

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

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية  
فرنسيس جاتسون

École Nationale Supérieure des Travaux Publics

Francis Jeanson



## Mémoire

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Infrastructures de Base

## Thème

Etude APD de la 7<sup>ème</sup> transversale  
CHERAGA -DRARIA

Présenté par :

M<sup>lle</sup> BOUDJENAH Sabrina.

M<sup>lle</sup> DIBAOU Halima.

Encadré par :

Mr MORSLI Rabah.

Promotion 2021 /2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# **Remerciements**

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a données la force et la patience d'accomplir ce travail.*

*En second lieu, notre encadreur*

*Mr **MORSLI RABAH** pour ses appréciations compétentes, ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.*

*Au terme de ces 3 mois de stage, nos remerciements s'adresseront au directeur de la **SET Sétif**, pour nous avoir accueillies au sein de la société. Nous remercions également notre maître de stage **Mr Si Nacer El amine** pour nous avoir orientées et conseillées tout au long de ce stage.*

*Nous souhaiterons remercier l'équipe du **BET Delta Consult** pour l'accueil qu'elle nous a réservées, le temps que chacun de ses membres nous a accordées, et plus globalement, pour toutes les informations, réflexions, corrections... que chacun nous a apportées et qui ont nourrit ce travail.*

*Spécialement: **Mr. BENOMRANE Mohamed, Mr ZEGGAUOI Abdelkader** et **Mlle.***

***KOUBA Fatma Zohra.***

*Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers tous les Enseignants et le personnel administratif de **l'ENSTP** qui ont contribué à notre formation et l'élaboration de ce présent travail.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et l'enrichissement de leurs propositions.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

## ***DEDICACES***

Tout d'abord je tiens à remercier le Dieu Puissant.

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui m'ont guidée durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et m'a soutenue durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, que Dieu le Tout Puissant les protègent et les gardent.

À mon chère frère **ISLAM**.

À ma sœur **Ibtissame**.

À Ma sœur **Hadil** et son mari **Oussama**.

À ma tante **Dalila**, et ses filles **Nawel** et **Tifen**.

À Mon amie et binôme **Halima**.

À mes chères amies **Maroua**, **Chahinez** et **Ismahene**.

À toute la promotion **2021**.

Je vous dis merci à tous ceux qu'ont aidé de loin ou de près pour la réalisation de ce mémoire.

Ecrit par : **Sabrina Boudjenah**.

## ***DEDICACES***

Tout d'abord je tiens à remercier le Dieu Puissant. Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui ont su être à mes côtés dans les moments difficiles sans lesquels je n'aurais pas abouti à ce stade d'étude, ainsi que chaque instant de bonheur qu'ils m'ont procurée.

Le projet de fin d'études qu'on a l'honneur de présenter, a été exécuté à mener à bien grâce à la participation exceptionnelle de notre encadrement.

A mes chers frères : **Khaled, Abderrahmane et Abdallah.**

A mes chères sœurs : **Fatiha et Fatima.**

A mon binôme et ma 'Best friend' : **Boudjenah Sabine.**

A toutes mes chères amies : **Saadouni Hadjer, Belmokhtar Lydia et Benazouzi Samia.** et à toute ma promotion(2021) et spécialement **Hadji Ines et Remaoune Majda .**

**A Mr.BENLAHRECH Abdelmadjid pour ses appréciations compétentes, ses précieux conseils et son aide.**

Enfin à tous ceux qui me reconnaîtront...

Ecrit par : **Dibaoui Halima.**

## ملخص

الهدف من هذا العمل هو تقديم الدراسة كمشروع تمهيدي تفصيلي للمقطع العرضي السابع للجزائر العاصمة ، وهذا الاخير سيربط في مروره المحليات الرئيسية في غرب الجزائر ، بما في ذلك عين بنيان ، الشراقة ، أولاد فايت ، بابا حسن ، تمت دراسة المشروع على ثلاثة أقسام على امتداد خطي 15,3 km بتصميم تقاطع يربط هذا الأخير بالطريق الدائري الثاني للجزائر العاصمة. بدأنا بعرض المشروع لإظهار موقعه و أهميته، بعد ذلك أظهر المسح المروري عدد ممرات الطريق.

