDG	935	7.8	5.57
Accotement	935	2.5	4
Talus	935	10.7	67

Tableau IX-10 : Coefficient de ruissellement (C) pour chaque SBV

Type de chaussée	Valeur de C	Valeurs prises
Chaussée revêtement en enrobés	0.80 à 0.95	0.95
Accotement : sol légèrement perméable	0.10 à 0.40	0.4
Talus	0.10 à 0.30	0.3

Pour SBV N°1 (la chaussée +BDG)

- La surface (km²) : $A_{ch} = 0.0078 \times 0.935 \longrightarrow A_{ch} = 7.29 \times 10^{-3} \text{ Km}^2$
- Tempes de concentration (h) : $T_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{Ac}{I}} = \sqrt{\frac{7.01 \times 10^{-3}}{0.0557}} \longrightarrow T_c = 0.362 \text{ h}$
- Intensité de l'averse (mm/h) : $i(t, T) = \frac{a(T)}{tc^b} = \frac{47.9}{0.362^{0.66}} \longrightarrow i(t, T) = 93.667 \text{ mm/h}$
- Le débit rapporté par la chaussée : $Q_{ch} = 0.278 \times C \times I \times A_{ch}$
 $Q_{ch} = 0.278 \times 0.95 \times 93.667 \times 7.29 \times 10^{-3} \longrightarrow \boxed{Q_{ch} = 0.180 \text{ m}^3/\text{s}}$

Pour SBV N°2 (Accotement)

- La surface (km²) : $A_{act} = 0.0025 \times 0.935 \longrightarrow A_{act} = 2.34 \times 10^{-3} \text{ Km}^2$
- Tempes de concentration (h) : $T_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{Ac}{I}} = \sqrt{\frac{2.34 \times 10^{-3}}{0.04}} \longrightarrow T_c = 0.242 \text{ h}$
- Intensité de l'averse (mm/h) : $i(t, T) = \frac{a(T)}{tc^b} = \frac{47.9}{0.242^{0.66}} \longrightarrow i(t, T) = 122.185 \text{ mm/h}$
- Le débit rapporté par l'accotement : $Q_{act} = 0.278 \times C \times I \times A_{act}$
 $Q_{act} = 0.278 \times 0.4 \times 122.185 \times 2.34 \times 10^{-3} \longrightarrow \boxed{Q_{act} = 0.032 \text{ m}^3 / \text{s}}$

Pour SBV N°2 (Talus)

- La surface (km²) : $A_{talus} = 0.0107 \times 0.935 \longrightarrow A_{talus} = 10 \times 10^{-3} \text{ Km}^2$
- Tempes de concentration (h) : $T_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{Ac}{I}} = \sqrt{\frac{10 \times 10^{-3}}{0.67}} \longrightarrow T_c = 0.122 \text{ h}$
- Intensité de l'averse (mm/h) : $i(t, T) = \frac{a(T)}{tc^b} = \frac{47.9}{0.122^{0.66}} \longrightarrow i(t, T) = 192.016 \text{ mm/h}$

- Le débit rapporté par le talus : $Q_{\text{talus}} = 0.278 \times C \times I \times A_{\text{talus}}$

$$Q_{\text{talus}} = 0.278 \times 0.3 \times 192.016 \times 10 \times 10^{-3} \longrightarrow \boxed{Q_{\text{talus}} = 0.160 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Donc : $Q_a = Q_{\text{ch}} + Q_{\text{act}} + Q_{\text{talus}}$

AN : $Q_a = 0.180 + 0.032 + 0.160 \longrightarrow \boxed{Q_a = 0.372 \text{ m}^3/\text{s}}$

IX.8.3. ÉTUDE HYDRAULIQUE

IX.8.3.1. Dimensionnement des buses

Exemple de calcul

✚ Le débit de saturation

Pour le 1^{er} bassin versant BV on a :

- $A = 0.051 \text{ Km}^2$; $Q_a = 1.458 \text{ m}^3/\text{s}$
- $I = 1\%$ c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.
- $K_s = 80$ (aux buses préfabriquées).

$$\text{D'après : } Q_a = Q_s \longrightarrow Q_a = K_s \times \left(\frac{R}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times \pi R^2 \longrightarrow \Phi = 2 \times \left(\frac{\frac{2}{3} \times Q_a}{\pi \times K_s \times I^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

$$\text{AN : } \Phi = 2 \times \left(\frac{\frac{2}{3} \times 1.458}{\pi \times 80 \times 0.01^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{8}} \times \frac{100}{80} \longrightarrow \boxed{\Phi = 1022.35 \text{ mm}}$$

Une fois le diamètre est calculé. On choisit un diamètre normalisé commercial existant dans le marché : $\Phi 500$, $\Phi 800$, $\Phi 1000$, $\Phi 1200$, $\Phi 1500$...etc.

Alors on prend une buse de **$\Phi 1200$** .

✚ Vérification des conditions d'auto curage :

Et on doit vérifier les conditions d'auto curage suivantes :

- $V > 0.6 \text{ m/s}$ pour $Q = 0.1 Q_{\text{ps}}$.
- $V > 0.3 \text{ m/s}$ pour $Q = 0.01 Q_{\text{ps}}$.
- Avec Q_{ps} débit pleine section

D'abord on calcul Q_{ps} et V_{ps} :

$$\text{On a : } Q_{\text{ps}} = K_s \times \left(\frac{R}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times \pi R^2$$

$$\text{AN : } Q_{\text{ps}} = 80 \times \left(\frac{0.6}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.01^{\frac{1}{2}} \times \pi \times 0.6^2$$

Donc : $Q_{\text{ps}} = 4.05 \text{ m}^3/\text{s}$

On a : $V_{ps} = Q_{ps} / S$ avec $S = \pi R^2$

AN : $V_{ps} = 4.05 / 1.13$

Donc : $V_{ps} = 3.58 \text{ m/s}$

✓ **Condition d'auto curage-1**

Pour $R_q = \frac{Q}{Q_{ps}} = 0.1$, d'après l'abaque on trouve : $R_v = \frac{V}{V_{ps}} = 0.64$

Donc : $V = 0.64 \times 3.58$

$V = 2.29 \text{ m/s} > 0.6 \text{ m/s}$ —→ **Condition vérifiée**

✓ **Condition d'auto curage-2**

Pour $R_q = \frac{Q}{Q_{ps}} = 0.01$, d'après l'abaque on trouve : $R_v = \frac{V}{V_{ps}} = 0.32$

Donc : $V = 0.32 \times 3.58$

$V = 1.15 \text{ m/s} > 0.3 \text{ m/s}$ —→ **Condition vérifiée**

Tableau IX-11 : Les ouvrages busé proposés

N°BV	PK	Q100 (m ³ /s)	Diamètre calculé (m)	Diamètre standard(m)	Condition D'auto curage
1	36+125	1,458	1,022	1Ø1200	Vérifiée
2	36+425	2,148	1,077	1Ø1500	Vérifiée
3	36+725	3,64	1,312	2Ø1200	Vérifiée
4	37+100	3,036	1,226	2Ø1000	Vérifiée
6	37+850	2,164	1,08	1Ø1500	Vérifiée
7	38+450	4,638	1,437	2Ø1500	Vérifiée
8	38+700	2,594	1,156	1Ø1500	Vérifiée
10	39+350	3,55	1,142	2Ø1200	Vérifiée
11	39+725	4,536	1,569	2Ø1500	Vérifiée
15	41+275	2,53	1,057	1Ø1500	Vérifiée
16	41+400	2,516	1,322	1Ø1500	Vérifiée
19	42+440	5,702	1,434	2Ø1500	Vérifiée
20	42+750	1,98	0,964	1Ø1500	Vérifiée

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

22	43+750	3,755	1,226	2Ø1200	Vérifiée
23	44+000	4,603	1,323	2Ø1500	Vérifiée
24	44+250	2,596	1,067	1Ø1500	Vérifiée
25	44+600	1,694	0,909	1Ø1200	Vérifiée

IX.8.3.2. Dimensionnement des dalots

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 : $H_r = 0.8H$

$$\text{Donc : } S_m = H \cdot 0.8 \times b \quad ; \quad P_m = b + 2 \times (0.8H) \quad ; \quad R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0.8H \times b}{b + 2 \times (0.8H)}$$

$$Q_a = Q_s \rightarrow Q_a = K_s \times \left(\frac{0.8H \times b}{b + 2 \times (0.8H)} \right)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times 0.8H \times b \rightarrow H = \frac{1}{0.8H} \left(\frac{Q_a}{K_s \times I^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{5}} \times (1.6H + B)^{\frac{2}{5}}$$

On fixe la valeur de B et on calcule la valeur de H par itération :

$$H_{n+1} = \frac{1}{0.8H} \left(\frac{Q_a}{K_s \times I^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{5}} \times (1.6H_n + B)^{\frac{2}{5}}$$

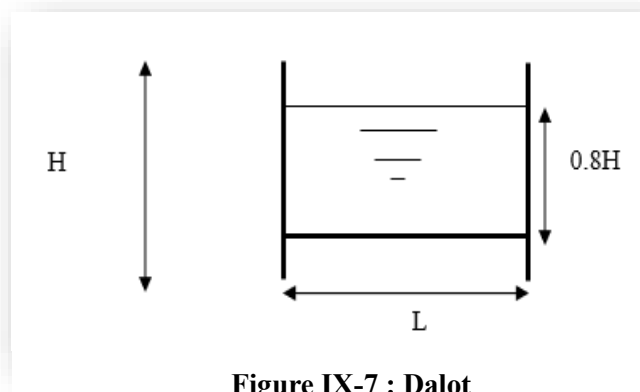


Figure IX-7 : Dalot

Exemple de calcul

Le débit de saturation

Pour le 5^{ème} bassin versant BV (**BV-05**) on a :

- $A = 0.051 \text{ Km}^2$; $Q_a = 9.62 \text{ m}^3/\text{s}$
- $I = 1\%$ c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.
- $K_s = 70$ pour les dalots.

$$\text{On a : } H_{n+1} = \frac{1}{0.8B} \left(\frac{Q_a}{K_s \times I^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{5}} \times (1.6H_n + B)^{\frac{2}{5}} \quad H_{n+1} = \frac{1}{0.8B} \times H_0 (1.6H_n + B)^{\frac{2}{5}}$$

On fixe $B = 2 \text{ m}$, et on fait varier le H pour trouver la valeur proche.

$$\text{On a : } H_0 = \left(\frac{Q_a}{K_s \times I^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{5}}$$

$$AN : H_0 = \left(\frac{9.62}{70 \times 0.012} \right)^{\frac{3}{5}} \quad H_0 = 1.210 \text{ m}$$

$$H_1 = \frac{1}{0.8 \times 2} \left(\frac{9.62}{70 \times 0.012} \right)^{\frac{3}{5}} \times (1.6 \times 1.21 + 2)^{\frac{2}{5}}$$

$H_1 = 1.31 \text{ m}$, on prend **H = 2 m** (hauteur normalise)

✚ Vérification des conditions d'auto curage

✓ **Vérification de la vitesse**

$$V = \frac{Q_a}{s} = \frac{9.62}{2 \times 2} = 2.41 \text{ m/s} \quad \longrightarrow \quad V = 2.41 < 4 \text{ m/s} \quad \text{Condition Vérifié}$$

✓ **Vérification de la hauteur critique**

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q_a^2}{g \times B}} = \sqrt[3]{\frac{9.62^2}{10 \times 2}} = 1.66 \text{ m} \quad \longrightarrow \quad h_c = 1.66 \text{ m} < H = 2 \text{ m} \quad \text{Condition Vérifié}$$

✓ **Vérification du régime d'écoulement**

$$\text{Nombre de Froud} = \frac{V}{\sqrt{g \times H}} = \frac{1.60}{\sqrt{10 \times 2}} = 0.36 < 1 \quad \longrightarrow \quad \text{régime fluvial}$$

Le tableau ci-dessous présente les dimensions des différents dalots de notre tracé.

Tableau IX-12 : Les ouvrages dalots proposés

N° BV	PK	Q _a (m ³ /s)	Cellule	H (m)	B (m)	Condition d'auto-curage
5	37+300	9,62	1	2	2	Vérifiée
9	39+080	8,88	1	2	2	Vérifiée
12	39+850	7,87	1	2	2	Vérifiée
13	40+800	26,39	3	2	3	Vérifiée
14	41+075	6,045	1	2	2	Vérifiée
18	42+170	46,96	4	2	3	Vérifiée
21	43+500	8,032	1	2	2	Vérifiée

IX.8.3.3. Dimensionnement des fossés

Le débit de saturation

$$\text{On a : } h = \left(\frac{Q_a}{K_s \times \frac{1}{I^2} \times b} \right)^{\frac{3}{5}} \times \left(\frac{1+2\sqrt{2} \left(\frac{h}{b} \right)}{1 + \left(\frac{h}{b} \right)} \right)^{\frac{2}{5}}$$

Avec :

- $Q_a = 0.372 \text{ m}^3/\text{s}$; $I = 1\%$
- $K_s = 70$ (Les fossées en béton armé collé sur place).

On fixe $b = 50 \text{ cm}$

$$h_0 = \left(\frac{Q_a}{K_s \times \frac{1}{I^2} \times b} \right)^{\frac{3}{5}}$$

$$\text{AN : } h_0 = \left(\frac{0.372}{70 \times 0.01^2 \times 0.5} \right)^{\frac{3}{5}} = 0.26 \text{ m}$$

$$\text{On remplace : } h = \left(\frac{0.372}{70 \times 0.01^2 \times 0.5} \right)^{\frac{3}{5}} \times \left(\frac{1+2\sqrt{2} \left(\frac{0.26}{0.5} \right)}{1 + \left(\frac{0.26}{0.5} \right)} \right)^{\frac{2}{5}} = 0.32 \text{ m}$$

On prend $h = 50 \text{ cm}$.

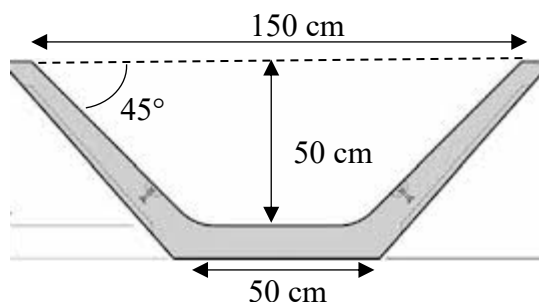


Figure IX-8 : Dimensions d'un fossé standard

IX.9. CONCLUSION

L'étude d'assainissement routier du notre projet de dédoublement de la RN 127 a identifié les ouvrages hydrauliques nécessitant des interventions pour optimiser la gestion des eaux pluviales et de ruissellement. Les recommandations portent sur le remplacement, le prolongement et le renforcement des structures pour assurer la durabilité des infrastructures et minimiser les risques d'inondation.

Pour la section du P au P, section en remblais, et d'après l'étude hydrologie, il est indispensable d'implanter un ouvrage d'art OA (pont a poutre préfabriquée par poste tension d'une longueur de poutre de 33,4m).

Pour notre projet on a **25 ouvrages hydrauliques : 07 dalots et 17 busées et un pont**, ces ouvrages ont bien vérifier les conditions d'auto- curage.

CHAPITRE X :
CONCEPTION DES
CARREFOURS GIRATOIRE

X.1. INTRODUCTION

Les carrefours jouent un rôle central dans l'organisation d'un réseau routier. Ils représentent les points d'intersection entre deux ou plusieurs voies, situées au même niveau, et constituent des lieux stratégiques d'échange entre les différents flux de circulation.

Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie repose en grande partie sur la performance de ses carrefours. En effet, ces zones sont souvent le lieu de conflits de trajectoires et de ralentissements, d'où l'importance d'y garantir à la fois fluidité et sécurité.

L'étude et l'analyse des carrefours à partir des données d'enquêtes directionnelles, permet d'identifier les contraintes et de proposer des aménagements adaptés pour améliorer leur performance.

X.2. DEMARCHE GENERALE DE CONCEPTION

La conception d'un carrefour suit plusieurs étapes importantes :

X.2.1. Identification du type de route

Il faut d'abord connaître le rôle de la route dans le réseau (principale, secondaire, etc.) et son état avant et après aménagement.

X.2.2. Déduction d'une gamme d'aménagements

Cela signifie choisir les types d'aménagements possibles (carrefour, échangeur) adaptés au type de route considérée.

X.2.3. Analyse du site

On étudie les éléments comme la topographie, l'environnement, le tracé existant, les accidents et le trafic.

X.2.4. Choix du type de carrefour

On sélectionne le type de carrefour le plus adapté parmi les solutions possibles.

X.2.5. Conception géométrique

Cette étape comprend :

- La détermination de la configuration générale.
- Les détails techniques et les dimensions.
- Les vérifications de visibilité, capacité et simplicité de l'aménagement.

X.3. CRITERES TECHNIQUES A CONSIDERER POUR LA CONCEPTION D'UN CARREFOUR

La conception d'un carrefour performant nécessite une étude approfondie de plusieurs facteurs déterminants, parmi lesquels :

- Les valeurs de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans le futur.
- Les caractéristiques des accidents observés avant l'aménagement, notamment leur type, cause et fréquence.
- Les vitesses d'approche réelles pratiquées par les usagers.
- Les spécificités des sections voisines (profil, tracé, connexion avec d'autres carrefours).
- La cohérence du tracé, pour assurer une homogénéité et une continuité de l'itinéraire.
- La surface neutralisée par l'aménagement.
- La condition topographique.

X.4. LES DIFFERENTS TYPES DE CARREFOUR

X.4.1. Les carrefours plans (carrefours à niveau)

Les principaux types de carrefours plans que présentent les zones urbaines sont :

X.4.1.1. Carrefour à trois branches (en T)

C'est un carrefour plan ordinaire a trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

X.4.1.2. Carrefour à trois branches (en Y)

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°).

X.4.1.3. Carrefour à quatre branches (en croix)

C'est un carrefour plan à quatre branches où celles-là sont alignées deux à deux formant une intersection en forme de croix.

X.4.1.4. Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire

Le carrefour giratoire est un aménagement de type plan, caractérisé par la présence d'un îlot central infranchissable, généralement circulaire, entouré d'une chaussée à sens unique orientée dans le sens des aiguilles d'une montre. Cette configuration permet de collecter les flux provenant des différentes routes qui y convergent, puis de les redistribuer de manière fluide vers les directions souhaitées.

Grâce à une signalisation spécifique et à une géométrie bien définie, le giratoire favorise la réduction des vitesses et limite les points de conflit. Il est particulièrement adapté aux intersections de routes à fort trafic, notamment lorsque le volume de véhicules tournant à gauche est élevé.

X.4.2. Les carrefours dénivelés (échangeurs)

Dont les échanges sont séparés les uns des autres et gérés en dehors des axes principaux (en vue de limiter au maximum les conflits sécants).

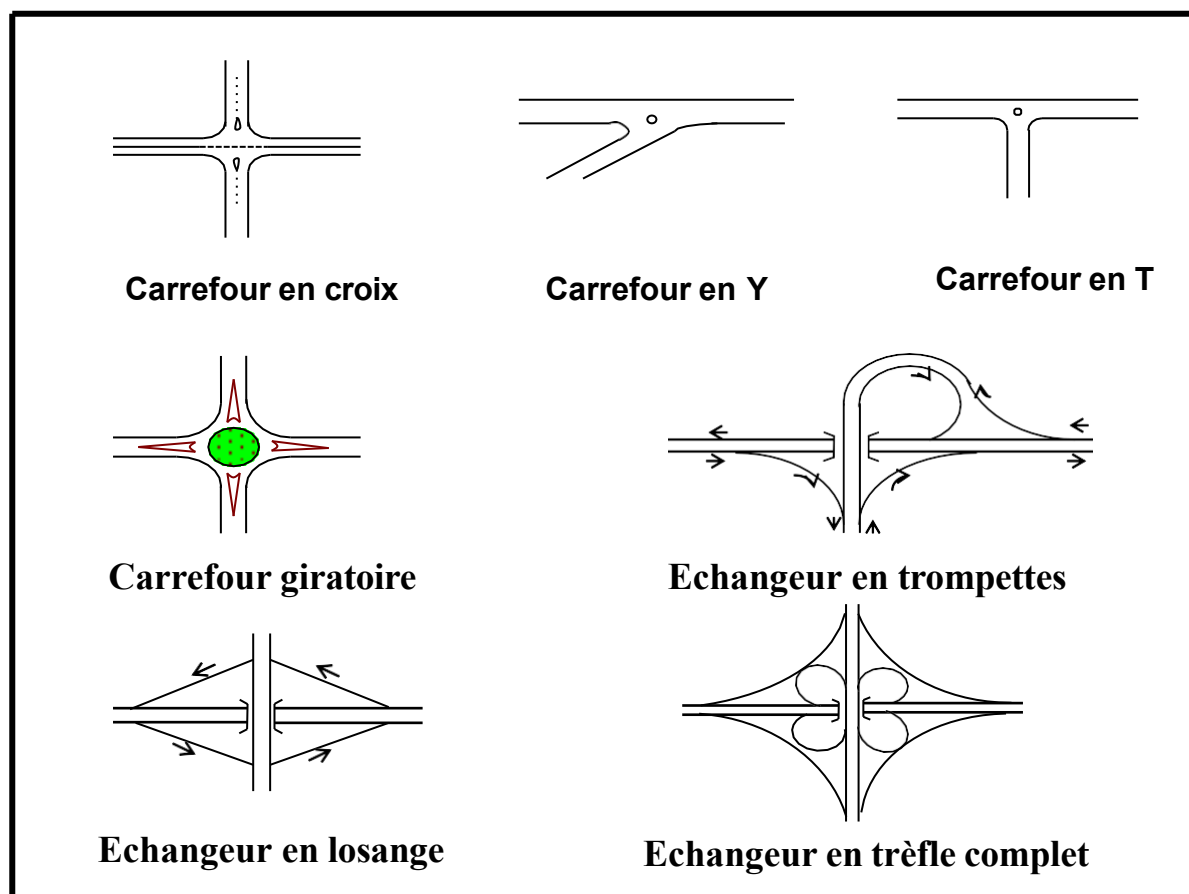


Figure X-1 Différents types de carrefour

X.5. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARREFOURS GIRATOIRES

X.5.1. L'îlot central

Pour des raisons de sécurité routière, il est fortement recommandé d'adopter une forme circulaire pour l'îlot central des giratoires.