ثم قمنا بتصميم العناصر الثلاثة للمشروع (مسار الطريق، المقطع الطولي والمقطع العرضي) مع احترام معايير B40 و ICTAVRU واستخدام برنامجي AUTOPISTE و COVADIS ، بالإضافة إلى دراسة جيوتقنية ، مما أعطانا إمكانية تصنيف التربة التي تمت مواجهتها وتفسير شروط استخدامها. وقمنا أيضا بقياس بنية الطريق باستخدام طريقتي CBR والدليل الجزائري ، ودراسة هيدرولوجية باستخدام برنامجي Global Mapper و CIVIL3D لمعرفة مجاري المياه التي تقطع المشروع ، وتصميم هياكل لضمان حماية الطريق، وقدمنا تصميم لمغير الاتجاهات بتطبيق معايير ICTAAL2015 وكذا دراسة لتأثير المشروع على المحيط في اطار حماية البيئة.

واخيرا انهينا دراستنا بوضع اشارات المرور وتقدير التكلفة الاجمالية للمشروع وتقديم خلاصة عامة.

الكلمات المفتاحية : تقاطع الجزائر السابع - تقاطع - قسم الطريق السريع - الجزائر العاصمة .

# Résumé

L'objectif de ce travail est de présenter l'étude en avant-projet détaillé du projet de la 7<sup>ème</sup> transversale d'Alger. Cette liaison reliera sur son passage les principales localités de l'ouest d'ALGER, dont Ain Benian, Cheraga, Ouled Fayet, Baba Hassen. L'étude du projet a été faite en trois sections sur un linéaire de **15,3 km** avec conception d'un échangeur qui relie cette dernière à la deuxième rocade d'Alger.

On a commencé par une présentation du projet pour montrer son emplacement et son importance. Après, une étude de trafic a fait sortir le nombre de voies de l'autoroute.

On a dévoilé les trois éléments du projet (tracé en plan, profil en long et profil en travers) en respectant les normes du **B40** et l'**ICTAVRU** et en utilisant le logiciel **AUTOPISTE** et **COVADIS**, ainsi une étude géotechnique qui nous a permis de classer les sols qui rencontrés et interprété leurs conditions d'utilisation.

Puis on a dimensionné le corps de chaussée (en appliquant 2 méthodes **CBR** et le catalogue Algérien), et pour l'étude hydraulique on s'est servi du logiciel **Global Mapper** et **CIVIL3D** pour délimiter les bassins versants et faire sortir leurs caractéristiques géométriques.

On a présenté aussi la conception de l'échangeur selon l'**ICTAAL2015** ainsi que la signalisation et sans oublier l'étude d'impact sur l'environnement.

A la fin, on a calculé le devis estimatif et quantitatif du projet, et on a finalisé ce modeste travail par une conclusion générale.

**Mots clés :** 7<sup>ème</sup> transversale d'Alger – échangeur -  
tronçon autoroutier - ALGER

# Abstract

The objective of this work is to present the study in detailed preliminary draft of the project of the 7<sup>th</sup> transversal of Algiers, This link will connect on its passage the principal localities of the west of Algiers, of which Ain Benian, Cheraga, Ouled Fayet, Baba Hassen, the study of the project was made in three section on a linear of **15,3 km** with conception of an interchange which connects this last to the second bypass of Algiers

We began with a presentation of the project to show their location and importance.

The three elements of the project were revealed (layout, longitudinal profile and cross-section) in compliance with the, **B40** and **ICTAVRU** standards and using **AUTOPISTE** and **COVADIS** software, as well as a geotechnical study, which allowed us to classify the soils encountered and interpret their conditions of use.

Then the pavement body was dimensioned (applying 2 **CBR** methods and the Algerian catalogue), and for the hydraulic study Global Mapper and **CIVIL3D** software were used to delimit the catchment areas and to bring out their geometrical characteristics.

The design of the interchange was also presented by **ICTAAL2015**, as well as the signaling and the environmental impact study.

At the end, the estimated and quantitative cost of the project was calculated, and this modest work was finalized with a general conclusion.

Key words: the 7<sup>th</sup> transversal of Algiers - interchange - motorway section – ALGIERS.