Des études ont démontré que les giratoires de forme non circulaire (ovale ou autre) présentent un taux d'accidents plus élevé.

En zone interurbaine, un diamètre compris entre 15 et 30 mètres est généralement suffisant.

Concernant ses caractéristiques géométriques :

- La hauteur de la face verticale (h_v) ne doit pas dépasser 7cm.
- La pente maximale admissible est de (15 %).

Autour de l'îlot central, une bande franchissable (présence de bandes cyclables) de 1 à 2 m est indispensable lorsque le rayon extérieur est inférieur à 20 m et est souhaitable au-dessus.

Cette bande peut être légèrement surélevée (2 à 3 cm), d'un matériau différent de celui de la chaussée annulaire et avoir une pente jusqu'à 6%. La bande franchissable ne doit pas être bordée d'une ligne continue

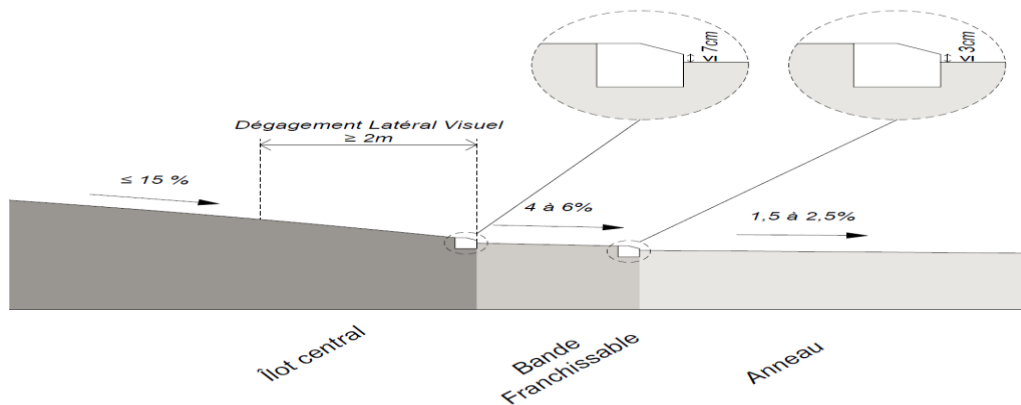


Figure X-2 : L'ilot central

X.5.2. La chaussée annulaire (l'anneau)

- Si toutes les entrées sont à 1 voie, une largeur de 6.5 m à 7.5 m tout autour de l'ilot central est suffisante.
- Si les entrées sont à 2 voies, une largeur de 8 à 9 m est nécessaire.
- Le dévers de l'anneau est orienté vers l'extérieur avec une pente de 1.5 % à 2.5 %.

La pente de la chaussée annulaire est dirigée vers l'extérieur du carrefour pour les raisons suivantes :

- ✓ L'amélioration de la visibilité de la chaussée annulaire.
- ✓ La facilité dans la gestion de l'écoulement des eaux de surface.

X.5.3. Les entrées

Elles sont en général à une voie, de largeur comprise entre 3 et 4 m, en fonction de l'importance du trafic poids-lourds et de la taille générale du giratoire. Des dimensions inférieures sont acceptées pour des branches très secondaires, particulièrement en urbain.

Si l'étude de trafic et le calcul de capacité le justifient, une ou plusieurs entrées peuvent être prévues à 2 voies, en général de 7 m de large. En urbain, si la part de poids-lourds est faible, 6 m peuvent être suffisants pour deux voies. Si l'approche est à une voie, le passage à deux voies est complet au moins 15 m avant l'entrée du giratoire.

En zone périurbaine à très fort trafic, il est envisageable de réaliser des entrées à 3 voies sur 9 m de large. La largeur d'anneau doit être alors prévue en conséquence.

Le rayon d'entrée est compris entre 10 et 15 m. Un rayon trop faible génère des pertes de contrôle en entrée, un trop grand rayon génère des pertes de contrôle sur l'anneau (avec renversements de poids lourds par exemple).

X.5.4. Les sorties

Elles sont généralement à une voie. La largeur est de 4 à 4,5 m, mais peut être inférieure en zone urbaine dense.

Une sortie doit être portée obligatoirement à deux voies dès que le trafic horaire de pointe y dépasse 1200 UVP/h. Toutefois, il est recommandé de le faire dès que ce trafic dépasse 900 UVP/h. La largeur d'une sortie à deux voies est de 7 m.

Le rayon de sortie est d'au moins 15 m. Il n'y a pas de limite supérieure, mais il faut veiller à ne pas créer les conditions d'une reprise de vitesse trop tôt en cas de passage piéton à proximité.

X.5.5. L'îlot séparateur

L'îlot séparateur a généralement une forme triangulaire évasée doit être visible à l'usager

Les îlots séparateurs remplissent diverses fonctions principales comme :

- En situation d'approche, ils favorisent la visibilité du carrefour.
- Ils offrent une surface séparant les mouvement entrants et sortants, ils permettent d'éviter des collisions entre les deux sens de circulation.
- Ils permettent l'implantation de signalisation de direction.
- Enfin, ils évitent les prises à contre sens de l'anneau...etc.

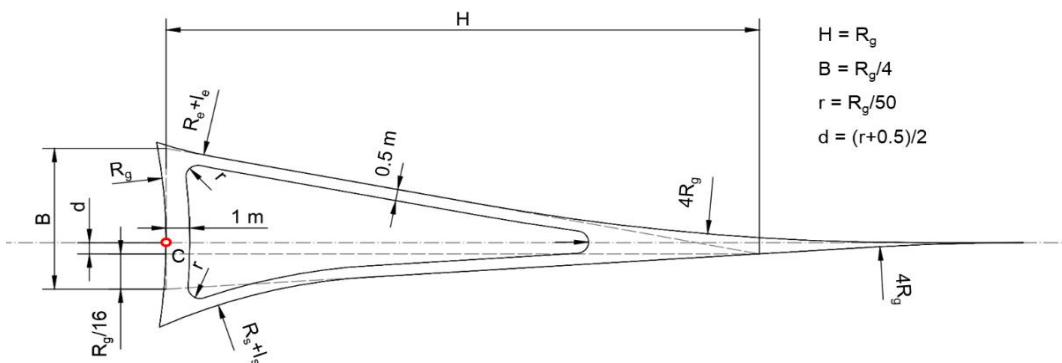


Figure X-3 : L'îlot séparateur

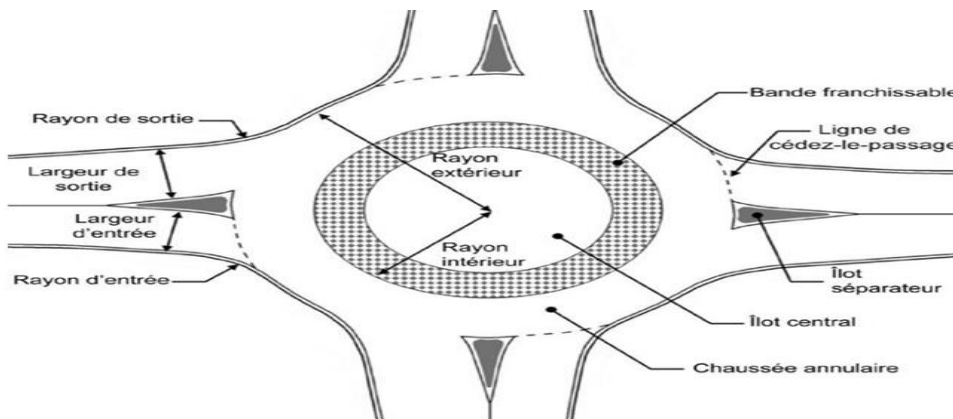


Figure X-4 : Caractéristiques d'un giratoire

CHAPITRE X : CONCEPTION DES CARREFOURS GIRATOIRE

Le tableau ci-dessous récapitule les différents paramètres de construction de giratoire.

Tableau X-1 : Récapitulatif des différents paramètres de construction de giratoire

Rayon du giratoire	R_g	$12 \text{ m} \leq R_g \leq 25 \text{ m}$	$R_g = 12$	$R_g = 15$	$R_g = 20$	$R_g = 25$
Largeur de l'anneau	l_a	$6 \text{ m} \leq l_a \leq 9 \text{ m}$	7	7	7	8
Surlargeur franchissable	sl_f	1,5 m si $R_g \leq 15 \text{ m}$	1,5	1,5	—	—
Rayon intérieur	R_i	$R_g - l_a - sl_f$	3,5	6,5	13	18
Rayon d'entrée*	R_e	$10 \text{ m} \leq R_e \leq 15 \text{ m}$ et $\leq R_g$	12	15	15	15
Largeur de la voie entrante	l_e	$l_e = 4 \text{ m}$	4	4	4	4
Rayon de sortie*	R_s	$15 \text{ m} \leq R_s \leq 30 \text{ m}$ et $> R_i$	15	20	20	20
Largeur de la voie sortante	l_s	$4 \text{ m} \leq l_s \leq 5 \text{ m}$	4	4	4,5	5
Rayon de raccordement	R_r	$R_r = 4 R_g$	48	60	80	100

X.6. PRINCIPES GÉNÉRAUX D'AMÉNAGEMENT D'UN CARREFOUR GIRATOIRE

X.6.1. Dispositions générales

Il n'est pas toujours nécessaire de concevoir de grands giratoires. En effet, les études montrent que les giratoires de grande taille n'offrent pas forcément une meilleure sécurité que ceux de taille plus modeste, tout en étant plus coûteux à réaliser pour un gain de capacité souvent faible.

Les principes à respecter :

- Le rayon extérieur de l'anneau (R_g), aussi appelé rayon giratoire, doit être d'au moins **15 m**, afin d'assurer une bonne circulation, notamment pour les véhicules lourds.
- Un rayon (R_g) inférieur à **12 m** est considéré comme inacceptable, sauf dans certains cas en milieu urbain très contraint.

X.6.2. Perception et lisibilité

Une bonne signalisation directionnelle est essentielle pour assurer l'identification précoce d'un giratoire. Ainsi, le panneau de pré-signalisation doit être :

- Placé à 250 m sur les routes bidirectionnelles.
- Placé à 350 m sur les routes à deux fois deux voies.

En complément, les éléments du giratoire notamment l'îlot d'entrée et l'îlot central, doivent être visibles à au moins 150 m, selon les standards de visibilité (œil à 1 m de hauteur, 2 m du bord droit de la chaussée, et obstacle de 35 m).

Cependant, certains aspects géométriques peuvent nuire à cette visibilité :

- Une position du carrefour en sortie de courbe.
- Des branches non parfaitement centrées sur l'axe de l'îlot central.
- Un dévers de la chaussée annulaire orienté vers l'intérieur du giratoire.
- Un îlot central de forme non circulaire.
- Une largeur de l'anneau non régulière.
- L'absence d'éclairage du giratoire lorsque le carrefour se situe à proximité d'une zone éclairée ou en continuité d'une voie éclairée.

X.6.3. Visibilité

Les conducteurs qui abordent un carrefour giratoire doivent apercevoir les véhicules prioritaires suffisamment tôt pour leur céder le passage et éventuellement s'arrêter.

X.6.4. Déflexion

La déflexion des trajectoires à travers un carrefour giratoire (trajectoire intéressant deux branches opposées ou adjacentes du giratoire) est un facteur important pour la sécurité de l'aménagement.

La déflexion d'une trajectoire est le rayon de l'arc de cercle qui passe à 1,50 m de la bordure de l'îlot central et à 2 m des bordures des voies d'entrée et de sortie. Ce rayon doit être inférieur à 100 m.

X.6.5. Pentes

L'implantation d'un carrefour à sens giratoire dépend fortement de la déclivité de la route sur laquelle il est aménagé. En effet, la pente influence directement la sécurité et la fonctionnalité du giratoire.

Lorsque **la déclivité est inférieure à 3 %**, le choix d'un giratoire est généralement sans difficulté et bien adapté.

Entre 3% et 6%, certaines dispositions peuvent s'avérer défavorables à la sécurité (visibilité).

Pour les pentes supérieures à 6%, on considère généralement que ce type d'aménagement peut poser des problèmes importants. Cependant, dans les mêmes conditions, un autre type de carrefour plan ne fonctionne souvent pas mieux et présente un moindre niveau de sécurité. On ne peut donc exclure a priori d'utiliser le giratoire sur des pentes à 6% ou plus, en aménagement de routes existantes. Pour une infrastructure neuve, renoncer dans ce cas au giratoire ne doit pas conduire à admettre un autre type de carrefour, mais à supprimer ou déplacer le carrefour, ou à modifier le profil en long.

X.7. APPLICATION AU PROJET

Pour notre projet l'étude du tronçon comporte deux carrefours giratoires existants qui sont implantés de la manière suivante :

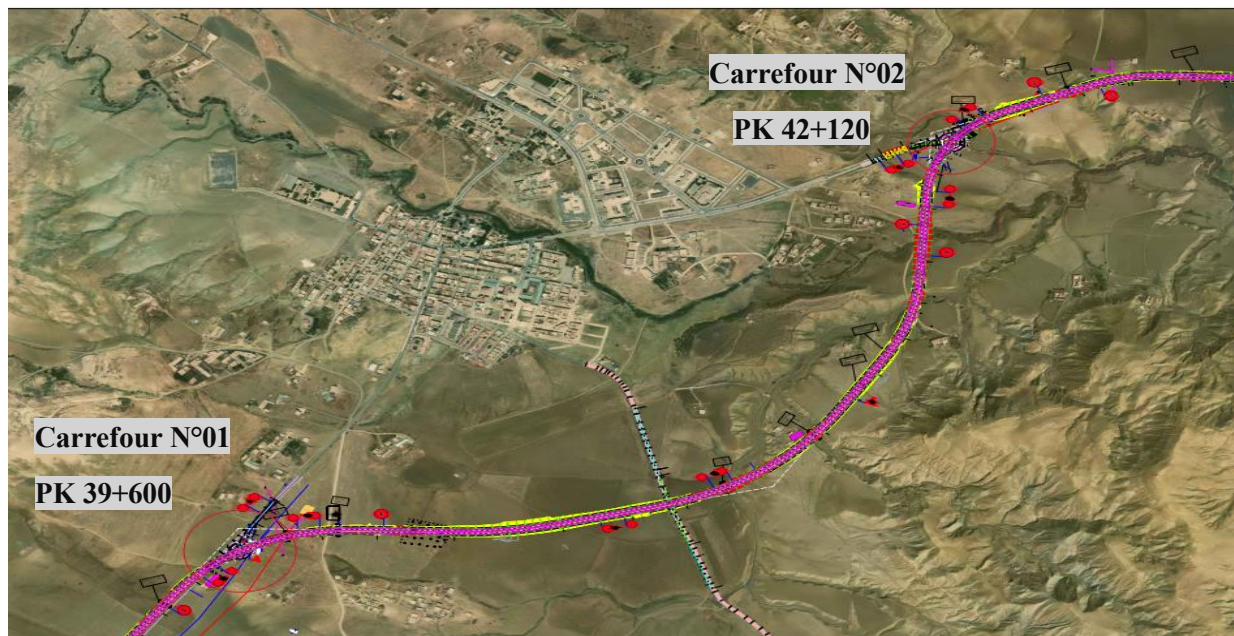


Figure X-5 : Représente l'implantation des carrefours

X.7.1. Conception de carrefour

Pour l'aménagement des carrefours on va faire la conception des deux carrefours giratoires :

X.7.1.1. Paramètres fondamentaux

a) L'îlot centrale

Tableau X-2 : Les différents paramètres de l'îlot centrale

Paramètre	Notations	Paramétrage	$R_g = 25$
Rayon du giratoire	R_g	$12 \text{ m} \leq R_g \leq 25 \text{ m}$	25
Largeur de l'anneau	ℓ_a	$6 \text{ m} \leq \ell_a \leq 9 \text{ m}$	8
Surlargeur franchissable	sl_f	1,5 m si $R_g \leq 15 \text{ m}$	—
Rayon intérieur	R_i	$R_g - \ell_a - sl_f$	17
Rayon d'entrée*	R_e	$10 \text{ m} \leq R_e \leq 15 \text{ m}$ et $\leq R_g$	15
Largeur de la voie entrante	ℓ_e	$\ell_e = 4 \text{ m}$	4
Rayon de sortie*	R_s	$15 \text{ m} \leq R_s \leq 30 \text{ m}$ et $> R_i$	20
Largeur de la voie sortante	ℓ_s	$4 \text{ m} \leq \ell_s \leq 5 \text{ m}$	5
Rayon de raccordement	R_r	$R_r = 4R_g$	100

CHAPITRE X : CONCEPTION DES CARREFOURS GIRATOIRE

Dans notre projet, les dimensions des voies d'entrée et de sortie ont été déterminées selon l'importance et la fonction de chaque branche du carrefour :

Pour la branche secondaire desservant le village **SEBT AZIZ**, à faible trafic, nous avons adopté des dimensions réduites avec une largeur de voie d'entrée ($\ell_e = 4 \text{ m}$) et une largeur de sortie ($\ell_s = 5 \text{ m}$). Cette configuration est suffisante pour répondre aux besoins de circulation locale.

Quant aux deux autres branches principales (**MEDEA et TISSEMSILT**), qui s'inscrivent dans le projet de dédoublement de la **RN127**, nous avons conservé des largeurs plus importantes, $\ell_e = 7 \text{ m}$ et $\ell_s = 7.5 \text{ m}$, conformes au gabarit d'une route à deux fois deux voies.

b) Les îlots séparateurs

Tableau X-3 : Les différents paramètres des îlots séparateurs

Notation	Paramétrage	Valeurs courantes (en m)
		$R_g = 25$
Rayon giratoire	R_g	25
Hauteur du triangle de construction	$H = R_g$	25
Base du triangle de construction	$B = R_g / 4$	6,25
Départ de l'îlot sur l'axe	$d = (0,5 + R_g/50) / 2$ ou 0	0,5
Rayon de raccordement des bordures	$r = R_g / 50$	0,5

X.7.1.2. Le carrefour N°01

C'est un carrefour giratoire en trois branches qui se trouve au niveau du rencontre au **PK 39+600**. Il est aménagé avec un îlot central et des îlots séparateurs.

Ce giratoire constitue un point d'intersection stratégique entre trois axes routiers majeurs :

- Vers SEBT AZIZ.
- Vers MEDEA.
- Vers TISSEMSILT

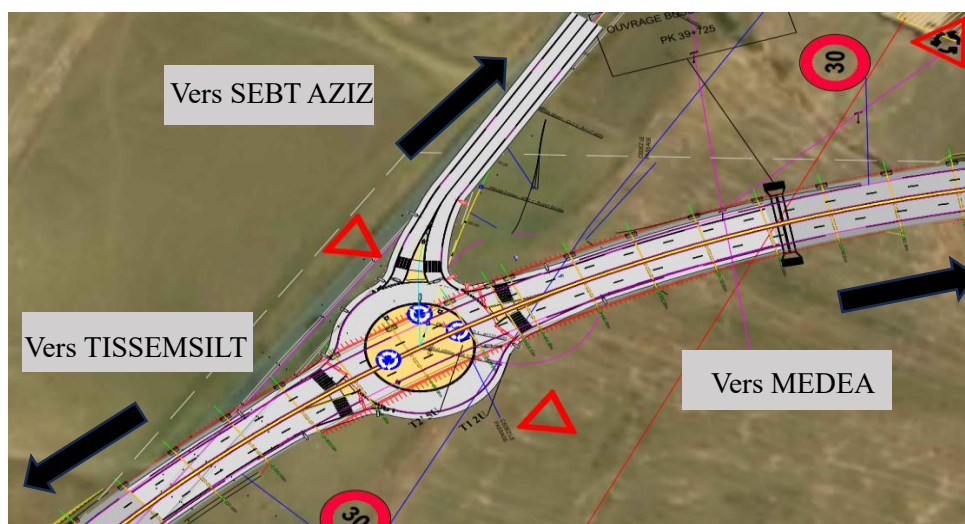


Figure X-6 : Schéma du carrefour N°01 PK 39+600

X.7.1.3. Le carrefour N°02

Le carrefour N°02, situé au PK 42+120, présente la même configuration d'intersection que le précédent. Il est aménagé comme le premier.

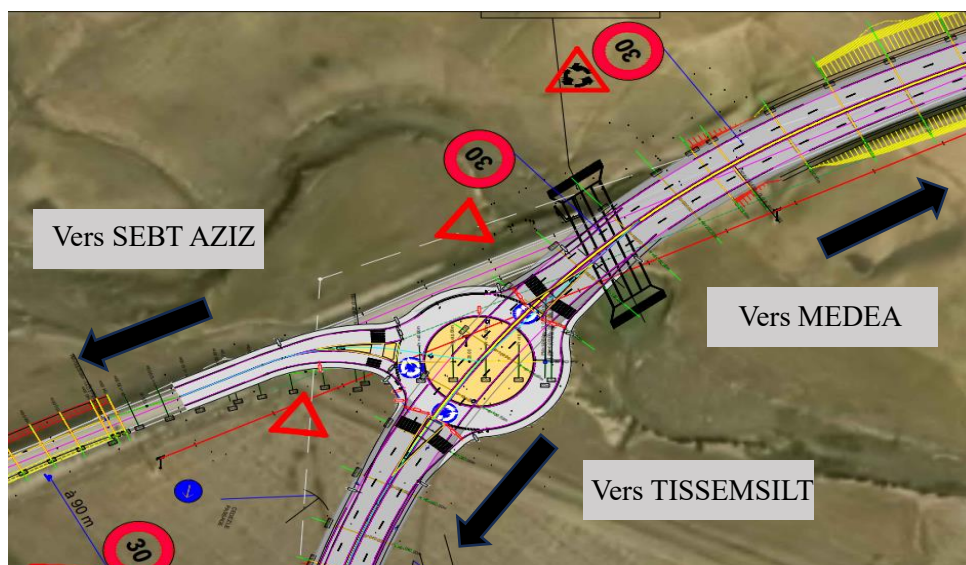


Figure X-7 : Schéma du carrefour N°02 PK 42+120

X.8. CONCLUSION

L'aménagement des carrefours ne se limite pas à une simple organisation de la circulation. Il s'agit d'un élément stratégique qui assure une liaison efficace entre les axes routiers et contribue à une circulation fluide et sécurisée.

Dans le cadre de ce dédoublement, ces aménagements ont également une dimension esthétique, renforçant la qualité visuelle de l'infrastructure tout en garantissant une uniformité de circulation sur l'ensemble du tracé.

NB : Les résultats de calcul automatique de carrefour giratoire sont faits à l'aide du logiciel (COVADIS 17.0f) et sont joints en annexe (E).

CHAPITRE XI :
SIGNALISATION ET
ECLAIRAGE

XI.1. SIGNALISATION

XI.1.1. Introduction

Avec l'accroissement constant du trafic routier et l'élévation des vitesses de circulation, il devient indispensable d'organiser, guider et sécuriser les déplacements à travers un système de signalisation fiable et bien conçu.

La signalisation routière constitue un outil de communication fondamental entre la route et ses usagers. Elle fournit des informations claires, lisibles et universelles, permettant aux conducteurs d'adapter leur comportement aux diverses situations rencontrées tout au long du trajet.

En ce sens, la signalisation devient un élément stratégique de l'exploitation routière moderne, garantissant un déplacement sûr et maîtrisé pour tous les usagers.

XI.1.2. L'objectif de la signalisation

La signalisation routière est un outil indispensable pour garantir la sécurité et la bonne gestion de la circulation. Elle a pour principaux objectifs de :

- Assurer la sécurité de tous les usagers de la route.
- Organiser et fluidifier la circulation pour la rendre plus sûre et efficace.
- Rappeler les règles de conduite établies par le Code de la route, afin d'assurer une conduite conforme et responsable.
- Informer clairement et rapidement les usagers sur les directions, les services disponibles et les caractéristiques spécifiques de la route.
- Adapter la conduite aux conditions particulières (zones de travaux, passages scolaires, virages serrés, etc...).

XI.1.3. Critères de conception de la signalisation

Pour garantir une signalisation claire et sécuritaire sur les routes, il est indispensable de respecter les principes suivants :

- Assurer l'homogénéité entre la géométrie de la route et la signalisation pour faciliter la compréhension des usagers.
- Respecter les règles de circulation pour garantir sécurité et fluidité du trafic.
- Maintenir la cohérence entre signalisation verticale (panneaux) et horizontale (marquages).
- Éviter les panneaux publicitaires non réglementaires pour préserver la lisibilité.
- Il faut adopter la simplicité en évitant l'excès de signaux qui pourraient distraire les conducteurs

XI.1.4. Type de signalisation

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

XI.1.4.1. Signalisation verticale

La signalisation verticale est la forme la plus courante de signalisation routière. Elle se compose de panneaux fixes placés de manière stratégique pour guider, informer et réguler la circulation des usagers. Leur message visuel repose sur l'emplacement, la forme, la couleur et le type du panneau.

Elles peuvent être classées dans quatre classes :

a) Signaux de danger

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



Figure XI-1 : Signalisation de danger type A

b) Signaux comportant une prescription absolue

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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



Figure XI-2 : Signaux de prescription type BK

c) Signaux à simple indication

Les panneaux de cette catégorie, souvent rectangulaires ou en forme de flèche, fournissent des informations complémentaires aux usagers. Ils incluent :

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

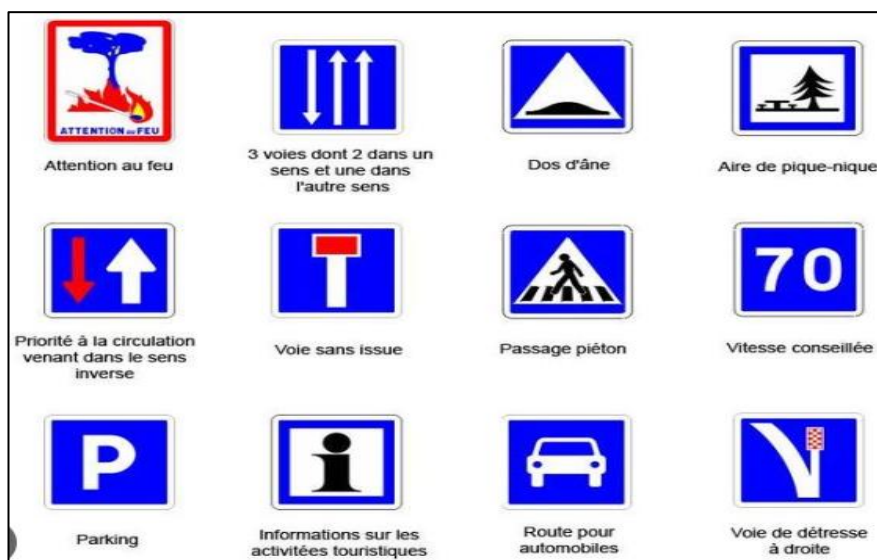


Figure XI-3 : Signaux à simple indication

d) Signaux de position des dangers

Les signaux de position des dangers ont toujours installés en pré-signalisation. Leur usage reste rare en milieu urbain, car ils sont principalement destinés à alerter les usagers à l'avance d'un danger potentiel.

XI.1.4.2. Signalisation horizontale

La signalisation horizontale regroupe l'ensemble des marquages au sol servant à délimiter et indiquer les différentes zones de la chaussée. Ces marques permettent de guider les usagers en précisant les voies de circulation et leurs directions, contribuant ainsi à une circulation fluide et sécurisée. Elle se divise en trois types :

a) Marquage longitudinale

1) Lignes continues

Ces lignes sont utilisées pour signaler les zones où le dépassement est interdit, généralement en raison d'un danger ou d'une mauvaise visibilité.

2) Ligne discontinue

Les lignes discontinues permettent le franchissement en respectant la sécurité et la visibilité. Elles se distinguent par le rapport entre la longueur des traits et des intervalles, on retrouve :

- **Les lignes axiales** ou lignes délimitations des voies.
- **Les lignes de rive**, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement.
- **Les lignes d'avertissement**, où les traits sont trois fois plus longs que les intervalles, souvent près des bandes d'arrêt d'urgence.

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau XI-1 : Les caractéristiques des lignes discontinues

Type de Marquage	Type de Modulation	Longueur De trait (m)	Intervalle Entre 2 traits Successifs	Rapport Plein/vide
Lignes longitudinale Axiale	T1	3	10	1/3
	T'1	1.5	5	1/3
	T3	3	1.33	3
Lignes longitudinales De rive	T2	3	3.5	1
	T'3	20	6	3
Transversal	T'2	0.5	0.5	1

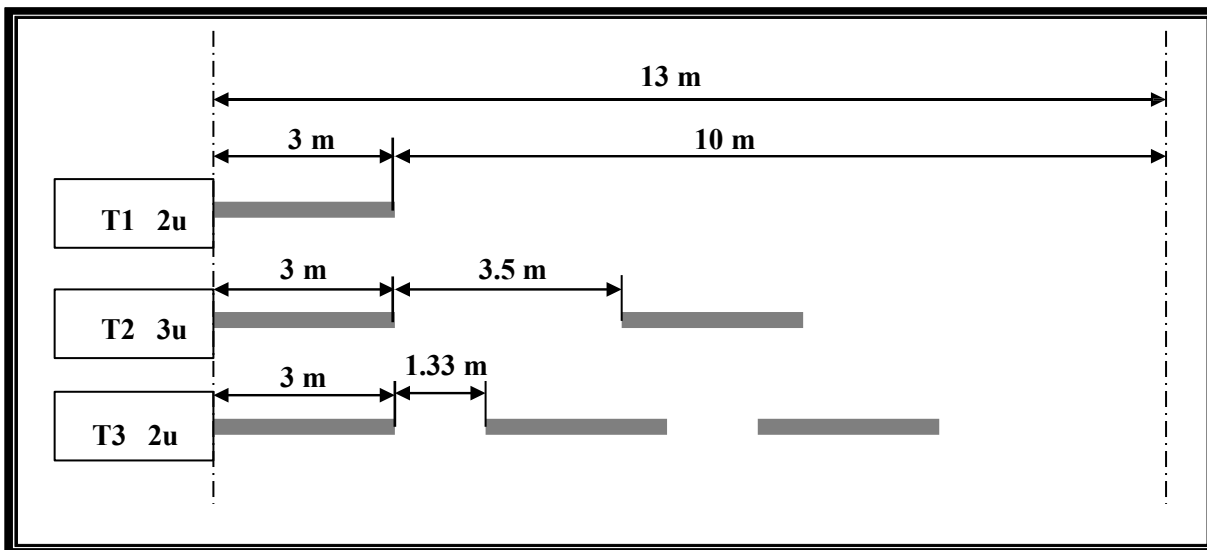


Figure XI-4 : Type de modulation référence signalisation routière

b) Marquage transversal

1) Lignes transversales continues

Tracée à l'endroit précis où les conducteurs doivent marquer un arrêt obligatoire, est également appelée ligne STOP.

2) Lignes transversales discontinues

Tracées à la limite où les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

c) Autres signalisations

1) Les flèches de rabattement

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

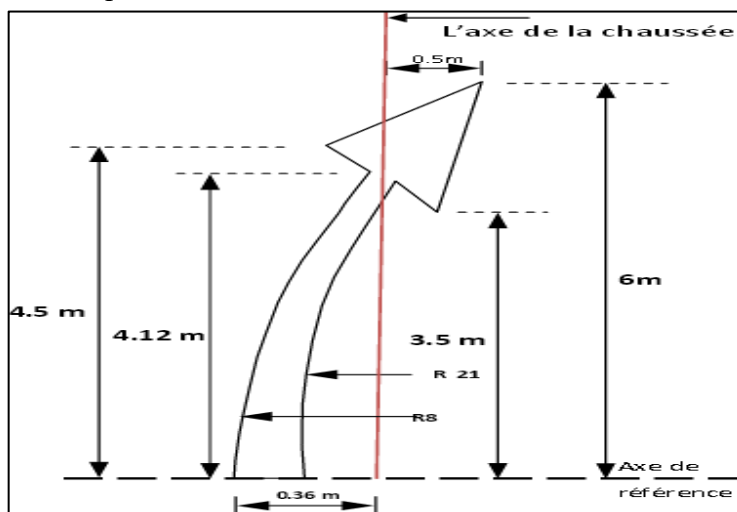


Figure VIII. 2 : Flèche de rabattement

2) Les flèches de sélection

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

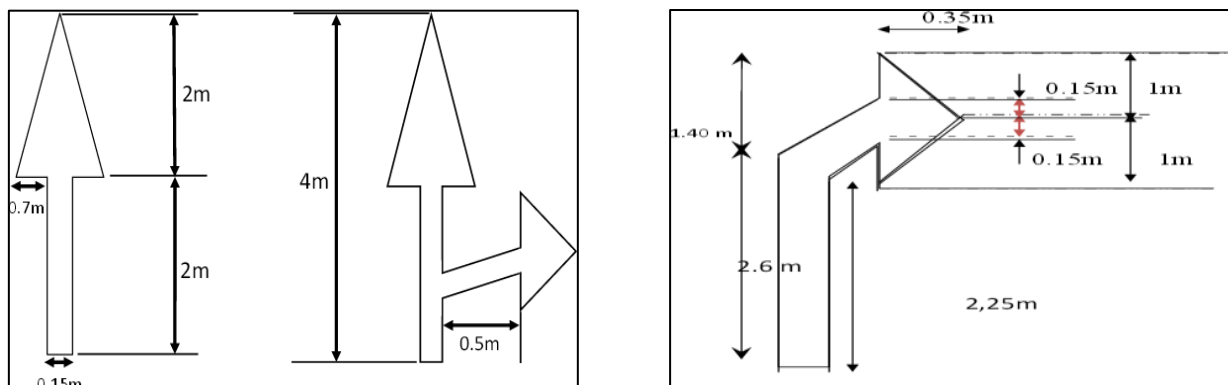


Figure XI-5 : Flèche de sélection

d) Largeur des lignes des marquages

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

- U = 7.5 cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.
 - U = 6 cm sur les routes et voies urbaines.
 - U = 5 cm sur les autres routes qui ne sont pas nationales.
- ✓ Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U = 6 cm.

XI.1.5. Dispositifs de retenue

Les dispositifs de retenue sont des éléments de sécurité routière qui empêchent les véhicules de quitter la chaussée et protègent contre les obstacles ou les zones dangereuses, notamment sur les accotements et terre-plein central (TPC). On distingue deux types :

XI.1.5.1. Glissières de Sécurité Métalliques

- **Les glissières de niveau 1** : adoptées pour les routes principales.
- **Les glissières du niveau 2 ou 3** : adoptées aux endroits où les vitesses appliquées sont faibles, généralement autour de 60 km/h.
- **Les glissières de type R** : Éventuellement utilisées pour les cas de routes à deux chaussées, sur le TPC ainsi que les accotements en cas de présence d'obstacles durs ou d'autres configurations agressives mais aussi lorsque la hauteur des remblais

XI.1.5.2. Séparateur en béton

Les séparateurs en béton DBA (Double Béton Armé) et GBA (Glissière Béton Armé) sont des dispositifs de retenue routiers assurant la séparation et la protection des zones sensibles comme les chantiers ou les zones à risque sur les routes.

XI.1.6. Application au projet

Pour notre projet de RN 127 de PK 36 + 000 à PK 46 + 000, nous avons utilisé les signalisations suivantes :

XI.1.6.1. Signalisation horizontale

- Marquages longitudinaux discontinues (délimitant les différentes voies) de type : **T1-2U / T2-3U.**
- Marquages longitudinaux continus (délimitant les chaussées et le TPC) : **3U**
- U = 6 cm.

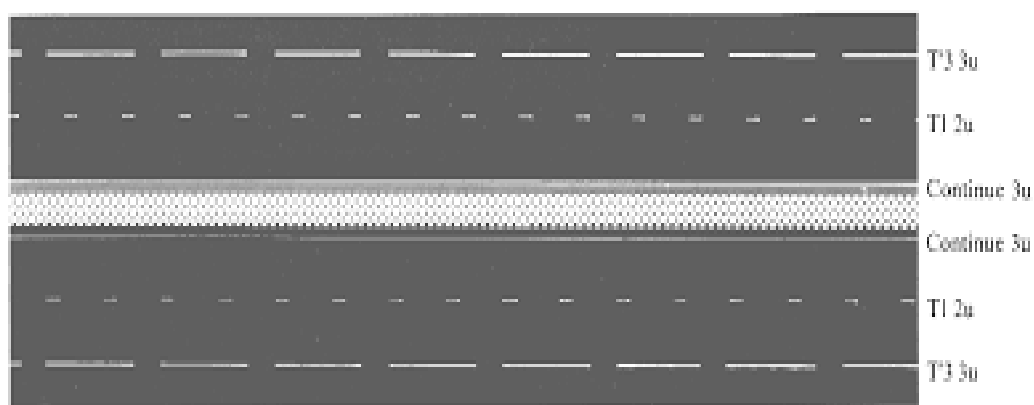







Figure XI-6 : Marquage de notre projet en section courante




- Marquage de flèche de rabattement

XI.1.6.2. Signalisation verticale




a. Panneaux d'avertissement de danger (type A)

	A1a Virage à droite.
	A1b Virage à gauche.
	A1c Succession de virages dont le premier est à droite.
	AB3b Cédez le passage à l'intersection.
	A18 Circulation dans les deux sens.



b. Panneaux de priorité (type B)

	AB25 Carrefour à sens giratoire.
	AB4 Arrêt à l'intersection.
	AB3a Cédez le passage à l'intersection.



c. Panneaux d'interdiction ou de restriction (type C)

	C11a Limitation de vitesse.
	C8 ; C7
	C1

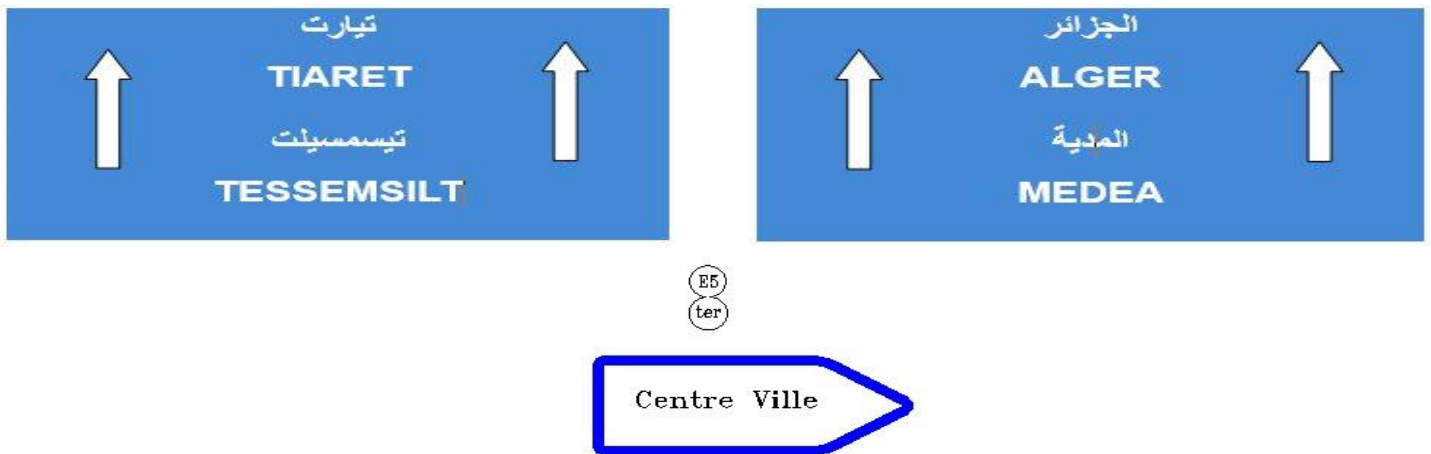
d. Panneaux d'obligation (type D)

	D2 Contournement obligatoire par la droite
	D3

e. Panneaux d'indication (type E)

	E14
	E15

f. Panneaux de signalisation directionnelle



g. Signalisation de carrefour (PK 42+120)

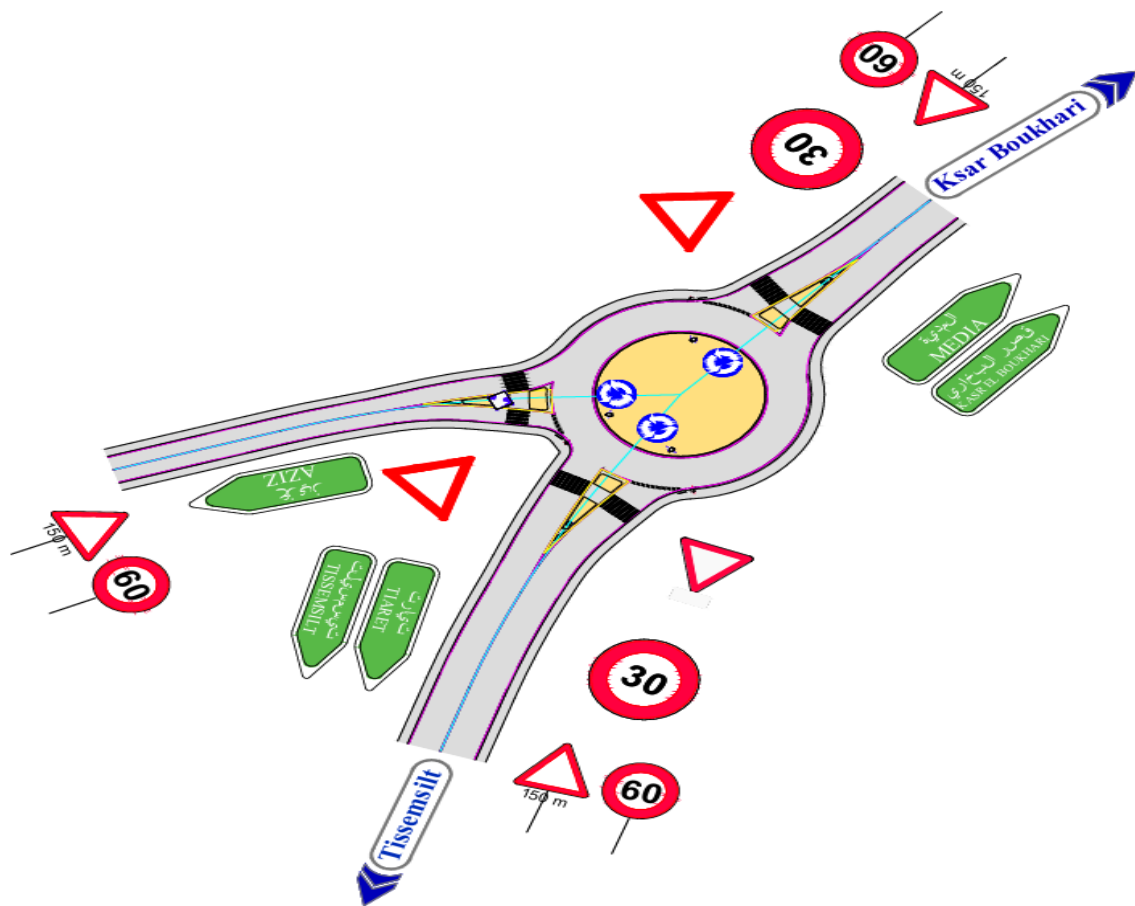


Figure XI-7 : Signalisation de carrefour

XI.1.6.3. Les glissières de sécurité

- Séparateur en béton DBA

XI.2. ECLAIRAGE

XI.2.1. Introduction

La sécurité routière constitue une priorité majeure dans l'aménagement des infrastructures, **L'éclairage public** et **la signalisation** nocturne sont des éléments fondamentaux pour assurer la sécurité et le confort des usagers de la route pendant la nuit. En permettant une bonne visibilité des voies, des obstacles et des zones sensibles, ils facilitent la circulation des automobilistes sans dépendance excessive aux phares, tout en offrant aux piétons une meilleure perception de leur environnement. Leur rôle est donc essentiel pour prévenir les accidents et garantir des déplacements sûrs, même en conditions de faible luminosité.