## ABREVIATION

<b>APD</b> : Avant-Projet Sommaire.	<b>SPT</b> : Standard penetration test.
<b>RN</b> : Route nationale.	<b>SC</b> : Sondage carotté.
<b>SDRA</b> : Schéma directeur routier et autoroutier.	<b>VBS</b> : Valeur de bleu de Méthylène.
<b>AICPR</b> : Associazione Italiana Cardiologia Clinica Preventiva e Riabilitativa.	<b>GTR</b> : Guide du terrassement routier.
<b>TPC</b> : Terre-plein central.	<b>SETS</b> : Société d'études techniques de Sétif.
<b>DUP</b> : Déclaration d'utilité publique.	<b>BB</b> : Béton bitumineux.
<b>POS</b> :Plan d'occupation des sols .	<b>GB</b> : Grave bitume.
<b>DIBW</b> : Direction des Infrastructures de Base de la wilaya.	<b>GC</b> : Grave concassée.
<b>ODS</b> :Ordre de service .	<b>TVC</b> :Tous venant de carrières.
<b>SIG</b> : Système d'information géographique.	<b>LA</b> :Los Angeles .
<b>CW</b> : Chemin de wilaya.	<b>MDE</b> : Micro Deval en présence d'eau.
<b>APS</b> : Avant-projet sommaire.	<b>CTTP</b> : Contrôle technique des travaux Publics.
<b>ICTAVRU</b> : instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines.	<b>LCPC</b> :Laboratoire central des ponts et chaussées.
<b>TC</b> :Transport collectif.	<b>RP1</b> :Réseau principale 1.
<b>BAU</b> :Bande d'arrêt d'urgence.	<b>TPL</b> : Trafic de poids lourds.
<b>PL</b> :poids lords.	<b>CF</b> : Couche de forme .
<b>TJMA</b> :Trafic journalier moyen annuel.	<b>GNT</b> : Grave non traitée.
<b>UVP</b> :Unité de véhicule particulier.	<b>TVO</b> : Tous venant d'Oued.
<b>VB</b> :Vitesse de base.	<b>PST</b> :Partie supérieure des terrassements.
<b>VRU</b> :Voie rapide urbaine.	<b>ONM</b> : Office national de la météorologie
<b>BDG</b> : Bande dérasée de gauche.	<b>ANRH</b> : Agence nationale des ressources hydrauliques.
<b>BDD</b> : Bande dérasée de droite .	<b>OH</b> : Ouvrage hydraulique.
<b>BA</b> : Bande d'arrêt .	<b>TC</b> :Temps de concentration .
<b>BM</b> : Bande médiane.	<b>ICTAAL</b> : Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.
<b>RQD</b> : Rock quality designation.	<b>MES</b> : Matières en suspensions.
<b>CBR</b> : California – Bearing – Ratio.	<b>BTP</b> :Bâtiment et travaux publics.

## LISTES DES FIGURES

Figure I.1. les éléments de la route .....	3
Figure I.2. La force entre la route et la roue.....	4
Figure II.1.wilaya d'Alger.....	10
Figure II.2.carte de zonage sismique (RPOA 2008).....	11
Figure. II.3. tracé de la 7 <sup>ème</sup> transversale d'Alger .....	12
Figure III.1:les variantes de la section01 .....	15
Figure III.3 : les variantes de la section03 .....	17
Figure. III.4:Profil en travers type chaussée 2x2-section 0 .....	19
Figure III.5:Profil en travers type chaussée 2x3-section 03 .....	19
Figure. IV.1:Domaines d'utilisation d'un profil en travers donné .....	25
Figure V.1:Les éléments de tracé en plan .....	27
Figure V.2:Les éléments de tracé en plan du section01 .....	32
Figure V.3:Les éléments de tracé en plan du section03 .....	33
Figure V. 4 : caractéristiques géométriques de l'élément a calculé .....	33
Figure V.5 : listing de l'axe en plan .....	35
Figure VI. 1: Eléments géométriques du profil en long.....	36
Figure VI.2:Les éléments de profil en long S1.....	38
Figure VI.3:Les éléments de profil en long S3.....	39
Figure VI.4:schéma de l'élément a calculé .....	39
Figure VI.5:listing du profil en long .....	40
Figure VII.1:voie de type U .....	41
Figure VII.2:voie de type A .....	41
Figure VIII.1:La géologie de tracé .....	46
Figure VIII.2:Localisation des sondages sur S1 .....	50
Figure IX.1:Localisation de gite 01 .....	55
Figure IX.2:Illustration de gite 01 .....	55
Figure IX.3:Localisation de gite 02.....	55
Figure IX.4:Illustration de gite 02 .....	55
Figure IX.5:localisation de carrière.....	56
Figure X.1:température équivalent.....	60
Figure X.2:classes de TPLi pour PR1 .....	60
Figure X.3:sur classement avec couche de forme en matériau non traité .....	61
Figure X.4:extrait du fascicule 02 .....	63
Figure XI.1:vérification de la stabilité globale avec la surface de rupture le cas statique P 174 .....	69
Figure XI. 2 : vérification de la stabilité globale avec la surface de rupture le cas sismique P174.....	70
Figure XI.3:Renforcement par pieux forés simples .....	71
Figure XI.4:vérification de la stabilité globale avec la solution des pieux.....	72
Figure XI.5:vérification de la stabilité globale avec la surface de rupture le cas statique P 79 .....	73
Figure XI.6:vérification de la stabilité globale avec la surface de rupture le sismique P 79 .....	74
Figure. XI.7:revêtement des talus de remblai.....	74
Figure XI.8:Les sections des profils en travers d'un tracé donné .....	76
Figure XI.9:Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné76 .....	76
Figure XII.1:Carte de réseaux hydrographiques de la Wilaya d'Alger 78.....	78
Figure XII.2:Bassins versants de la première section .....	80