XI.2.2. Différentes catégories d'éclairage

On distingue quatre (04) catégories d'éclairages publics :

- **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.

XI.2.3. Paramètres d'implantation des luminaires

- **L'espacement (e) entre luminaires** : qui varie en fonction du type de voie varie de 30 à 50 m
- **La hauteur (h) du luminaire** : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- **La largeur (l) de la chaussée.**
- **Le porte-à-faux (p)** du foyer par rapport au support varie de 1.5 à 2 m
- **L'inclinaison**, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée varie 20 à 30 cm

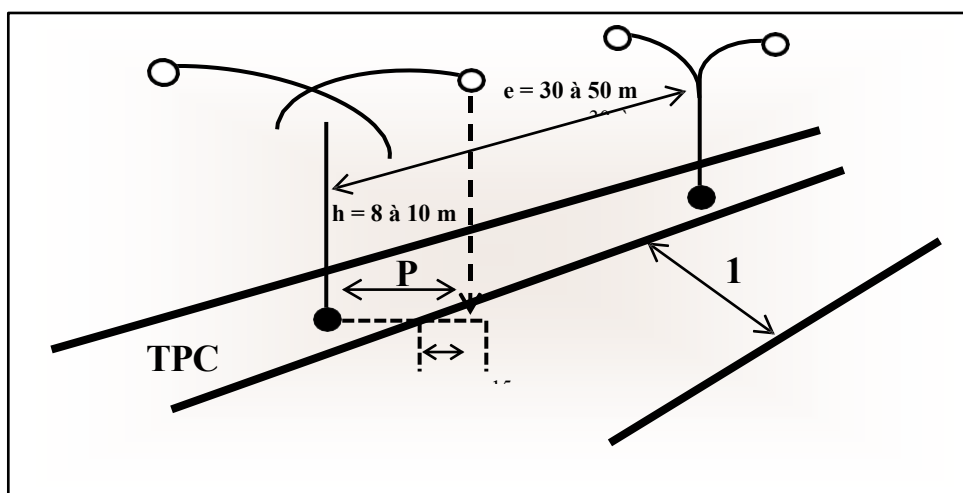


Figure XI-8 : Paramètres de l'implantation des luminaires

XI.2.4. Application au projet

Dans le cadre de l'aménagement du tronçon de la RN 127, situé en zone non urbaine, une étude approfondie de l'éclairage public a été réalisée. Celle-ci s'est principalement concentrée sur deux giratoires présentant un rayon géométrique de $R_g = 25 \text{ m}$.

L'objectif principal de ce projet est d'assurer la sécurité des usagers, notamment la nuit ou en conditions de faible visibilité, grâce à un éclairage homogène et efficace autour des carrefours giratoires.

Pour cela, chaque giratoire est équipé de :

- **1 poteaux d'éclairage à l'intérieur**, garantissant un éclairage central optimal.
- **4 poteaux d'éclairage à l'extérieur**, permettant de couvrir efficacement les voies d'entrée et de sortie.

Matériel utilisé

Les équipements retenus, conformément au devis, sont les suivants :

Tableau XI-2 : Matériel utilisé dans notre projet

Matériel	Description	Nombre
Poteaux d'éclairage	Supports des luminaires, assurant une hauteur d'éclairage adaptée.	10
Câblage (600 ML)	Pour une alimentation électrique sécurisée et conforme aux normes.	2
Luminaires LED (150W IP66)	Appareils à haute performance énergétique, résistants à l'eau et à la poussière.	10
Tableaux de commande	Assurent la gestion automatisée de l'éclairage (mise en marche/extinction).	2
Massifs en béton	Fondations solides garantissant la stabilité et la pérennité des poteaux.	10

CHAPITRE XII :
IMPACT SUR
L'ENVIRONNEMENT

XII.1. INTRODUCTION

La réalisation de projets routiers fait partie des travaux d'ingénierie les plus importants, jouant un rôle crucial dans le développement économique et social de tout pays. Mais ces projets engendrent des impacts environnementaux négatifs, tels que la pollution, l'épuisement des ressources et la dégradation des paysages.

Il est donc essentiel de réaliser une étude d'impact environnemental afin de réduire ces effets et d'assurer un équilibre entre développement et durabilité.

XII.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Dans le cadre de notre projet, l'étude d'impact environnemental est essentielle pour assurer une bonne intégration de la route dans son environnement.

Elle permet d'évaluer les effets du projet sur l'environnement local et de proposer des solutions pour réduire les impacts négatifs, les objectifs principaux de cette étude sont :

- Identifier et évaluer l'importance des impacts du projet sur le milieu physique (sols, eau, air), biologique (faune, flore), humain, ainsi que sur le paysage et le climat sonore.
- Fournir des informations au maître d'ouvrage pour anticiper les défis environnementaux et garantir la qualité environnementale pendant toute la durée du projet.
- Rechercher une intégration optimale de la route dans son environnement naturel.
- Gérer et entretenir les abords de la route de manière durable.
- Préserver les espèces végétales et animales.

XII.3. IDENTIFICATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

L'analyse des impacts environnementaux consiste à étudier les effets possibles du projet sur l'environnement, en tenant compte de ses différentes phases. Pendant la phase de construction, le projet peut provoquer des impacts temporaires. Ensuite, lors de la phase d'exploitation, des impacts permanents. Cette étude permet ainsi d'identifier ces effets pour mieux les prévenir ou les réduire.

XII.3.1. Impacts négatifs

Pour notre cas c'est un projet de dédoublement de la RN127, et pour une infrastructure déjà existée les nouveaux impacts sont limités sur la population et surtout sur l'environnement.

XII.3.1.1. Impacts négatifs associés à la phase de construction

Les principaux impacts négatifs attendus de la réalisation de ce projet sont les suivants :

- Pollution de l'air générée par les poussières et les gaz d'échappement des engins de chantier.
- Les travaux dans le chantier peuvent provoquer des perturbations considérables dans le flux de circulation, il peut également rendre l'accès à certaines zones plus difficile.
- Les déchets liquides et solides issus des installations du chantier peuvent entraîner une pollution des sols et des eaux.

- La poussière et les gaz d'échappement libérés par les machines altèrent la qualité de l'air dans les zones proches du chantier.
- Le paysage local peut être altéré par la destruction d'éléments naturels (arbres, reliefs) et par l'apparition de structures artificielles.

XII.3.1.2. Impacts négatifs associés à la phase d'exploitation

La phase d'exploitation d'une infrastructure routière comme notre projet du dédoublement de la RN127 engendre principalement des impacts permanents, répartis comme suit :

a) Impacts sur les ressources en eau

Les résidus issus des véhicules (huiles, graisses, carburants, particules d'usure) s'accumulent sur la chaussée. Lors des pluies, ces polluants sont entraînés par les eaux de ruissellement vers les milieux naturels, pouvant contaminer les eaux superficielles et souterraines. L'intégration de systèmes de drainage et de bassins de rétention permet de limiter ces effets.

b) Impacts sur la qualité de l'air

L'exploitation routière entraîne une augmentation des émissions de gaz nocifs (CO, CO₂, NO_x, SO₂, O₃, etc.), issus du trafic routier. Cette pollution atmosphérique peut détériorer la qualité de l'air, particulièrement dans les zones densément peuplées ou peu ventilées.

c) Impacts sur le milieu biologique

- Flore

Les émissions polluantes générées par le projet peuvent nuire à la végétation bordant la route, entraînant un affaiblissement ou même la disparition de certaines espèces, notamment celles qui sont sensibles ou protégées dans la zone du projet. De plus, les travaux de terrassement perturbent l'aération des racines, empêchant leur développement normal, ce qui peut entraîner une dégradation des terres agricoles et une réduction du couvert végétal, affectant ainsi l'équilibre écologique de la zone.

- Faune

Les nouvelles infrastructures routières peuvent perturber les chemins naturels des animaux, les obligeant à traverser les routes, ce qui entraîne des accidents. Ces projets ont des impacts considérables sur l'écosystème en fragmentant les habitats, perturbant les migrations et réduisant la biodiversité. Il est essentiel de prendre en compte ces effets pour limiter leur impact sur le milieu naturel.

d) Impacts sur les sols

De manière générale, les impacts seront liés à la hauteur des terrassements (déblais et remblais), et l'usage prolongé de la route peut entraîner :

- Un changement d'usage des sols (urbanisation, artificialisation).
- Une pollution des sols par infiltration de polluants chimiques.
- Une augmentation de l'érosion, surtout lorsqu'il n'y a pas de végétation ou de protections pour retenir le sol.

e) Impacts sur les habitants

- **Bruit**

La présence d'une route près des zones résidentielles peut avoir des conséquences sur la santé des habitants, principalement en raison du bruit constant produit par le trafic. Ce bruit peut provoquer des problèmes de santé tels que la perte de sommeil et une diminution de l'acuité auditive, affectant ainsi la qualité de vie des habitants voisins.

- **Sécurité**

L'augmentation du trafic peut accroître les risques d'accidents, d'où l'importance de prévoir des infrastructures adaptées pour garantir la sécurité. Il est essentiel d'installer des trottoirs, des passerelles piétonnes et une signalisation appropriée afin de réduire les risques pour les piétons et les automobilistes. Ces aménagements contribuent à mieux organiser la circulation et à limiter les accidents.

XII.3.2. Impacts positifs

Le projet de dédoublement de la RN 127 entre KSAR EL BOUKHARI et TISSEMSILT représente un véritable levier de développement durable à plusieurs niveaux. Il ne vise pas uniquement l'amélioration des infrastructures, mais cherche également à générer des retombées positives concrètes sur les plans social et économique, tout en renforçant la sécurité routière et en facilitant la mobilité entre les régions.

Parmi les principaux impacts attendus, on peut citer :

- L'amélioration de la sécurité routière se manifeste par une baisse du taux d'accidents, rendue possible grâce à une conception géométrique optimisée et à l'élargissement du nombre de voies.
- La facilitation de la mobilité se traduit par une réduction du temps de déplacement et les ralentissements sur les routes principales, ce qui améliore la fluidité du trafic.
- L'amélioration du transport des matériaux et équipements, favorisant ainsi les investissements et les échanges commerciaux régionaux.
- Génération de postes temporaires durant la phase de construction, et d'emplois permanents pour les besoins d'entretien et de gestion une fois le projet achevé.
- Le développement du tourisme intérieur passe par une meilleure accessibilité aux sites naturels et touristiques, ce qui renforce l'attractivité de la région.

XII.3.3. Stratégies pour atténuer les Impacts négatifs environnementaux

Plusieurs stratégies sont mises en place pour réduire les impacts environnementaux, notamment :

XII.3.3.1. Dans la phase de Construction

- Installer des passages pour la faune (inférieurs ou supérieurs) pour assurer la sécurité des animaux, tout en permettant une meilleure gestion du drainage des eaux.
- Arrosage des pistes pour réduire la poussière et la pollution de l'air, notamment près des zones résidentielles, afin d'éviter les nuisances pour les habitants et la faune.
- Création de zones dédiées pour le nettoyage et le ravitaillement des véhicules afin de prévenir la contamination des sols et des eaux.
- Réduction de l'emprise sur les terres agricoles en choisissant des ouvrages durables au lieu de remblais massifs
- Utilisation d'enrobés spéciaux pour limiter les bruits de circulation pendant la phase de construction et réduire les nuisances sonores, en particulier dans les zones résidentielles proches.

XII.3.3.2. Dans la phase d'Exploitation

- Maintenir les véhicules dans leur voie de circulation afin d'éviter tout déversement hors de la chaussée et protéger l'environnement.
- Prévenir la pollution en assurant l'étanchéité des accotements et des réseaux d'assainissement, tout en maintenant les plantations comme le terre-plein central et les talus.
- Vérification régulière des dalots et autres ouvrages pour éviter les inondations et gérer les eaux pluviales.
- Assurer une maintenance régulière des routes et infrastructures afin de garantir leur sécurité et durabilité tout en préservant l'environnement.
- Limiter la vitesse des poids lourds afin de réduire la pollution des oueds et prévenir les accidents liés aux produits dangereux.
- Mettre en œuvre un programme de suivi de la qualité de l'air et du bruit afin de réduire les impacts sur les zones sensibles.

XII.4. CONCLUSION

Bien que tout projet routier ait un impact sur l'environnement, notamment durant les phases de construction et d'exploitation, les études d'impact environnemental permettent d'en atténuer les effets négatifs en intégrant des mesures de prévention et de suivi, assurant ainsi un équilibre entre développement des infrastructures et préservation du milieu naturel.

CHAPITRE XIII :
DEVIS QUANTITATIF ET
ESTIMATIF

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

XIII.1. INTRODUCTION

Dans tout projet de construction, l'estimation des coûts et la préparation rigoureuse des documents contractuels constituent des étapes essentielles pour assurer une exécution efficace et conforme aux objectifs fixés. Sur la base des plans et des données techniques disponibles, le contractant élabore un marché intégré au contrat liant le Maître de l'Ouvrage au Maître d'Œuvre.

Parmi les pièces maîtresses de ce marché figure le **Devis Quantitatif et Estimatif (DQE)**, ou **Métre Quantitatif Estimatif (MQE)**. Ce document central décrit avec précision les travaux à réaliser, en indiquant pour chacun les quantités prévues et les prix unitaires associés. Il constitue un outil indispensable pour estimer le coût global du projet, et joue un rôle clé dans la planification budgétaire ainsi que dans le suivi financier tout au long de l'exécution.

XIII.2. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Projet : Etude en APD d'un tronçon du dédoublement de la RN 127 reliant la wilaya de TISSEMSILT et l'Autoroute Nord-Sud sur Avec la conception de deux carrefours giratoires.

Tableau XIII-1 : Devis quantitatif et estimatif

N°	DESIGNATIONS DES TRAVAUX	U	Prix Unitaire (H.T) Dinars	Quantité	Montant
1	Installation et logistique du chantier				
1.1	Installation et rempliment du chantier (Lot route)	F	53 800 000,00	1,00	53 800 000,00
1.2	Étude d'exécution (lot route)	F	15 030 000,00	1,00	15 030 000,00
TOTAL	Installation et logistique du chantier				68830 000,00
2	Libération de l'emprise				
2.1	Déplacement de fibre optique	ML	7 400,00	7853	58 112 200,00
2.2	Déplacement de poteaux électrique MT	U	4 000 000,00	9,00	36 000 000,00
2.3	Déplacement de poteaux électrique BT	U	3 000 000,04	8,00	24 000 000,32
2.4	F.T.M.O du béton de propreté dosé 350 Kg/m ³ pour les ouvrages de protection des conduites gazoducs	m ³	50 000,00	150,00	7 500 000,00
2.5	F, T, M, O sable pour les ouvrages de protection des conduites gazoducs	m ³	2 272,00	120,00	272 640,00
2.6	Déplacement réseau gaz	ML	5 300,00	90,00	477 000,00
TOTAL	Libération de l'emprise				68 249 640,32

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

3	Préparation des Terrain				
3.1	Démolition des buses des diamètres Ø800 à Ø2000	U	48 715,00	12,00	584 580,00
3.2	Démolition des dalots de dimensions inférieure ou égal à 2x2	U	79 080,00	5,00	395 400,00
3.3	Débroussaillage et abattage d'arbres ép<20 cm	m ²	150 000,00	50,00	7 500 000,00
3.4	Démolition des fossés bétonné existant	ML	1 700,00	9 000,00	15 300 000,00
TOTAL		Préparation des Terrain			23 779980,00
4	Terrassement				
4.1	Décapage de terre végétale ép=20 cm,	m ²	75,00	1603892,90	120 291 967,50
4.2	Déblais en terrain meuble mise en dépôt,	m ³	377,00	519 283,90	195 770 030,30
4.3	Remblai d'emprunt en matériaux sélectionnés (TUF, TVO, stérile de carrière), y compris étalage, humidification, malaxage, compactage, fourniture et le transport des matériaux, le transport d'eau quel que soit la distance jusqu'à 20 km et	m ³	740,00	179 299,60	132 681 704,00
4.4	F, T, M, O couche de forme en TUF ép = 40 cm, y compris étalage, humidification, malaxage, compactage fourniture et le transport des matériaux, le transport d'eau quel que soit la distance jusqu'à 20 km et compris toutes sujétions de bonne exécution	m ³	835,00	90 379,00	75 466 465,00
4.5	Plus valus transport de matériaux sur une distance sup à 20Km	m ³ ×Km	18,00	4 021 494,00	72 386 892,00
TOTAL		Terrassement			595 278 593,80
5	Construction du corps de chaussée				
5.1	Scarification de la chaussée existante y compris toutes sujétions de bonne exécution	m ²	173,00	56000,00	9 688 000,00
5.2	F, T, M, O couche de fondation en GNT (0/31.5) ép 30 cm, y compris élagage, humidification, malaxage, compactage, le transport des agrégats et d'eau quelle que soit la distance et toutes sujétion de bonne exécution	m ³	3 200,00	51 655,60	165 297 920,00

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

5.3	F.T.M.O d'une couche de base en grave bitume (0/20), ép=19cm en deux couches ; y compris le transport quelle que soit la distance et toutes sujétions de bonne exécution	T	7 000,00	79 216,00	554 512 000,00
5.4	F, T, M, O d'une couche d'imprégnation en Cut Back 0/1	m ²	150,00	172 000,00	25 800 000,00
5.5	F.T.M.O Couche d'accrochage en émulsion 65% y compris toutes sujétions de bonne exécution	m ²	100,00	172 000,00	17 200 000,00
5.6	F.T.M.O d'une couche de roulement en béton bitumineux (0/14), ep=06 ; y compris le transport quelle que soit la distance et toutes sujétions de bonne exécution	T	8 500,00	23 390,00	198 815 000,00
5.7	F.T.M.O du matériau pour rechargement des accotements en TVC	m ³	3 200,00	24 135,80	77 234 560,00
5.8	Revêtement bicouche (8/15-3/8) pour accotements	m ²	710,00	50 000,00	35 500 000,00
5.9	Rechargement des ilots en terre végétale	m ³	1 000,00	1 815,00	1 815 000,00
TOTAL		Construction du corps de chaussée			1 085 862 480,00
6	Assainissement et drainage				
6.1	F, T, M, O du béton armé dosé à 350kg/3m	m ³	24 000,00	1 800,00	43 200 000,00
6.2	Dalots (2*2) en béton armé dosé 350 kg/m ³	m ³	50000	125	6250000,00
6.3	Dalots (3*2) en béton armé dosé 350 kg/m ³	m ³	65000	220	14300000,00
6.2	F, T, M, O des Buses Ø 1000 135 A	ML	80 000,00	67,50	5 400 000,00
6.3	F, T, M, O des Buses Ø 1200 135 A	ML	95 000,00	157,50	14 962 500,00
6.4	F, T, M, O des Buses Ø 1500 135 A	ML	126 000,00	337,50	42 525 000,00
6.5	Construction d'un fossé bétonné trapézoïdal (b=50cm, h=50cm, m=150cm) en béton légèrement armé en treillis soudés Ø 6, dosé à 250 kg/m ³ sur 10cm d'épaisseur, et toutes sujétions de bonne exécution	ML	4 500,00	31 550,00	141 975 000,00
6.6	F.T.M.O gabions en pierre	m ³	6 923,00	700,00	4 846 100,00
6.7	F.T.M.O Descentes d'eau préfabriquées	ML	5 086,00	1 000,00	5 086 000,00
6.8	Remblais en tout-venant provenant d'une zone d'emprunt autour des buses et dalots. y compris arrosage compactage, et toutes sujétions de bonne exécution.	m ³	1 406,00	5 800,00	8 154 800,00

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

6.9	Réalisation d'un caniveau au niveau du TPC en béton légèrement armé, dosé à 250 kg/m ³ ,	ML	4 300,00	7 000,00	30 100 000,00
6.10	Fourniture et pose de sable au fond des fouilles y compris transport et mise en œuvre d'une épaisseur de 10 cm.	m ³	2 272,00	260,00	590 720,00
6.11	Fourniture et pose de gravier au fond des fouilles y compris transport et mise en œuvre d'une épaisseur de 30 cm.	m ³	2 618,00	130,00	340 340,00
6.12	Remblai Contigu autour des ouvrages hydrauliques avec un matériau Sélectionné (GNT 0/31,5)	m ³	3 800,00	3 000,00	11 400 000,00
TOTAL		Assainissement et drainage			329 130 460,00
7	Section ouvrage d'art PK 41+780 (évitement SEBT AZIZ)				
7.1	Ouvrage d'art	m ²	708,00	262 000,00	185 496 000,00
TOTAL		OA PK 41+780 (Evitement SEBT AZIZ)		185 496 000,00	
8	Signalisation horizontale et verticale				
8.1	Marquages longitudinaux discontinue type T1 2U	ML	116,00	20 000,00	2 320 000,00
8.2	Marquages longitudinaux discontinue type T2 3U	ML	169,00	15 000,00	2 535 000,00
8.3	Marquages longitudinaux discontinue type T2 5U	ML	285,00	200,00	57 000,00
8.4	Marquages longitudinaux continue type 3U	ML	249,00	5 000,00	1 245 000,00
8.5	Marquage de flèche de rabattement	U	3 378,00	50,00	168 900,00
8.6	Fourniture et pose des panneaux Triangles et Disques de grande gamme	U	48 282,00	100,00	4 828 200,00
8.7	Fourniture et pose des panneaux de direction 2m*2m	U	168 888,00	10,00	1 688 880,00
8.8	Fourniture et pose des panneaux de Jalonnement de 1,50*0,80 m	U	75 106,00	10,00	751 060,00
8.9	Réflecteur simple face sur DBA	U	1 384,00	1 500,00	2 076 000,00
8.10	Fourniture et pose des bornes kilométrique	U	33 600,00	10,00	336 000,00
TOTAL		Signalisation horizontale et verticale		16 006 040,00	
9	Éclairage				
9.1	Poteaux d'éclairage	U	65 000	10	650000

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

9.2	Câblage 4x10 mm ²	ML	1 200	600	720 000
9.3	Luminaires LED 150W IP66	U	40 000	10	400 000
9.4	Tableau de commande	U	350 000	2	700 000
9.5	Travaux de génie civil (massifs béton)	U	15 000	10	150 000
TOTAL		Éclairage			2 620 000,00
10	Divers				
10.1	F.T.M.O Séparateur en béton DBA	ML	5 000,00	10 000,00	50 000 000,00
10.2	F.T.M.O Glissière de sécurité métallique simple	ML	9 000,00	8 800,00	79 200 000,00
10.3	F.T.M.O bordures préfabriquées type T2	ML	1 200,00	20 000,00	24 000 000,00
10.4	F.T.M.O bordures préfabriquées type I2	ML	1 200,00	800	960 000,00
TOTAL		Divers			154 160 000,00
MONTANT H T					2 530 731 659,12
MONTANT DE LA TVA (19%)					480 839 015,23
MONTANT EN TTC					3 011 570 674,35

Le montant total du notre projet en lettres est de :

Trois milliards onze millions cinq cent soixante-dix mille six cent soixante-quatorze dinars et trente-cinq centimes.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

À l'issue de cette étude, portant sur le projet de dédoublement de la RN127 sur un linéaire de 10 Km, entre le PK 36+000 et le PK 46+000, avec la conception de deux carrefours giratoires, nous considérons ce travail comme une véritable première immersion dans la réalisation d'un projet routier concret.

Ce projet de fin d'études a représenté pour nous une expérience enrichissante, à la fois sur le plan technique et humain. Il nous a permis de mettre en application les enseignements théoriques acquis tout au long de notre formation à l'École Nationale Supérieure des Travaux Publics, en particulier dans les domaines de la géométrie routière, du dimensionnement, de l'assainissement et de la signalisation.

Dans notre démarche, nous avons veillé à respecter les normes en vigueur, notamment celles fixées par l'ARP, tout en tenant compte des contraintes existantes sur le terrain : réseaux divers, obstacles naturels, zones bâties... Nous avons également mis un point d'honneur à assurer le confort et la sécurité des usagers, tout en optimisant les aspects économiques et environnementaux du projet.

Ce projet nous a également permis de nous confronter aux réalités du terrain, en prenant connaissance des problématiques techniques et administratives qui peuvent survenir dans un projet d'infrastructure routière. Il nous a offert l'opportunité de bénéficier des conseils de professionnels expérimentés, ce qui a grandement enrichi notre approche.

Par ailleurs, cette étude nous a permis de perfectionner notre maîtrise des outils numériques essentiels dans le domaine des travaux publics, notamment les logiciels PISTE, AUTOCAD, COVADIS, ALIZE, GEOSTUDIO et GLOBAL MAPPER, qui ont été indispensables pour atteindre les objectifs fixés dans les délais impartis.

En définitive, ce projet nous a permis de valoriser nos compétences, de développer une méthodologie de travail rigoureuse, et de mieux cerner les exigences du monde professionnel. Il constitue ainsi une étape charnière dans notre parcours, renforçant notre motivation à contribuer activement au développement des infrastructures en Algérie.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

REGLEMENT

- **ARP** : aménagement des routes principale 2015.
- Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales – Carrefours plans, SETRA, décembre 1998.

DOCUMENTS

- **GTR** (Guide des Terrassement Routiers, Réalisation des remblais et des couches de formes. SETRA – 1994.
- Catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves. Ministère des Travaux Publics / « CTTTP ». 2001.
- Le guide technique Assainissement routier-Edition, Octobre 2006.
- Signalisation routière arrêté et instruction interministériels du 15 Juillet 1974.
- Cours E.N.S.T.P. 2^{ème} année d'hydraulique de Mr LEFKIR.
- Cours E.N.S.T.P. 2^{ème} année de géotechnique routière Mr HAMADI KAMEL.
- Anciennes thèses ...E.N.S.T.P. (mémoires de fin d'étude).
- Rapport géotechnique tiré par la SETS et SETO.
- Rapport hydraulique tiré par SETS et SETO.

LOGICIELS UTILISES

- AUTOCAD version 2019.
- ALIZE LCPC Recherche.
- COVADIS - AUTOPISTE version 2017.
- GEOSTUDIO.
- GLOBAL MAPPER.
- Google Earth.
- Microsoft Office (Word, Excel).

SITE WEB

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya de M%C3%A9d%C3%A9](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_M%C3%A9d%C3%A9)
- <https://fr.scribd.com/document/481224106/09-docx>
- <https://www.scribd.com/document/399326695/4-Trace-en-plan-ch2>
- <https://fr.slideshare.net/slideshow/10etude-des-carffours/49988325>
- https://www.idrrim.com/ressources/documents/6/3344,Guide-giratoires_VWeb.pdf
- <https://scholar.google.com/>

ANNEXES

ANNEXE A : AXE EN PLAN

Dossier traces 2013 -Copie.dwg final.dwg GEOMEDIA S.A.S. Le 20/05/2025 à 09 :19

Axe En Plan

Axe : Axe RN 127

Table courante : ARP R80 2x2 voies

Elts Caractéristiques			Points de Contacts			
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	41.25gr	370.647	0+000.000	447522.594	3960941.684
Arc 1	Rayon	-1500.000 m	525.124	0+370.647	447746.291	3961237.215
	Centre X	448942.300 m				
	Centre Y	3960331.918 m				
Droite 2	Gisement	63.54gr	140.784	0+895.771	448129.331	3961592.505
Arc 2	Rayon	1000.000 m	195.859	1+036.555	448247.644	3961668.807
	Centre X	447705.665 m				
	Centre Y	3962509.199 m				
Droite 3	Gisement	51.07gr	1032.456	1+232.414	448400.830	3961790.349
Arc 3	Rayon	1800.000 m	331.993	2+264.870	449143.011	3962508.076
	Centre X	447891.714 m				
	Centre Y	3963802.007 m				
Droite 4	Gisement	39.32gr	726.445	2+596.863	449359.091	3962759.506
Clothoïde 1	Paramètre	-257.876	133.000	3+323.308	449779.824	3963351.711
Arc 4	Rayon	-500.000 m	354.634	3+456.308	449861.517	3963456.532
	Centre X	450227.121 m				
	Centre Y	3963115.454 m				
Clothoïde 2	Paramètre	257.876	133.000	3+810.942	450171.823	3963612.387
Droite 5	Gisement	101.41gr	185.118	3+943.942	450304.686	3963615.330
Arc 5	Rayon	1000.000 m	257.824	4+129.060	450489.759	3963611.225
	Centre X	450511.934 m				
	Centre Y	3964610.979 m				
Droite 6	Gisement	85.00gr	170.748	4+386.884	450745.406	3963638.615
Clothoïde 3	Paramètre	305.123	133.000	4+557.632	450911.434	3963678.480
Arc 6	Rayon	700.000 m	405.966	4+690.632	451039.659	3963713.596
	Centre X	450812.402 m				
	Centre Y	3964375.679 m				
Clothoïde 4	Paramètre	-305.123	133.000	5+096.598	451365.311	3963946.387

ANNEXE A : AXE EN PLAN

Droite 7	Gisement	35.98gr	93.710	5+229.598	451440.033	3964056.348
Clothoïde 5	Paramètre	257.876	133.000	5+323.308	451490.223	3964135.485
Arc 7	Rayon	500.000 m	120.432	5+456.308	451556.357	3964250.756
	Centre X	451102.333 m				
	Centre Y	3964460.190 m				
Clothoïde 6	Paramètre	-257.876	133.000	5+576.740	451593.209	3964365.106
Droite 8	Gisement	3.71gr	172.750	5+709.740	451606.828	3964497.302
Clothoïde 7	Paramètre	-187.748	117.498	5+882.490	451616.900	3964669.757
Arc 8	Rayon	-300.000 m	220.451	5+999.987	451631.360	3964786.160
	Centre X	451921.722 m				
	Centre Y	3964710.729 m				
Clothoïde 8	Paramètre	187.748	117.498	6+220.438	451756.864	3964961.372
Droite 9	Gisement	75.43gr	135.236	6+337.936	451862.422	3965012.522
Clothoïde 9	Paramètre	-187.748	117.498	6+473.172	451987.709	3965063.432
Arc 9	Rayon	-300.000 m	9.448	6+590.670	452099.026	3965100.409
	Centre X	452155.724 m				
	Centre Y	3964805.816 m				
Clothoïde 10	Paramètre	187.748	117.498	6+600.117	452108.330	3965102.048
Droite 10	Gisement	102.37gr	179.186	6+717.615	452225.582	3965105.341
Arc 10	Rayon	-1000.000 m	191.432	6+896.801	452404.644	3965098.679
	Centre X	452367.468 m				
	Centre Y	3964099.370 m				
Droite 11	Gisement	114.55gr	301.474	7+088.233	452594.098	3965073.351
Clothoïde 11	Paramètre	257.876	133.000	7+389.707	452887.728	3965005.028
Arc 11	Rayon	500.000 m	172.232	7+522.707	453018.373	3964980.675
	Centre X	453066.108 m				
	Centre Y	3965478.392 m				
Clothoïde 12	Paramètre	-257.876	133.000	7+694.939	453189.252	3964993.793
Droite 12	Gisement	75.69gr	44.204	7+827.939	453314.649	3965037.801
Clothoïde 13	Paramètre	-244.643	133.000	7+872.142	453355.669	3965054.273
Arc 12	Rayon	-450.000 m	2.507	8+005.142	453481.258	3965097.655
	Centre X	453585.631 m				
	Centre Y	3964659.927 m				
Clothoïde 14	Paramètre	244.643	133.000	8+007.649	453483.699	3965098.230
Droite 13	Gisement	94.86gr	569.331	8+140.649	453615.449	3965115.451
Clothoïde 15	Paramètre	-209.141	124.971	8+709.981	454182.926	3965161.358
Arc 13	Rayon	-350.000 m	78.038	8+834.951	454307.692	3965164.007
	Centre X	454273.513 m				
	Centre Y	3964815.680 m				

ANNEXE A : AXE EN PLAN

Clothoïde 16	Paramètre	209.141	124.971	8+912.990	454383.869	3965147.827
Droite 14	Gisement	131.79gr	67.817	9+037.961	454496.787	3965094.693
Arc 14	Rayon	-900.000 m	74.411	9+105.777	454556.324	3965062.221
	Centre X	454125.390 m				
	Centre Y	3964272.098 m				
Droite 15	Gisement	137.05gr	78.583	9+180.188	454620.104	3965023.934
Clothoïde 17	Paramètre	187.748	117.498	9+258.772	454685.751	3964980.738
Arc 15	Rayon	300.000 m	439.718	9+376.269	454787.734	3964922.788
	Centre X	454900.723 m				
	Centre Y	3965200.698 m				
Clothoïde 18	Paramètre	-187.748	117.498	9+815.987	455165.249	3965059.186
Droite 16	Gisement	18.81gr	66.515	9+933.485	455206.642	3965168.938
				9+1000.000	455226.005	3965232.571
Longueur totale de l'axe 10000.000 mètre(s)						

ANNEXE B : PROFIL EN LONG PROJET

Dossier traces 2013 -Copie.dwg final.dwg GEOMEDIA S.A.S. Le 20/05/2025 à 09 :19

Profil En Long Projet

Axe : Axe RN 127

Table courante : ARP R80 2x2 voies

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente	3.62 %	745.994	0+006.259	895.587
Parabole 1	Rayon	-10000.000 m	247.337	0+752.253	922.592
	Sommet Absc.	1+114.257 m			
	Sommet Alt.	929.144 m			
Pente 2	Pente	1.15 %	4.610	0+999.590	928.487
Parabole 2	Rayon	-20000.000 m	127.102	1+004.200	928.540
	Sommet Absc.	1+233.534 m			
	Sommet Alt.	929.855 m			
Pente 3	Pente	0.51 %	115.435	1+131.303	929.593
Parabole 3	Rayon	6000.000 m	165.202	1+246.737	930.183
	Sommet Absc.	1+216.068 m			
	Sommet Alt.	930.105 m			
Pente 4	Pente	3.26 %	380.934	1+411.940	933.302
Parabole 4	Rayon	-10000.000 m	557.502	1+792.874	945.738
	Sommet Absc.	2+119.327 m			
	Sommet Alt.	951.066 m			
Pente 5	Pente	-2.31 %	198.376	2+350.376	948.397
Parabole 5	Rayon	20000.000 m	290.710	2+548.753	943.814
	Sommet Absc.	3+010.851 m			
	Sommet Alt.	938.475 m			
Pente 6	Pente	-0.86 %	512.454	2+839.462	939.210
Parabole 6	Rayon	-5000.000 m	208.991	3+351.917	934.818
	Sommet Absc.	3+309.070 m			
	Sommet Alt.	935.002 m			
Pente 7	Pente	-5.04 %	123.577	3+560.908	928.660
Parabole 7	Rayon	3000.000 m	125.069	3+684.485	922.435
	Sommet Absc.	3+835.588 m			
	Sommet Alt.	918.630 m			
Pente 8	Pente	-0.87 %	467.786	3+809.554	918.743
Parabole 8	Rayon	-9000.000 m	263.927	4+277.340	914.683
	Sommet Absc.	4+199.237 m			
	Sommet Alt.	915.022 m			
Pente 9	Pente	-3.80 %	227.417	4+541.267	908.523
Parabole 9	Rayon	5000.000 m	240.340	4+768.684	899.881
	Sommet Absc.	4+958.701 m			
	Sommet Alt.	896.270 m			
Pente 10	Pente	1.01 %	55.894	5+009.024	896.523
Parabole 10	Rayon	-4000.000 m	174.388	5+064.918	897.086
	Sommet Absc.	5+105.177 m			
	Sommet Alt.	897.288 m			
Pente 11	Pente	-3.35 %	268.828	5+239.307	895.040
Parabole 11	Rayon	4000.000 m	103.405	5+508.135	886.025
	Sommet Absc.	5+642.265 m			
	Sommet Alt.	883.776 m			

ANNEXE B : PROFIL EN LONG PROJET

Pente 12	Pente	-0.77 %	470.639	5+611.540	883.894
Parabole 12	Rayon	4000.000 m	169.588	6+082.179	880.279
	Sommet Absc.	6+112.904 m			
	Sommet Alt.	880.161 m			
Pente 13	Pente	3.47 %	109.475	6+251.767	882.571
Parabole 13	Rayon	-4500.000 m	179.862	6+361.243	886.372
	Sommet Absc.	6+517.464 m			
	Sommet Alt.	889.084 m			
Pente 14	Pente	-0.53 %	280.584	6+541.104	889.022
Parabole 14	Rayon	-8000.000 m	166.248	6+821.689	887.548
	Sommet Absc.	6+779.661 m			
	Sommet Alt.	887.658 m			
Pente 15	Pente	-2.60 %	154.156	6+987.936	884.947
Cercle 1	Rayon	15000.000 m	246.410	7+142.092	880.933
	Sommet Absc.	7+532.477 m			
	Sommet Alt.	875.853 m			
Pente 16	Pente	-0.96 %	34.023	7+388.502	876.544
Parabole 15	Rayon	7000.000 m	173.217	7+422.525	876.217
	Sommet Absc.	7+489.717 m			
	Sommet Alt.	875.894 m			
Pente 17	Pente	1.51 %	519.238	7+595.742	876.697
Parabole 16	Rayon	7000.000 m	193.970	8+114.980	884.562
	Sommet Absc.	8+008.954 m			
	Sommet Alt.	883.759 m			
Pente 18	Pente	4.29 %	140.335	8+308.950	890.187
Parabole 17	Rayon	-5000.000 m	178.151	8+449.285	896.202
	Sommet Absc.	8+663.567 m			
	Sommet Alt.	900.793 m			
Pente 19	Pente	0.72 %	56.299	8+627.436	900.663
Parabole 18	Rayon	-4000.000 m	254.076	8+683.735	901.070
	Sommet Absc.	8+712.640 m			
	Sommet Alt.	901.174 m			
Pente 20	Pente	-5.63 %	1062.189	8+937.811	894.836
				9+1000.000	835.043
Longueur totale de l'axe 9993.741 mètre(s)					
Longueur développée totale de l'axe 9997.991 mètre(s)					

ANNEXE C : CUBATURES DEBLAI REMBLAI (GULDEN)