## LISTES DES FIGURES

Figure XII.4:valeurs de coefficient de ruissellement .....	83
Figure XII.5:Localisation des ouvrages hydrauliques de S1 .....	88
Figure XII.5:Localisation des ouvrages hydrauliques de S1 .....	88
Figure XIII.1:Type des échangeur.....	92
Figure XIII.3:dispositif de sortie par déboitement .....	95
Figure XIII.4:distances d'implantation de la signalisation directionnelle en sortie en déboitement. ....	95
Figure XIII.5:Caractéristiques géométriques des carrefours giratoires.....	97
Figure XIII.6:Profil en travers de la trémie .....	100
Figure XIV.1:lignes de délimitation.....	103
Figure XIV.2:éclairage public .....	106
Figure XV.1:Carte de situation géographique de la wilaya d'Alger .....	108
Figure XV.2:la ville d' Ain Benian .....	108
Figure XV.3:Oued beni Messous .....	108
Figure XV.4:la conduite de gaz.....	109
Figure XV.5:ligne MT .....	109
Figure XV.6:regard en béton.....	109
Figure XV.7:stade d'Ouled Fayet.....	109
Figure XV.8:parc Dounia .....	109
Figure XV.9:Pinus pinea .....	111
Figure XV.10:Eucalyptus globulus .....	111
Figure XV.11:Pinus halepensis.....	111
Figure XV.12:Canis aureus .....	112
Figure XV.13:Erinaceus europaeus.....	112
Figure XV.14:La belette.....	112
Figure XV.15:chèvres .....	112
Figure XV.16:parc Dounia .....	113
Figure XV.17:Arrosage des pistes.....	118
Figure XV.18:Bâchage des camions .....	118