Dossier traces 2013 -Copie.dwg final.dwg
GEOMEDIA S.A.S.
Le 20/05/2025 à 09 :19

Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Axe : Axe RN 127

Table courante : ARP R80 2x2 voies

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P01	0+000.000	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
P02	0+020.000	20.000	9.57	0.41	191.4	8.2	191.4	8.2
P03	0+040.000	20.000	7.48	0.59	149.7	11.8	341.1	20.0
P04	0+060.000	20.000	6.90	0.94	138.0	18.8	479.1	38.9
P05	0+080.000	20.000	5.97	2.44	119.4	48.9	598.5	87.8
P06	0+100.000	20.000	4.51	5.84	90.3	116.8	688.8	204.5
P07	0+120.000	20.000	3.60	6.40	72.0	127.9	760.8	332.5
P08	0+140.000	20.000	1.43	7.00	28.6	139.9	789.4	472.4
P09	0+160.000	20.000	1.21	9.36	24.2	187.2	813.7	659.6
P10	0+180.000	20.000	1.74	11.12	34.9	222.5	848.5	882.1
P11	0+200.000	20.000	1.68	11.61	33.6	232.1	882.1	1114.2
P12	0+220.000	20.000	0.32	14.83	6.3	296.5	888.4	1410.7
P13	0+240.000	20.000	3.33	10.63	66.6	212.6	955.1	1623.3
P14	0+260.000	20.000	1.21	10.62	24.1	212.4	979.2	1835.8
P15	0+280.000	20.000	7.55	4.28	151.0	85.6	1130.2	1921.4
P16	0+300.000	20.000	7.90	5.41	158.0	108.2	1288.2	2029.6
P17	0+320.000	20.000	14.71	3.32	294.1	66.3	1582.3	2096.0
P18	0+340.000	20.000	9.65	14.56	193.0	291.2	1775.3	2387.2
P19	0+360.000	15.324	0.00	40.33	0.0	618.0	1775.4	3005.2
P20	0+370.647	10.000	1.05	64.11	10.4	642.6	1785.8	3647.8
P21	0+380.000	14.676	0.00	42.67	0.0	628.3	1785.8	4276.1
P22	0+400.000	20.000	0.00	32.78	0.0	657.5	1785.8	4933.6
P23	0+420.000	20.000	2.26	28.08	44.9	563.3	1830.7	5496.9
P24	0+440.000	20.000	1.91	23.04	38.0	462.2	1868.7	5959.1
P25	0+460.000	20.000	2.52	17.87	50.1	358.4	1918.8	6317.5
P26	0+480.000	20.000	4.17	12.71	82.9	255.1	2001.7	6572.7
P27	0+500.000	20.000	5.37	14.54	106.8	292.0	2108.5	6864.6
P28	0+520.000	20.000	4.58	17.82	91.0	357.7	2199.6	7222.4
P29	0+540.000	20.000	5.11	17.94	101.6	360.5	2301.2	7582.8
P30	0+560.000	20.000	4.26	20.70	84.6	415.8	2385.8	7998.6
P31	0+580.000	20.000	5.91	16.00	117.6	321.8	2503.5	8320.3
P32	0+600.000	20.000	11.01	12.24	218.7	246.2	2722.2	8566.6
P33	0+620.000	16.605	45.79	10.68	754.2	178.4	3476.4	8745.0
P34	0+633.209	10.000	46.40	9.81	460.1	98.7	3936.5	8843.7
P35	0+640.000	13.395	33.11	11.53	440.3	155.4	4376.8	8999.1
P36	0+660.000	20.000	8.16	23.83	162.1	479.0	4538.9	9478.1
P37	0+680.000	20.000	0.00	28.81	0.0	576.7	4538.9	10054.8
P38	0+700.000	20.000	0.00	37.23	0.0	746.5	4538.9	10801.2
P39	0+720.000	20.000	0.00	49.20	0.0	986.6	4538.9	11787.9
P40	0+740.000	20.000	0.00	66.57	0.0	1334.8	4538.9	13122.6
P41	0+760.000	20.000	0.00	77.16	0.0	1546.8	4538.9	14669.4
P42	0+780.000	20.000	0.00	78.05	0.0	1565.4	4538.9	16234.8
P43	0+800.000	20.000	0.00	71.02	0.0	1425.3	4538.9	17660.1
P44	0+820.000	20.000	0.00	57.58	0.0	1156.1	4538.9	18816.2
P45	0+840.000	20.000	0.00	49.23	0.0	988.2	4538.9	19804.4
P46	0+860.000	20.000	2.12	38.66	42.2	776.1	4581.1	20580.4
P47	0+880.000	17.886	5.50	29.15	97.6	523.2	4678.8	21103.7

ANNEXE C : CUBATURES DEBLAI REMBLAI (GULDEN)

P48	0+895.771	10.000	3.77	23.35	37.6	234.0	4716.3	21337.7
P49	0+900.000	12.114	3.98	20.94	48.3	253.7	4764.6	21591.4
P50	0+920.000	20.000	27.40	1.67	548.0	33.4	5312.6	21624.8
P51	0+940.000	20.000	61.11	0.10	1222.1	2.0	6534.7	21626.8
P52	0+960.000	20.000	124.19	0.06	2483.7	1.2	9018.4	21627.9
P53	0+980.000	20.000	135.45	0.05	2709.0	1.1	11727.4	21629.0
P54	0+1000.000	20.000	89.87	0.06	1797.4	1.3	13524.8	21630.3
P55	1+020.000	18.277	54.60	0.10	997.9	1.8	14522.7	21632.1
P56	1+036.555	10.000	31.92	0.10	319.4	1.0	14842.1	21633.1
P57	1+040.000	11.723	27.30	0.08	321.0	1.0	15163.1	21634.1
P58	1+060.000	20.000	4.58	7.74	92.4	153.5	15255.5	21787.5
P59	1+080.000	20.000	8.05	29.82	162.9	591.7	15418.4	22379.2
P60	1+100.000	20.000	0.00	77.17	0.0	1534.5	15418.4	23913.7
P61	1+120.000	17.242	0.00	60.80	0.0	1044.2	15418.4	24958.0
P62	1+134.484	10.000	0.00	58.18	0.0	579.2	15418.4	25537.2
P63	1+140.000	12.758	0.00	59.65	0.0	757.1	15418.4	26294.3
P64	1+160.000	20.000	0.00	53.93	0.0	1073.3	15418.4	27367.6
P65	1+180.000	20.000	0.00	47.01	0.0	936.2	15418.4	28303.8
P66	1+200.000	20.000	0.00	44.56	0.0	887.8	15418.4	29191.6
P67	1+220.000	16.207	0.00	55.68	0.0	896.2	15418.4	30087.8
P68	1+232.414	10.000	0.00	51.51	0.0	513.9	15418.4	30601.7
P69	1+240.000	13.793	0.00	53.72	0.0	740.9	15418.4	31342.6
P70	1+260.000	20.000	0.00	92.81	0.0	1856.2	15418.4	33198.8
P71	1+280.000	20.000	0.00	117.12	0.0	2342.4	15418.4	35541.2
P72	1+300.000	20.000	0.00	142.27	0.0	2845.4	15418.4	38386.6
P73	1+320.000	20.000	0.00	83.37	0.0	1667.5	15418.4	40054.1
P74	1+340.000	20.000	0.00	42.53	0.0	850.5	15418.4	40904.6
P75	1+360.000	20.000	1.38	24.20	27.5	483.9	15446.0	41388.5
P76	1+380.000	20.000	8.88	6.93	177.6	138.5	15623.6	41527.1
P77	1+400.000	20.000	20.81	0.73	416.2	14.6	16039.8	41541.7
P78	1+420.000	20.000	29.26	0.23	585.1	4.5	16624.9	41546.2
P79	1+440.000	20.000	24.51	0.58	490.2	11.6	17115.1	41557.8
P80	1+460.000	20.000	22.78	0.63	455.5	12.6	17570.6	41570.4
P81	1+480.000	20.000	48.54	0.08	970.7	1.5	18541.3	41571.9
P82	1+500.000	20.000	56.52	0.09	1130.4	1.8	19671.7	41573.7
P83	1+520.000	20.000	64.87	0.08	1297.3	1.6	20969.0	41575.3
P84	1+540.000	20.000	75.33	0.09	1506.7	1.9	22475.7	41577.2
P85	1+560.000	20.000	82.22	0.09	1644.4	1.7	24120.1	41578.9
P86	1+580.000	20.000	87.97	0.08	1759.3	1.6	25879.4	41580.5
P87	1+600.000	20.000	87.00	0.09	1739.9	1.8	27619.3	41582.3
P88	1+620.000	20.000	84.28	0.11	1685.6	2.1	29304.9	41584.4
P89	1+640.000	20.000	75.60	0.08	1512.0	1.5	30816.9	41585.9
P90	1+660.000	20.000	64.38	0.09	1287.5	1.8	32104.5	41587.7
P91	1+680.000	20.000	57.52	0.06	1150.5	1.3	33254.9	41588.9
P92	1+700.000	20.000	52.09	0.06	1041.8	1.2	34296.8	41590.1
P93	1+720.000	20.000	42.68	0.06	853.6	1.2	35150.3	41591.3
P94	1+740.000	20.000	11.18	0.12	223.6	2.4	35373.9	41593.7
P95	1+760.000	20.000	5.47	7.27	109.4	145.4	35483.3	41739.1
P96	1+780.000	20.000	5.29	10.57	105.9	211.4	35589.2	41950.5
P97	1+800.000	20.000	6.82	7.05	136.4	141.0	35725.6	42091.5
P98	1+820.000	20.000	6.32	16.29	126.3	325.8	35851.9	42417.3
P99	1+840.000	20.000	7.17	15.75	143.3	315.1	35995.3	42732.4
P100	1+860.000	20.000	7.19	13.33	143.9	266.6	36139.2	42999.0
P101	1+880.000	20.000	8.16	12.38	163.2	247.7	36302.4	43246.7
P102	1+900.000	20.000	14.33	4.32	286.5	86.4	36588.9	43333.1
P103	1+920.000	20.000	21.33	0.06	426.6	1.2	37015.5	43334.3
P104	1+940.000	20.000	33.84	0.05	676.9	1.0	37692.4	43335.3
P105	1+960.000	20.000	39.91	0.05	798.3	1.0	38490.7	43336.3
P106	1+980.000	20.000	47.75	0.05	955.1	1.1	39445.8	43337.4
P107	2+000.000	20.000	52.80	0.05	1055.9	1.1	40501.7	43338.5
P108	2+020.000	20.000	57.05	0.06	1140.9	1.1	41642.6	43339.6
P109	2+040.000	20.000	61.42	0.05	1228.4	1.0	42871.0	43340.7
P110	2+060.000	20.000	66.26	0.06	1325.2	1.1	44196.1	43341.8

ANNEXE C : CUBATURES DEBLAI REMBLAI (GULDEN)

P111	2+080.000	20.000	72.21	0.06	1444.2	1.2	45640.3	43343.0
P112	2+100.000	20.000	76.28	0.05	1525.5	1.1	47165.8	43344.1
P113	2+120.000	20.000	76.21	0.05	1524.2	1.1	48690.1	43345.2
P114	2+140.000	20.000	76.17	0.06	1523.4	1.2	50213.5	43346.4
P115	2+160.000	20.000	72.03	0.06	1440.6	1.2	51654.1	43347.6
P116	2+180.000	20.000	67.83	0.05	1356.6	1.1	53010.7	43348.6
P117	2+200.000	20.000	62.61	0.06	1252.3	1.2	54263.0	43349.8
P118	2+220.000	20.000	57.94	0.06	1158.8	1.2	55421.8	43351.0
P119	2+240.000	20.000	53.13	0.06	1062.6	1.2	56484.4	43352.3
P120	2+260.000	12.435	45.40	0.06	564.6	0.8	57049.0	43353.0
P121	2+264.870	10.000	43.35	0.06	433.1	0.6	57482.0	43353.6
P122	2+280.000	17.565	41.63	0.06	730.5	1.1	58212.5	43354.7
P123	2+300.000	20.000	35.56	0.06	710.5	1.2	58923.1	43355.9
P124	2+320.000	20.000	33.14	0.06	662.0	1.2	59585.1	43357.1
P125	2+340.000	20.000	35.18	0.06	702.7	1.2	60287.8	43358.3
P126	2+360.000	20.000	36.03	0.07	719.4	1.3	61007.3	43359.6
P127	2+380.000	20.000	34.44	0.07	687.5	1.3	61694.8	43360.9
P128	2+400.000	20.000	33.10	0.09	660.4	1.7	62355.2	43362.6
P129	2+420.000	15.433	23.47	0.16	361.4	2.5	62716.6	43365.2
P130	2+430.867	10.000	15.08	0.32	150.4	3.2	62867.0	43368.4
P131	2+440.000	14.567	6.52	0.55	94.7	8.0	62961.7	43376.3
P132	2+460.000	20.000	0.10	4.10	2.1	82.0	62963.8	43458.3
P133	2+480.000	20.000	0.26	4.17	5.3	83.4	62969.1	43541.7
P134	2+500.000	20.000	0.32	5.38	6.3	107.5	62975.4	43649.2
P135	2+520.000	20.000	0.74	5.84	14.9	116.6	62990.3	43765.8
P136	2+540.000	20.000	0.73	8.99	14.6	179.5	63004.9	43945.3
P137	2+560.000	20.000	0.69	8.43	13.8	168.2	63018.7	44113.6
P138	2+580.000	18.432	0.94	7.57	17.5	139.5	63036.2	44253.1
P139	2+596.863	10.000	1.42	4.88	14.3	48.7	63050.4	44301.8
P140	2+600.000	11.568	1.42	5.76	16.4	66.6	63066.9	44368.4
P141	2+620.000	20.000	1.50	2.39	30.0	47.8	63096.8	44416.2
P142	2+640.000	20.000	0.67	4.14	13.4	82.9	63110.2	44499.1
P143	2+660.000	20.000	1.40	3.17	27.9	63.4	63138.2	44562.5
P144	2+680.000	20.000	2.15	2.46	43.1	49.1	63181.2	44611.7
P145	2+700.000	20.000	3.88	1.52	77.6	30.4	63258.8	44642.1
P146	2+720.000	20.000	5.46	1.51	109.2	30.2	63368.1	44672.3
P147	2+740.000	20.000	6.56	0.43	131.2	8.6	63499.3	44681.0
P148	2+760.000	20.000	7.26	0.20	145.2	4.1	63644.5	44685.0
P149	2+780.000	20.000	9.32	0.13	186.3	2.7	63830.8	44687.7
P150	2+800.000	20.000	10.46	0.11	209.2	2.3	64040.0	44690.0
P151	2+820.000	20.000	13.53	0.08	270.6	1.6	64310.6	44691.6
P152	2+840.000	20.000	12.38	0.10	247.6	2.0	64558.2	44693.6
P153	2+860.000	20.000	13.10	0.08	262.0	1.5	64820.2	44695.1
P154	2+880.000	20.000	9.13	0.08	182.6	1.7	65002.8	44696.8
P155	2+900.000	20.000	7.52	0.14	150.5	2.9	65153.3	44699.7
P156	2+920.000	20.000	5.65	0.40	113.0	7.9	65266.3	44707.6
P157	2+940.000	20.000	8.15	0.13	163.1	2.5	65429.4	44710.1
P158	2+960.000	20.000	7.27	0.10	145.5	2.1	65574.9	44712.2
P159	2+980.000	20.000	9.16	0.09	183.2	1.8	65758.1	44714.0
P160	3+000.000	20.000	6.25	0.15	125.1	3.0	65883.2	44717.1
P161	3+020.000	20.000	6.27	0.15	125.4	3.0	66008.6	44720.1
P162	3+040.000	20.000	7.57	0.13	151.4	2.6	66159.9	44722.7
P163	3+060.000	20.000	11.40	0.08	228.1	1.7	66388.0	44724.4
P164	3+080.000	20.000	7.92	0.14	158.4	2.8	66546.4	44727.1
P165	3+100.000	20.000	7.89	4.34	157.9	86.8	66704.3	44814.0
P166	3+120.000	20.000	11.78	0.31	235.5	6.1	66939.8	44820.1
P167	3+140.000	20.000	9.86	0.27	197.2	5.4	67136.9	44825.5
P168	3+160.000	20.000	6.42	0.24	128.3	4.7	67265.2	44830.2
P169	3+180.000	20.000	8.92	0.12	178.4	2.4	67443.7	44832.6
P170	3+200.000	20.000	5.18	0.95	103.6	19.0	67547.2	44851.6
P171	3+220.000	20.000	3.79	1.49	75.7	29.8	67623.0	44881.4
P172	3+240.000	20.000	1.44	4.71	28.9	94.2	67651.9	44975.6
P173	3+260.000	20.000	0.62	4.88	12.4	97.7	67664.3	45073.3

ANNEXE C : CUBATURES DEBLAI REMBLAI (GULDEN)

P174	3+280.000	20.000	0.05	7.10	0.9	142.0	67665.2	45215.2
P175	3+300.000	20.000	0.90	6.20	18.0	123.9	67683.3	45339.2
P176	3+320.000	11.654	0.15	9.31	1.8	108.5	67685.0	45447.7
P177	3+323.308	10.000	0.08	10.04	0.8	100.3	67685.8	45548.0
P178	3+340.000	18.346	0.06	11.51	1.2	210.9	67687.0	45758.9
P179	3+360.000	20.000	0.00	13.46	0.0	268.7	67687.0	46027.7
P180	3+380.000	20.000	0.07	12.70	1.4	253.2	67688.4	46280.9
P181	3+400.000	20.000	1.73	9.10	34.9	180.8	67723.3	46461.8
P182	3+420.000	20.000	7.39	5.39	149.6	106.5	67872.9	46568.3
P183	3+440.000	18.154	14.41	4.09	265.1	73.1	68138.0	46641.4
P184	3+456.308	10.000	15.38	4.15	156.1	40.9	68294.1	46682.2
P185	3+460.000	11.846	15.11	4.28	181.8	49.9	68475.8	46732.2
P186	3+480.000	20.000	10.18	4.72	206.8	93.3	68682.6	46825.5
P187	3+500.000	20.000	1.08	4.78	22.0	95.5	68704.5	46921.0
P188	3+520.000	20.000	0.83	6.98	16.2	140.1	68720.7	47061.1
P189	3+540.000	20.000	1.10	7.56	21.6	152.1	68742.3	47213.2
P190	3+560.000	20.000	0.00	23.22	0.0	461.4	68742.3	47674.7
P191	3+580.000	20.000	0.00	41.50	0.0	828.7	68742.3	48503.3
P192	3+600.000	20.000	0.00	41.69	0.0	833.1	68742.3	49336.5
P193	3+620.000	16.813	0.00	33.71	0.0	566.1	68742.3	49902.6
P194	3+633.625	10.000	0.00	28.43	0.0	284.0	68742.3	50186.6
P195	3+640.000	13.187	0.00	25.96	0.0	341.8	68742.3	50528.3
P196	3+660.000	20.000	0.00	18.97	0.0	378.8	68742.3	50907.2
P197	3+680.000	20.000	0.00	12.34	0.0	246.0	68742.3	51153.1
P198	3+700.000	20.000	0.21	7.06	4.3	140.4	68746.6	51293.5
P199	3+720.000	20.000	0.65	2.88	13.2	57.2	68759.8	51350.7
P200	3+740.000	20.000	2.35	0.67	47.5	13.5	68807.3	51364.2
P201	3+760.000	20.000	1.93	1.15	38.3	23.3	68845.6	51387.5
P202	3+780.000	20.000	7.02	0.35	141.4	7.0	68987.0	51394.5
P203	3+800.000	15.471	15.54	0.11	241.0	1.7	69228.0	51396.2
P204	3+810.942	10.000	15.09	0.12	151.2	1.2	69379.2	51397.4
P205	3+820.000	14.529	14.43	0.13	210.3	1.9	69589.5	51399.3
P206	3+840.000	20.000	12.23	0.21	245.3	4.2	69834.8	51403.5
P207	3+860.000	20.000	12.06	0.15	241.8	2.9	70076.5	51406.4
P208	3+880.000	20.000	12.36	0.14	247.7	2.9	70324.2	51409.3
P209	3+900.000	20.000	12.66	0.18	253.5	3.6	70577.8	51412.9
P210	3+920.000	20.000	11.49	0.18	230.0	3.6	70807.8	51416.5
P211	3+940.000	11.971	8.43	0.31	101.0	3.7	70908.8	51420.2
P212	3+943.942	10.000	7.82	0.34	78.2	3.4	70987.0	51423.6
P213	3+960.000	18.029	3.92	0.30	70.6	5.5	71057.6	51429.0
P214	3+980.000	20.000	1.15	2.63	23.0	52.6	71080.6	51481.7
P215	3+1000.000	20.000	0.44	4.51	8.7	90.2	71089.4	51571.8
P216	4+020.000	20.000	1.07	6.08	21.4	121.6	71110.8	51693.4
P217	4+040.000	20.000	3.64	3.64	72.7	72.7	71183.5	51766.1
P218	4+060.000	20.000	8.11	1.00	162.2	20.0	71345.7	51786.1
P219	4+080.000	20.000	14.34	0.75	286.9	14.9	71632.6	51801.0
P220	4+100.000	20.000	33.51	0.18	670.2	3.7	72302.8	51804.7
P221	4+120.000	14.530	54.58	0.06	793.1	0.9	73095.8	51805.6
P222	4+129.060	10.000	63.34	0.06	632.0	0.6	73727.8	51806.2
P223	4+140.000	15.470	71.62	0.06	1103.8	0.9	74831.7	51807.1
P224	4+160.000	20.000	87.56	0.06	1745.7	1.2	76577.4	51808.3
P225	4+180.000	20.000	99.69	0.06	1988.4	1.2	78565.8	51809.5
P226	4+200.000	20.000	113.24	0.06	2258.7	1.2	80824.4	51810.7
P227	4+220.000	20.000	124.21	0.06	2477.2	1.2	83301.6	51811.9
P228	4+240.000	18.986	139.50	0.06	2641.4	1.2	85943.0	51813.1
P229	4+257.972	10.000	155.48	0.06	1550.5	0.6	87493.5	51813.7
P230	4+260.000	11.014	157.24	0.06	1727.1	0.7	89220.6	51814.3
P231	4+280.000	20.000	169.01	0.06	3370.8	1.2	92591.4	51815.5
P232	4+300.000	20.000	174.94	0.06	3489.7	1.2	96081.1	51816.8
P233	4+320.000	20.000	177.15	0.06	3534.7	1.2	99615.8	51818.0
P234	4+340.000	20.000	177.36	0.06	3540.1	1.2	103155.8	51819.2
P235	4+360.000	20.000	173.97	0.26	3474.0	5.1	106629.8	51824.2
P236	4+380.000	13.442	165.08	0.06	2216.2	0.8	108846.0	51825.0

ANNEXE C : CUBATURES DEBLAI REMBLAI (GULDEN)

P237	4+386.884	10.000	161.86	0.06	1617.9	0.6	110463.9	51825.6
P238	4+400.000	16.558	154.07	0.06	2551.1	1.0	113015.0	51826.6
P239	4+420.000	20.000	141.45	0.06	2829.0	1.2	115844.1	51827.8
P240	4+440.000	20.000	124.28	0.06	2485.5	1.2	118329.6	51829.0
P241	4+460.000	20.000	109.54	0.06	2190.7	1.2	120520.3	51830.2
P242	4+480.000	20.000	100.80	0.06	2016.0	1.2	122536.3	51831.4
P243	4+500.000	20.000	93.88	0.06	1877.6	1.3	124414.0	51832.7
P244	4+520.000	20.000	91.69	0.07	1833.8	1.4	126247.7	51834.1
P245	4+540.000	18.816	96.43	0.08	1814.3	1.5	128062.1	51835.6
P246	4+557.632	10.000	105.46	0.08	1054.6	0.8	129116.6	51836.4
P247	4+560.000	11.184	106.94	0.07	1196.0	0.8	130312.6	51837.2
P248	4+580.000	20.000	116.86	0.03	2337.0	0.6	132649.6	51837.8
P249	4+600.000	20.000	116.56	0.04	2331.1	0.9	134980.7	51838.7
P250	4+620.000	20.000	106.10	0.06	2122.1	1.2	137102.8	51839.8
P251	4+640.000	20.000	94.28	0.06	1886.2	1.2	138989.0	51841.0
P252	4+660.000	20.000	86.48	0.06	1729.9	1.1	140718.9	51842.1
P253	4+680.000	15.316	59.73	0.06	916.3	0.9	141635.2	51843.1
P254	4+690.632	10.000	46.57	0.06	466.8	0.6	142102.0	51843.7
P255	4+700.000	14.684	34.27	0.06	504.6	0.9	142606.7	51844.5
P256	4+720.000	20.000	9.55	0.29	192.2	5.8	142798.8	51850.4
P257	4+740.000	20.000	0.04	9.45	0.8	188.2	142799.6	52038.5
P258	4+760.000	20.000	0.00	22.87	0.0	456.6	142799.6	52495.1
P259	4+780.000	20.000	0.00	31.68	0.0	633.0	142799.6	53128.1
P260	4+800.000	20.000	0.00	62.39	0.0	1253.0	142799.6	54381.1
P261	4+820.000	20.000	0.00	107.46	0.0	2155.9	142799.6	56537.0
P262	4+840.000	20.000	0.00	100.92	0.0	2016.7	142799.6	58553.7
P263	4+860.000	20.000	0.00	46.07	0.0	918.6	142799.6	59472.4
P264	4+880.000	16.807	0.00	42.08	0.0	707.6	142799.6	60180.0
P265	4+893.615	10.000	0.00	67.99	0.0	678.5	142799.6	60858.5
P266	4+900.000	13.193	0.00	42.83	0.0	563.4	142799.6	61421.9
P267	4+920.000	20.000	4.62	5.71	93.5	112.9	142893.1	61534.8
P268	4+940.000	20.000	2.51	23.61	51.0	467.8	142944.1	62002.6
P269	4+960.000	20.000	25.76	0.07	517.0	1.4	143461.1	62004.0
P270	4+980.000	20.000	50.65	0.06	1014.7	1.2	144475.8	62005.2
P271	4+1000.000	20.000	54.04	0.06	1082.7	1.2	145558.4	62006.4
P272	5+020.000	20.000	47.51	0.06	952.0	1.2	146510.4	62007.6
P273	5+040.000	20.000	35.86	0.06	719.1	1.2	147229.5	62008.8
P274	5+060.000	20.000	0.00	23.55	0.0	470.3	147229.5	62479.1
P275	5+080.000	18.299	0.00	84.73	0.0	1549.9	147229.5	64029.0
P276	5+096.598	10.000	8.56	5.54	86.6	54.9	147316.1	64083.9
P277	5+100.000	11.701	17.29	0.26	203.5	3.0	147519.6	64086.9
P278	5+120.000	20.000	23.60	0.13	474.1	2.7	147993.7	64089.5
P279	5+140.000	20.000	25.73	0.19	516.7	3.7	148510.4	64093.2
P280	5+160.000	20.000	20.91	0.38	419.7	7.5	148930.0	64100.7
P281	5+180.000	20.000	18.89	0.45	378.9	8.9	149308.9	64109.7
P282	5+200.000	20.000	26.70	0.17	534.9	3.4	149843.8	64113.1
P283	5+220.000	14.799	32.17	0.07	476.3	1.1	150320.1	64114.2
P284	5+229.598	10.000	42.96	0.06	429.7	0.6	150749.7	64114.8
P285	5+240.000	15.201	55.77	0.06	847.7	0.9	151597.4	64115.7
P286	5+260.000	20.000	79.61	0.06	1592.3	1.2	153189.7	64116.9
P287	5+280.000	20.000	91.29	0.06	1825.8	1.2	155015.6	64118.1
P288	5+300.000	20.000	90.32	0.06	1806.3	1.2	156821.9	64119.3
P289	5+320.000	11.654	86.64	0.06	1009.7	0.7	157831.6	64120.1
P290	5+323.308	10.000	86.52	0.06	865.3	0.6	158696.9	64120.7
P291	5+340.000	18.346	87.31	0.06	1602.9	1.1	160299.8	64121.8
P292	5+360.000	20.000	88.74	0.06	1777.4	1.2	162077.2	64123.0
P293	5+380.000	20.000	89.95	0.06	1802.4	1.2	163879.5	64124.2
P294	5+400.000	20.000	84.67	0.06	1696.5	1.1	165576.0	64125.3
P295	5+420.000	20.000	52.56	0.06	1049.6	1.3	166625.6	64126.6
P296	5+440.000	20.000	22.60	24.45	459.7	481.8	167085.3	64608.4
P297	5+460.000	20.000	56.17	0.06	1124.6	1.2	168209.9	64609.6
P298	5+480.000	20.000	52.29	0.06	1043.8	1.1	169253.7	64610.7
P299	5+500.000	20.000	41.80	0.06	831.9	1.1	170085.6	64611.8

ANNEXE C : CUBATURES DEBLAI REMBLAI (GULDEN)

P300	5+520.000	20.000	26.07	2.29	518.1	46.7	170603.7	64658.5
P301	5+540.000	20.000	4.18	24.89	82.0	504.3	170685.7	65162.8
P302	5+560.000	20.000	1.92	39.49	39.3	782.6	170725.0	65945.4
P303	5+580.000	20.000	0.00	74.04	0.0	1475.2	170725.0	67420.6
P304	5+600.000	20.000	0.00	66.60	0.0	1341.6	170725.0	68762.2
P305	5+620.000	20.000	10.28	0.22	205.8	4.4	170930.7	68766.7
P306	5+640.000	20.000	4.20	0.58	84.1	11.6	171014.8	68778.3
P307	5+660.000	20.000	0.00	12.94	0.0	258.6	171014.8	69036.9
P308	5+680.000	20.000	0.00	56.62	0.0	1130.9	171014.8	70167.8
P309	5+700.000	20.000	0.00	82.34	0.0	1646.3	171014.8	71814.1
P310	5+720.000	20.000	0.00	104.00	0.0	2080.1	171014.8	73894.2
P311	5+740.000	20.000	0.00	113.39	0.0	2267.9	171014.8	76162.1
P312	5+760.000	20.000	0.00	123.57	0.0	2471.5	171014.8	78633.6
P313	5+780.000	20.000	0.00	128.14	0.0	2562.8	171014.8	81196.4
P314	5+800.000	20.000	0.00	145.89	0.0	2917.8	171014.8	84114.2
P315	5+820.000	20.000	0.00	115.98	0.0	2319.6	171014.8	86433.8
P316	5+840.000	20.000	0.00	71.78	0.0	1435.6	171014.8	87869.4
P317	5+860.000	20.000	0.00	64.50	0.0	1290.0	171014.8	89159.4
P318	5+880.000	11.245	0.00	35.61	0.0	400.5	171014.8	89559.9
P319	5+882.490	10.000	0.00	27.81	0.0	278.0	171014.8	89837.9
P320	5+900.000	18.755	40.19	0.60	755.9	11.2	171770.7	89849.1
P321	5+920.000	20.000	122.84	0.05	2466.1	1.0	174236.8	89850.1
P322	5+940.000	20.000	170.83	0.05	3438.2	0.9	177675.0	89851.0
P323	5+960.000	20.000	94.01	0.03	1910.5	0.5	179585.5	89851.5
P324	5+980.000	20.000	2.37	5.89	48.4	116.1	179633.8	89967.6
P325	6+000.000	20.000	0.00	18.36	0.0	367.1	179633.8	90334.7
P326	6+020.000	12.780	0.00	19.09	0.0	244.3	179633.8	90579.0
P326	6+025.561	10.000	0.00	18.87	0.0	189.0	179633.8	90768.0
P327	6+040.000	17.220	0.00	18.35	0.0	316.6	179633.8	91084.7
P328	6+060.000	20.000	0.00	14.09	0.0	282.1	179633.8	91366.7
P329	6+080.000	20.000	0.00	7.92	0.0	158.2	179633.8	91525.0
P330	6+100.000	20.000	8.25	0.45	167.6	9.1	179801.5	91534.1
P331	6+120.000	20.000	0.00	12.64	0.0	251.4	179801.5	91785.5
P332	6+140.000	20.000	0.00	85.46	0.0	1678.9	179801.5	93464.4
P333	6+160.000	20.000	0.00	136.90	0.0	2691.7	179801.5	96156.1
P334	6+180.000	20.000	0.00	95.73	0.0	1909.0	179801.5	98065.1
P335	6+200.000	16.499	0.00	58.59	0.0	969.3	179801.5	99034.3
P335	6+212.998	10.000	0.08	30.26	0.8	304.8	179802.2	99339.1
P336	6+220.000	13.501	0.76	19.29	10.1	265.3	179812.4	99604.5
P337	6+240.000	20.000	13.52	0.32	271.3	6.5	180083.7	99610.9
P338	6+260.000	20.000	79.46	0.06	1604.6	1.2	181688.3	99612.1
P339	6+280.000	20.000	112.73	0.24	2275.1	5.0	183963.3	99617.1
P340	6+300.000	20.000	104.03	0.06	2089.1	1.1	186052.4	99618.2
P341	6+320.000	20.000	82.78	0.06	1657.5	1.2	187709.9	99619.4
P342	6+340.000	20.000	61.80	0.06	1236.1	1.2	188946.0	99620.6
P343	6+360.000	20.000	42.17	0.06	843.4	1.2	189789.4	99621.8
P344	6+380.000	20.000	28.91	0.06	578.2	1.2	190367.6	99623.1
P345	6+400.000	20.000	13.97	0.08	279.5	1.6	190647.0	99624.7
P346	6+420.000	20.000	1.87	9.31	37.4	186.2	190684.4	99810.9
P347	6+440.000	20.000	7.33	63.13	146.5	1262.5	190830.9	101073.4
P348	6+460.000	16.586	7.98	96.83	132.4	1606.0	190963.3	102679.4
P349	6+473.172	10.000	4.18	46.97	41.8	469.7	191005.1	103149.1
P350	6+480.000	13.414	5.90	34.72	79.3	464.9	191084.4	103614.0
P351	6+500.000	20.000	14.93	7.24	300.4	143.9	191384.8	103758.0
P352	6+520.000	20.000	30.76	0.06	618.3	1.2	192003.2	103759.2
P353	6+540.000	20.000	33.89	0.05	681.9	1.0	192685.1	103760.2
P354	6+560.000	20.000	37.25	0.05	750.2	1.0	193435.3	103761.2
P355	6+580.000	15.335	39.84	0.06	614.5	0.9	194049.8	103762.1
P356	6+590.670	7.697	42.73	0.06	330.1	0.4	194380.0	103762.6
P357	6+595.393	4.665	44.47	0.06	208.2	0.3	194588.1	103762.8
P358	6+600.000	2.362	43.96	0.06	104.3	0.1	194692.5	103763.0
P359	6+600.117	10.000	43.92	0.06	441.1	0.6	195133.6	103763.5
P360	6+620.000	19.941	43.37	0.06	866.4	1.2	196000.0	103764.7

ANNEXE C : CUBATURES DEBLAI REMBLAI (GULDEN)

P361	6+640.000	20.000	40.77	0.06	817.3	1.2	196817.3	103765.9
P362	6+660.000	20.000	37.19	0.06	745.4	1.2	197562.6	103767.1
P363	6+680.000	20.000	32.72	0.06	655.5	1.2	198218.2	103768.3
P364	6+700.000	18.808	24.27	0.10	457.0	1.8	198675.1	103770.1
P365	6+717.615	10.000	20.10	0.29	201.0	2.9	198876.2	103773.0
P366	6+720.000	11.192	19.44	0.35	217.5	3.9	199093.7	103776.9
P367	6+740.000	20.000	13.43	1.85	268.6	36.9	199362.4	103813.8
P368	6+760.000	20.000	11.67	5.76	233.5	115.3	199595.8	103929.1
P369	6+780.000	20.000	13.20	5.69	264.1	113.8	199859.9	104042.9
P370	6+800.000	20.000	15.29	1.98	305.8	39.6	200165.7	104082.5
P371	6+820.000	20.000	24.39	0.25	487.8	5.0	200653.5	104087.5
P372	6+840.000	20.000	29.80	0.06	595.9	1.3	201249.4	104088.8
P373	6+860.000	20.000	38.31	0.06	766.3	1.2	202015.7	104090.0
P374	6+880.000	18.401	47.09	0.06	866.6	1.1	202882.3	104091.0
P375	6+896.801	10.000	50.74	0.06	507.4	0.6	203389.7	104091.6
P376	6+900.000	11.599	51.80	0.06	601.2	0.7	203990.9	104092.3
P377	6+920.000	20.000	52.40	0.06	1048.9	1.2	205039.8	104093.6
P378	6+940.000	20.000	50.72	0.07	1014.7	1.3	206054.4	104094.9
P379	6+960.000	20.000	49.62	0.06	992.1	1.2	207046.6	104096.0
P380	6+980.000	20.000	43.04	0.06	860.7	1.2	207907.2	104097.2
P381	7+000.000	20.000	37.22	0.06	743.7	1.2	208650.9	104098.4
P382	7+020.000	20.000	31.11	0.05	620.9	1.1	209271.8	104099.5
P383	7+040.000	20.000	24.74	0.07	493.0	1.4	209764.8	104100.8
P384	7+060.000	20.000	24.96	0.06	498.5	1.1	210263.2	104102.0
P385	7+080.000	20.000	29.82	0.05	596.1	1.0	210859.3	104103.0
P386	7+100.000	20.000	35.47	0.06	709.3	1.2	211568.7	104104.2
P387	7+120.000	20.000	41.34	0.06	826.8	1.3	212395.5	104105.4
P388	7+140.000	20.000	44.38	0.06	887.5	1.2	213283.0	104106.6
P389	7+160.000	20.000	42.38	0.06	847.7	1.2	214130.7	104107.9
P390	7+180.000	20.000	42.56	0.06	851.2	1.2	214981.8	104109.1
P391	7+200.000	20.000	35.23	0.06	704.7	1.2	215686.5	104110.3
P392	7+220.000	20.000	35.24	0.06	704.8	1.1	216391.3	104111.4
P393	7+240.000	20.000	30.71	0.07	614.1	1.4	217005.4	104112.8
P394	7+260.000	20.000	30.12	0.09	602.4	1.7	217607.8	104114.5
P395	7+280.000	20.000	29.26	0.13	585.3	2.5	218193.1	104117.1
P396	7+300.000	20.000	28.02	0.13	560.5	2.6	218753.5	104119.7
P397	7+320.000	20.000	28.23	0.12	564.5	2.3	219318.1	104122.0
P398	7+340.000	20.000	30.96	0.08	619.3	1.6	219937.4	104123.7
P399	7+360.000	20.000	30.97	0.06	619.4	1.2	220556.8	104124.9
P400	7+380.000	14.853	35.19	0.03	522.7	0.4	221079.5	104125.3
P401	7+389.707	10.000	36.63	0.03	366.3	0.3	221445.8	104125.6
P402	7+400.000	15.147	34.66	0.06	524.8	0.8	221970.5	104126.5
P403	7+420.000	20.000	27.96	0.07	558.9	1.4	222529.4	104127.9
P404	7+440.000	20.000	16.65	0.11	332.6	2.3	222862.0	104130.1
P405	7+460.000	20.000	5.22	3.23	103.4	65.1	222965.4	104195.2
P406	7+480.000	20.000	4.05	16.65	80.1	335.6	223045.4	104530.8
P407	7+500.000	20.000	1.44	36.10	28.3	728.8	223073.7	105259.6
P408	7+520.000	11.353	0.59	81.06	6.6	933.5	223080.4	106193.0
P409	7+522.707	10.000	0.00	92.34	0.0	938.0	223080.4	107131.0
P410	7+540.000	18.647	0.00	63.22	0.0	1195.9	223080.4	108326.9
P411	7+560.000	20.000	12.23	4.27	242.8	87.3	223323.2	108414.2
P412	7+580.000	20.000	38.17	0.06	759.9	1.3	224083.1	108415.5
P413	7+600.000	14.411	64.71	0.07	924.4	0.9	225007.6	108416.5
P414	7+608.823	10.000	83.32	0.06	826.2	0.6	225833.7	108417.1
P415	7+620.000	15.589	97.74	0.06	1509.4	0.9	227343.1	108418.0
P416	7+640.000	20.000	102.87	0.06	2037.8	1.2	229380.9	108419.2
P417	7+660.000	20.000	97.78	0.06	1943.4	1.1	231324.3	108420.3
P418	7+680.000	17.469	74.80	0.06	1299.9	1.0	232624.1	108421.3
P419	7+694.939	10.000	60.10	0.05	599.2	0.5	233223.3	108421.8
P420	7+700.000	12.531	53.38	0.06	667.0	0.8	233890.3	108422.6
P421	7+720.000	20.000	32.70	0.37	651.0	7.5	234541.3	108430.2
P422	7+740.000	20.000	3.43	23.18	68.4	468.2	234609.7	108898.3
P423	7+760.000	20.000	15.30	1.63	304.6	32.9	234914.3	108931.2

ANNEXE C : CUBATURES DEBLAI REMBLAI (GULDEN)

P424	7+780.000	20.000	16.82	1.00	334.9	20.1	235249.2	108951.3
P425	7+800.000	20.000	11.20	2.17	223.3	43.5	235472.5	108994.8
P426	7+820.000	13.969	7.04	3.99	98.2	55.8	235570.7	109050.7
P427	7+827.939	10.000	6.63	5.72	66.2	57.2	235636.9	109107.8
P428	7+840.000	16.031	5.36	8.42	86.0	135.0	235722.9	109242.9
P429	7+860.000	16.071	2.65	13.49	42.7	216.8	235765.6	109459.7
P430	7+872.142	10.000	0.01	17.49	0.1	174.9	235765.7	109634.5
P431	7+880.000	13.929	1.24	17.35	17.3	241.5	235783.0	109876.0
P432	7+900.000	20.000	0.04	18.68	0.7	372.8	235783.7	110248.8
P433	7+920.000	20.000	1.24	14.77	25.0	294.4	235808.7	110543.2
P434	7+940.000	20.000	1.83	8.77	37.0	174.4	235845.7	110717.6
P435	7+960.000	20.000	6.37	3.98	129.1	79.0	235974.8	110796.6
P436	7+980.000	20.000	6.02	9.46	122.6	186.9	236097.5	110983.5
P437	8+000.000	20.000	7.36	29.66	150.1	586.4	236247.6	111569.9
P438	8+020.000	20.000	6.80	35.45	138.4	700.4	236386.0	112270.3
P439	8+040.000	20.000	9.16	5.60	185.9	111.1	236571.9	112381.4
P440	8+060.000	20.000	12.61	0.33	254.2	6.5	236826.0	112387.9
P441	8+080.000	20.000	12.91	0.64	259.7	12.6	237085.7	112400.5
P442	8+100.000	20.000	13.42	2.10	269.5	41.7	237355.3	112442.2
P443	8+120.000	20.000	10.62	2.46	213.0	49.1	237568.2	112491.3
P444	8+140.000	20.000	9.46	2.43	189.3	48.6	237757.5	112539.9
P445	8+160.000	20.000	5.72	2.62	114.5	52.5	237872.0	112592.4
P446	8+180.000	20.000	5.38	4.45	107.6	88.9	237979.5	112681.3
P447	8+200.000	20.000	3.26	7.67	65.2	153.3	238044.8	112834.6
P448	8+220.000	20.000	1.19	7.07	23.8	141.5	238068.5	112976.1
P449	8+240.000	20.000	0.01	11.94	0.2	238.9	238068.7	113215.0
P450	8+260.000	20.000	0.71	10.37	14.2	207.5	238082.9	113422.5
P451	8+280.000	20.000	1.24	9.12	24.7	182.5	238107.6	113605.0
P452	8+300.000	20.000	3.06	9.30	61.2	186.0	238168.8	113791.0
P453	8+320.000	20.000	7.35	8.39	147.0	167.7	238315.8	113958.7
P454	8+340.000	20.000	8.79	9.63	175.7	192.6	238491.5	114151.3
P455	8+360.000	20.000	12.07	10.52	241.4	210.4	238732.9	114361.6
P456	8+380.000	20.000	14.93	10.91	298.6	218.1	239031.6	114579.8
P457	8+400.000	20.000	12.05	9.06	241.0	181.1	239272.6	114760.9
P458	8+420.000	20.000	9.64	6.11	192.8	122.2	239465.4	114883.1
P459	8+440.000	20.000	20.34	0.70	406.9	14.0	239872.3	114897.1
P460	8+460.000	20.000	28.48	0.12	569.5	2.3	240441.8	114899.4
P461	8+480.000	20.000	46.90	0.06	938.0	1.1	241379.8	114900.5
P462	8+500.000	20.000	58.93	0.06	1178.7	1.2	242558.4	114901.7
P463	8+520.000	20.000	50.85	0.06	1016.9	1.2	243575.4	114903.0
P464	8+540.000	20.000	28.62	0.06	572.4	1.2	244147.7	114904.2
P465	8+560.000	20.000	7.56	3.51	151.1	70.2	244298.9	114974.4
P466	8+580.000	20.000	0.03	28.84	0.7	576.8	244299.5	115551.3
P467	8+600.000	20.000	0.00	63.70	0.0	1273.9	244299.5	116825.2
P468	8+620.000	20.000	0.00	121.12	0.0	2422.4	244299.5	119247.6
P469	8+640.000	20.000	0.46	90.22	9.3	1804.3	244308.8	121051.9
P470	8+660.000	20.000	3.71	34.59	74.1	691.8	244383.0	121743.7
P471	8+680.000	20.000	13.06	27.92	261.2	558.4	244644.2	122302.1
P472	8+700.000	14.990	22.59	29.85	338.6	447.4	244982.8	122749.5
P473	8+709.981	10.000	25.34	25.59	253.5	255.9	245236.3	123005.3
P474	8+720.000	15.010	29.27	10.42	440.7	156.0	245677.0	123161.4
P475	8+740.000	20.000	53.67	0.11	1078.6	2.1	246755.6	123163.5
P476	8+760.000	20.000	66.07	27.79	1336.7	549.4	248092.3	123712.9
P477	8+780.000	20.000	93.91	0.59	1905.2	11.6	249997.5	123724.5
P478	8+800.000	20.000	139.78	0.07	2834.6	1.4	252832.1	123725.9
P479	8+820.000	17.476	188.30	0.07	3328.7	1.2	256160.8	123727.1
P480	8+834.951	10.000	216.63	0.05	2193.1	0.5	258354.0	123727.6
P481	8+840.000	12.524	225.30	0.05	2857.8	0.7	261211.7	123728.3
P482	8+860.000	16.985	249.66	0.06	4313.5	1.1	265525.3	123729.4
P483	8+873.971	10.000	253.17	0.06	2579.3	0.6	268104.6	123730.0
P484	8+880.000	13.015	250.88	0.05	3326.6	0.7	271431.2	123730.7
P485	8+900.000	16.495	229.66	0.31	3853.1	4.9	275284.3	123735.7
P486	8+912.990	10.000	266.21	0.06	2691.9	0.6	277976.2	123736.3

ANNEXE C : CUBATURES DEBLAI REMBLAI (GULDEN)

P487	8+920.000	13.505	277.81	0.06	3786.8	0.8	281763.0	123737.1
P488	8+940.000	20.000	266.81	0.07	5386.9	1.4	287150.0	123738.5
P489	8+960.000	20.000	291.20	0.07	5860.8	1.3	293010.8	123739.8
P490	8+980.000	20.000	332.58	0.05	6677.8	1.0	299688.6	123740.8
P491	9+000.000	20.000	370.48	0.05	7424.4	1.1	307112.9	123741.9
P492	9+020.000	18.980	396.53	0.05	7532.3	0.9	314645.2	123742.8
P493	9+037.961	10.000	413.15	0.04	4132.0	0.4	318777.2	123743.2
P494	9+040.000	11.020	413.23	0.04	4553.6	0.5	323330.8	123743.7
P495	9+060.000	20.000	335.83	0.06	6716.5	1.2	330047.3	123744.9
P496	9+080.000	20.000	310.64	0.04	6212.9	0.9	336260.2	123745.8
P497	9+100.000	12.889	319.79	0.05	4121.6	0.6	340381.9	123746.4
P498	9+105.777	10.000	314.21	0.05	3127.2	0.5	343509.0	123746.9
P499	9+120.000	17.111	292.44	0.05	4981.9	0.9	348491.0	123747.8
P500	9+140.000	20.000	208.19	0.05	4175.3	1.1	352666.2	123748.8
P501	9+160.000	20.000	199.49	0.07	4016.4	1.3	356682.7	123750.2
P502	9+180.000	20.000	211.65	0.04	4247.9	0.8	360930.6	123751.0
P503	9+200.000	20.000	239.47	0.04	4789.4	0.8	365719.9	123751.8
P504	9+220.000	20.000	309.07	0.04	6181.3	0.8	371901.3	123752.6
P505	9+240.000	19.386	390.92	0.04	7578.3	0.8	379479.6	123753.4
P506	9+258.772	10.000	400.15	0.05	4001.5	0.5	383481.1	123753.9
P507	9+260.000	10.614	401.63	0.05	4262.7	0.5	387743.9	123754.3
P508	9+280.000	20.000	405.80	0.05	8120.4	0.9	395864.2	123755.3
P509	9+300.000	20.000	392.65	0.05	7863.6	1.0	403727.8	123756.2
P510	9+320.000	20.000	374.44	0.05	7503.5	1.0	411231.4	123757.2
P511	9+340.000	20.000	363.11	0.04	7282.2	0.9	418513.5	123758.1
P512	9+360.000	18.135	357.25	0.05	6493.6	0.9	425007.1	123759.0
P513	9+376.269	10.000	372.33	0.06	3742.6	0.6	428749.7	123759.6
P514	9+380.000	11.865	374.11	0.05	4463.8	0.6	433213.5	123760.2
P515	9+400.000	20.000	382.45	0.05	7702.1	1.1	440915.6	123761.3
P516	9+420.000	20.000	390.32	0.06	7866.5	1.1	448782.1	123762.4
P517	9+440.000	20.000	395.11	0.07	7978.4	1.4	456760.5	123763.8
P518	9+460.000	20.000	425.77	0.06	8575.4	1.3	465335.9	123765.1
P519	9+480.000	20.000	447.64	0.06	9002.3	1.1	474338.2	123766.2
P520	9+500.000	20.000	466.50	0.05	9374.5	1.1	483712.7	123767.3
P521	9+520.000	20.000	457.33	0.04	9200.1	0.9	492912.8	123768.2
P522	9+540.000	20.000	446.33	0.04	8996.7	0.8	501909.5	123769.0
P523	9+560.000	20.000	340.59	0.05	6818.1	0.9	508727.6	123769.9
P524	9+580.000	20.000	239.16	0.05	4715.6	0.9	513443.2	123770.8
P525	9+600.000	20.000	201.56	0.04	3966.3	0.7	517409.5	123771.6
P526	9+620.000	20.000	74.66	1.67	1462.2	34.5	518871.8	123806.1
P527	9+640.000	20.000	19.29	71.39	370.1	1461.2	519241.9	125267.3
P528	9+660.000	20.000	2.16	84.73	41.9	1742.1	519283.9	127009.4
P529	9+680.000	20.000	0.00	125.93	0.0	2536.1	519283.9	129545.5
P530	9+700.000	20.000	0.00	133.48	0.0	2651.2	519283.9	132196.7
P531	9+720.000	20.000	0.00	130.23	0.0	2586.1	519283.9	134782.8
P532	9+740.000	20.000	0.00	164.76	0.0	3325.8	519283.9	138108.7
P533	9+760.000	20.000	0.00	192.97	0.0	3919.2	519283.9	142027.8
P534	9+780.000	20.000	0.00	212.12	0.0	4306.7	519283.9	146334.5
P535	9+800.000	17.994	0.00	200.57	0.0	3650.8	519283.9	149985.3
P536	9+815.987	10.000	0.00	186.71	0.0	1881.7	519283.9	151867.0
P537	9+820.000	12.006	0.00	183.89	0.0	2222.3	519283.9	154089.3
P538	9+840.000	20.000	0.00	182.06	0.0	3658.2	519283.9	157747.4
P539	9+860.000	20.000	0.00	182.56	0.0	3665.9	519283.9	161413.3
P540	9+880.000	20.000	0.00	174.50	0.0	3498.6	519283.9	164911.9
P541	9+900.000	20.000	0.00	165.12	0.0	3307.2	519283.9	168219.1
P542	9+920.000	16.743	0.00	149.33	0.0	2501.5	519283.9	170720.6
P543	9+933.485	10.000	0.00	138.63	0.0	1386.4	519283.9	172107.0
P544	9+940.000	13.257	0.00	134.22	0.0	1779.4	519283.9	173886.5
P545	9+960.000	20.000	0.00	121.11	0.0	2422.2	519283.9	176308.7
P546	9+980.000	20.000	0.00	106.00	0.0	2119.9	519283.9	178428.6
P547	9+1000.000	10.000	0.00	87.10	0.0	871.0	519283.9	179299.6

ANNEXE D : CUBATURES MATERIAUX : UTILISATION (GULDEN)

Dossier traces 2013 -Copie.dwg final.dwg GEOMEDIA S.A.S. Le 20/05/2025 à 09 :19

Cubatures Matériaux : Utilisation (Gulden)

Axe : Axe RN 127

Table courante : ARP R80 2x2 voies

Matériau	Volume cumulé (m ³)
ACCOTEMENT (TVC)	24135.8
BB	9746.2
COUCHE DE FORME (TUF)	90379.5
GB	33007.0
GNT 0 315	51655.6

ANNEXE E : CARREFOUR GIRATOIRE

CARREFOUR GIRATOIRE N°01

Axe : Axe RN 127

Table courante : ARP R80 2x2 voies

C:\Users\ILYAS\Desktop\leve topo\traces 2013 - Copie.dwg final.dwg

Listing effectué le : 20/05/2025 à 09 :29 :24

Nom du projet : "Giratoire1"

Information importante concernant les gabarits
Tous les paramètres sont comparés par rapport aux valeurs définies dans les gabarits. Les valeurs indiquées en rouge ne respectent pas les valeurs définies dans le gabarit. Les valeurs indiquées en gras dépassent les valeurs minimales ou maximales définies dans le gabarit. Les gabarits créés par l'utilisateur sont indiqués en gras, il est de la responsabilité de l'utilisateur de vérifier ces gabarits.
Informations / Avertissements sur les résultats
Branche 3 : Rayons d'entrée ajustés : R = 6.631 m Branche 1 : Rayons de sortie ajustés : R = 10.094 m ; Rr = 22.356 m

Géométrie de l'anneau	
Gabarit utilisé	Interurbain (25m)
Circulaire	Oui
Coordonnées du centre	X= 449976.402 m Y= 3963548.035 m
Rayon extérieur	25.000 m
Rayon intérieur	17.000 m
Largeur	8.000 m
Surlargeur franchissable	0.000 m
Distance de marquage extérieure	0.300 m
Distance de marquage intérieure	0.500 m

ANNEXE E : CARREFOUR GIRATOIRE

Géométrie de la branche "Branche 2"				
Gabarit utilisé	Interurbain (SETRA)			
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau	Conforme			
Point de référence	X=	449976.402 m		
	Y=	3963548.035 m		
	Gisement	263.918 gr		
Point d'extrémité	X=	449892.679 m		
	Y=	3963487.137 m		
	Gisement	54.663 gr		
Rayon de la branche courbe	473.148 m			
Triangle de construction				
Triangle : Hauteur	25.000 m			
Triangle : Base	6.250 m			
Triangle : Déport	0.500 m			
Ilot central				
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot	0.500 m			
Ilot : Distance au carrefour	1.000 m			
Distance de marquage intérieure	0.300 m			
Terre plein central raccourci non présent				
Caractéristiques des branches	Entrée		Sortie	
Rayon de raccordement principal	15.000 m		20.000 m	
Rayon de raccordement courant	50.000 m		200.000 m	
Largeur principale	7.000 m		7.500 m	
Largeur courante	7.000 m		7.000 m	
Ilot : Rayon de la bordure	0.500 m		0.500 m	
Distance de marquage intérieure	0.300 m		0.300 m	
Distance de marquage extérieure	0.250 m		0.250 m	
Largeur d'accotement	2.000 m		2.000 m	
Terre-plein : Demi-largeur	0.000 m		0.000 m	
Passage piéton : Distance	4.000 m		4.000 m	
Passage piéton : Largeur	4.000 m		4.000 m	
Tableau des déflexions	Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 1	24.316 m	449970.598 m	3963550.527 m	
Branche 3	42.207 m	449964.198 m	3963568.941 m	

ANNEXE E : CARREFOUR GIRATOIRE

Géométrie de la branche "Branche 3"				
Gabarit utilisé	Interurbain (SETRA)			
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau	Conforme			
Point de référence	X=	449976.402 m		
	Y=	3963548.035 m		
	Gisement	69.164 gr		
Point d'extrémité	X=	450084.184 m		
	Y=	3963594.270 m		
	Gisement	279.955 gr		
Rayon de la branche courbe	444.109 m			
Triangle de construction				
Triangle : Hauteur	25.000 m			
Triangle : Base	6.250 m			
Triangle : Déport	0.500 m			
Ilot central				
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot	0.500 m			
Ilot : Distance au carrefour	1.000 m			
Distance de marquage intérieure	0.300 m			
Terre plein central raccourci non présent				
Caractéristiques des branches	Entrée		Sortie	
Rayon de raccordement principal	6.631 m		20.000 m	
Rayon de raccordement courant	200.000 m		50.000 m	
Largeur principale	7.000 m		7.500 m	
Largeur courante	7.000 m		7.000 m	
Ilot : Rayon de la bordure	0.500 m		0.500 m	
Distance de marquage intérieure	0.300 m		0.300 m	
Distance de marquage extérieure	0.250 m		0.250 m	
Largeur d'accotement	2.000 m		2.000 m	
Terre-plein : Demi-largeur	0.000 m		0.000 m	
Passage piéton : Distance	4.000 m		4.000 m	
Passage piéton : Largeur	4.000 m		4.000 m	
Tableau des déflexions	Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 1	9.216 m	449990.958 m	3963576.786 m	
Branche 2	34.955 m	449984.551 m	3963533.166 m	

ANNEXE E : CARREFOUR GIRATOIRE

Géométrie de la branche "Branche 1"					
Gabarit utilisé	Interurbain (SETRA)				
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau	Conforme				
Point de référence	X=	449976.402 m			
	Y=	3963548.035 m			
	Gisement	398.762 gr			
Point d'extrémité	X=	450027.669 m			
	Y=	3963673.356 m			
	Gisement	236.421 gr			
Rayon de la branche courbe	63.587 m				
Triangle de construction					
Triangle : Hauteur	25.000 m				
Triangle : Base	6.250 m				
Triangle : Déport	0.500 m				
Ilot central					
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot	0.500 m				
Ilot : Distance au carrefour	1.000 m				
Distance de marquage intérieure	0.300 m				
Terre plein central raccourci non présent					
Caractéristiques des branches		Entrée	Sortie		
Rayon de raccordement principal		15.000 m	10.094 m		
Rayon de raccordement courant		200.000 m	22.356 m		
Largeur principale		4.000 m	5.000 m		
Largeur courante		3.500 m	3.500 m		
Ilot : Rayon de la bordure		0.500 m	0.500 m		
Distance de marquage intérieure		0.300 m	0.300 m		
Distance de marquage extérieure		0.250 m	0.250 m		
Largeur d'accotement		2.000 m	2.000 m		
Terre-plein : Demi-largeur		0.000 m	0.000 m		
Passage piéton : Distance		4.000 m	4.000 m		
Passage piéton : Largeur		4.000 m	4.000 m		
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 2		77.386 m	449704.985 m	3963710.585 m	
Branche 3		21.952 m	449978.616 m	3963551.308 m	

ANNEXE E : CARREFOUR GIRATOIRE

CARREFOUR GIRATOIRE N°02

Axe : Axe RN 127

Table courante : ARP R80 2x2 voies

C:\Users\ILYAS\Desktop\leve topo\traces 2013 - Copie.dwg final.dwg

Listing effectué le : 20/05/2025 à 09 :31 :11

Nom du projet : "Giratoire2"

Information importante concernant les gabarits
Tous les paramètres sont comparés par rapport aux valeurs définies dans les gabarits. Les valeurs indiquées en rouge ne respectent pas les valeurs définies dans le gabarit. Les valeurs indiquées en gras dépassent les valeurs minimales ou maximales définies dans le gabarit. Les gabarits créés par l'utilisateur sont indiqués en gras, il est de la responsabilité de l'utilisateur de vérifier ces gabarits.
Informations / Avertissements sur les résultats
Branche 1 : Rayons d'entrée ajustés : R = 7.264 m Branche 2 : Rayons de sortie ajustés : R = 4.052 m

Géométrie de l'anneau	
Gabarit utilisé	Interurbain (25m)
Circulaire	Oui
Coordonnées du centre	X= 451679.779 m
	Y= 3964888.094 m
Rayon extérieur	25.000 m
Rayon intérieur	17.000 m
Largeur	8.000 m
Surlargeur franchissable	0.000 m
Distance de marquage extérieure	0.500 m
Distance de marquage intérieure	0.500 m

ANNEXE E : CARREFOUR GIRATOIRE

Géométrie de la branche "Branche 1"					
Gabarit utilisé	Interurbain (SETRA)				
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau	Conforme				
Point de référence	X=	451679.779 m			
	Y=	3964888.094 m			
	Gisement	298.217 gr			
Point d'extrémité	X=	451569.605 m			
	Y=	3964868.000 m			
	Gisement	80.257 gr			
Rayon de la branche courbe	190.406 m				
Triangle de construction					
Triangle : Hauteur	25.000 m				
Triangle : Base	6.250 m				
Triangle : Déport	0.500 m				
Ilot central					
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot	0.500 m				
Ilot : Distance au carrefour	1.000 m				
Distance de marquage intérieure	0.500 m				
Terre plein central raccourci non présent					
Caractéristiques des branches		Entrée	Sortie		
Rayon de raccordement principal		7.264 m	20.000 m		
Rayon de raccordement courant		50.000 m	200.000 m		
Largeur principale		4.000 m	5.000 m		
Largeur courante		3.500 m	3.500 m		
Ilot : Rayon de la bordure		0.500 m	0.500 m		
Distance de marquage intérieure		0.500 m	0.500 m		
Distance de marquage extérieure		0.250 m	0.250 m		
Largeur d'accotement		2.000 m	2.000 m		
Terre-plein : Demi-largeur		0.000 m	0.000 m		
Passage piéton : Distance		4.000 m	4.000 m		
Passage piéton : Largeur		4.000 m	4.000 m		
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 2		9.014 m	451651.635 m	3964872.317 m	
Branche 3		25.329 m	451677.399 m	3964895.027 m	

ANNEXE E : CARREFOUR GIRATOIRE

Géométrie de la branche "Branche 2"					
Gabarit utilisé		Interurbain (SETRA)			
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau		Conforme			
Point de référence	X=	451679.779 m			
	Y=	3964888.094 m			
	Gisement	236.468 gr			
Point d'extrémité	X=	451633.146 m			
	Y=	3964792.590 m			
	Gisement	20.300 gr			
Rayon de la branche courbe		251.313 m			
Triangle de construction					
Triangle : Hauteur		25.000 m			
Triangle : Base		6.250 m			
Triangle : Déport		0.500 m			
Ilot central					
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot		0.500 m			
Ilot : Distance au carrefour		1.000 m			
Distance de marquage intérieure		0.500 m			
Terre plein central raccourci non présent					
Caractéristiques des branches		Entrée	Sortie		
Rayon de raccordement principal		15.000 m	4.052 m		
Rayon de raccordement courant		50.000 m	200.000 m		
Largeur principale		7.000 m	7.500 m		
Largeur courante		7.000 m	6.500 m		
Ilot : Rayon de la bordure		0.500 m	0.500 m		
Distance de marquage intérieure		0.500 m	0.500 m		
Distance de marquage extérieure		0.250 m	0.250 m		
Largeur d'accotement		2.000 m	2.000 m		
Terre-plein : Demi-largeur		0.000 m	0.000 m		
Passage piéton : Distance		4.000 m	4.000 m		
Passage piéton : Largeur		4.000 m	4.000 m		
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 1		21.804 m	451676.540 m	3964886.099 m	
Branche 3		46.996 m	451656.817 m	3964905.801 m	

ANNEXE E : CARREFOUR GIRATOIRE

Géométrie de la branche "Branche 3"					
Gabarit utilisé	Interurbain (SETRA)				
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau	Conforme				
Point de référence	X=	451679.779 m			
	Y=	3964888.094 m			
	Gisement	47.849 gr			
Point d'extrémité	X=	451728.474 m			
	Y=	3964940.197 m			
	Gisement	247.849 gr			
Triangle de construction					
Triangle : Hauteur	25.000 m				
Triangle : Base	6.250 m				
Triangle : Déport	0.500 m				
Ilot central					
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'îlot	0.500 m				
Ilot : Distance au carrefour	1.000 m				
Distance de marquage intérieure	0.500 m				
Terre plein central raccourci non présent					
Caractéristiques des branches		Entrée	Sortie		
Rayon de raccordement principal		15.000 m	20.000 m		
Rayon de raccordement courant		100.000 m	100.000 m		
Largeur principale		7.000 m	7.500 m		
Largeur courante		7.000 m	7.000 m		
Ilot : Rayon de la bordure		0.500 m	0.500 m		
Distance de marquage intérieure		0.500 m	0.500 m		
Distance de marquage extérieure		0.250 m	0.250 m		
Largeur d'accotement		2.000 m	2.000 m		
Terre-plein : Demi-largeur		0.000 m	0.000 m		
Passage piéton : Distance		4.000 m	4.000 m		
Passage piéton : Largeur		4.000 m	4.000 m		
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 1		67.696 m	451931.048 m	3964399.188 m	
Branche 2		31.251 m	451690.841 m	3964880.799 m	