## LISTES DES TABLEAUX

Tableau III.1 : valeurs limites des rayons.....	18
Tableau III. 2: valeurs limites des pentes et rampes.....	18
Tableau III.3 : valeurs limites des rayons.....	19
Tableau III.4 :L'affectation de trafic sur le réseau .....	20
Tableau IV. 1: coefficient d'équivalence (B30).....	23
Tableau IV.2 : affectation de trafic sur le projet .....	25
Tableau IV. 3: Valeurs de K1 (B30). .....	25
Tableau IV. 4: Valeurs de K2 (B30). .....	25
Tableau IV.5 : Valeur de C t(B30). .....	26
Tableau IV.6 : Détermination du nombre des voies par le B40 .....	26
Tableau V.1 : valeurs des rayons et les dévers associés B40 .....	29
Tableau V.2: caractéristiques de l'élément a calculé. ....	34
Tableau VI.1 : caractéristiques de l'élément a calculé.....	39
Tableau VII.1 : récapitulatifs des dimensions des éléments constitutifs du profil en travers.....	43
Tableau VII. 2 : Le profil en travers type du projet. ....	44
Tableau VIII. 1 : L'extension linéaire des formations géologiques le long de tracé.....	46
Tableau VIII.2 : Localisation investigation pour les Ouvrages.....	48
Tableau IX.1 : Implantation des puits de reconnaissances(SETS).....	51
Tableau IX.2 : aperçu des résultats des puits de reconnaissance du LOT01 (rapport géotechnique SETS).....	52
Tableau IX.3 : aperçu des résultats des puits de reconnaissance du LOT02 (rapport géotechnique SETS).....	52
Tableau IX.4 : aperçu des résultats des puits de reconnaissance du LOT03 (rapport géotechnique SETS).....	52
Tableau IX.5 : aperçu des résultats des puits de reconnaissance du LOT04(rapport géotechnique SETS).....	53
Tableau IX.6 : aperçu des résultats de reconnaissance en laboratoire des sondages des déblais. ....	54
Tableau IX.7 : Implantation des gites. ....	54
Tableau IX.8 : Résultats des essais laboratoire des Gites.....	55
Tableau IX.9 : localisation des carrières .....	56
Tableau IX.10 : Résultats des essais laboratoire des matériaux concassés (carrière Tabainet) .....	56
Tableau IX.11 : Résultats des essais laboratoire du sable 0/3 (carrière Tabainet). ....	57
Tableau IX.12 : Résultats des essais granulométriques GC 0/31.5 (carrière Tabainet). ....	57
Tableau IX.13 : Résultats des essais laboratoire de TVC (carrière Tabainet).....	57
Tableau IX.14 : Les valeurs de la résistance à la fragmentation et la résistance à l'attrition .....	58
Tableau X.1 : coefficients d'équivalence pour les matériaux .....	63
Tableau X.2 : Structures proposées par la méthode CBR .....	66
Tableau X.3: Structures adopté par le catalogue Algérien. ....	66
Tableau XII.1 : caractéristiques morpho-métriques des bassins versants. ....	81
Tableau XII.2 : pluies journalières maximales fréquentielles. ....	82
Tableau XII.3 : débits critiques maximaux .....	84
Tableau XII.4 : récapitulatif des ouvrages hydrauliques.....	86
Tableau XII.5 : vitesse d'écoulement pour les buses. ....	87
Tableau XII.6: vitesse d'écoulement pour les dalots .....	87
Tableau XII.7 : valeur de pluviométrie en fonction de fréquence.....	89
Tableau XII.8 : valeurs des surfaces des sous bassins.....	89
Tableau XII.9 : caractéristiques des sous bassins.....	89

## LISTES DES TABLEAUX

Tableau XII.10 : débit des sous bassins. ....	89
Tableau XII.11 : Les valeurs d'itérations de H. ....	90
Tableau XIII.1 : Vitesse conventionnelle dans le rayon .....	93
Tableau XIII.2 : Valeurs limites des rayons en plan .....	93
Tableau XIII. 3 : récapitule les différents enchainements entre les rayons d'une bretelle (ou branche a une voie en déboitement) .....	93
Tableau XIII.4 : distances d'implantation de la signalisation directionnelle en sortie en déboitement. ....	95
Tableau XIII.5 : valeurs limites des paramètres de profil en long des branches et bretelles. ....	96
Tableau XIII.6 : Bretelle unidirectionnelle à une voie. ....	96
Tableau XIII.7 : Dévers de la chaussée .....	96
Tableau XIII.8 : Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie SETRA. ....	98
Tableau XIII.9 : présentation des ouvrages. ....	99
Tableau XIII.10 : profil en travers des différents ouvrages. ....	100
Tableau XIII.11 : Solution technique retenue .....	100
Tableau XV. 1 : Réseau routier de la wilaya d'Alger. ....	112
Tableau XV.2 : Évaluations des impacts prévisibles et les mesure à prendre pour la section 01.. ....	115
Tableau XV. 3 : Évaluations des impacts prévisibles et les mesure à prendre pour la section 0 3. ....	116
Tableau XV.4 : Évaluations des impacts prévisibles et les mesure à prendre .....	118
Tableau XV. 5 : Évaluations des impacts prévisibles et les mesure à prendre .....	119
Tableau XV.6 : Impacts négatifs sur le milieu biologique et les mesure à prendre .....	119
Tableau XV. 5 : Évaluations des impacts prévisibles et les mesure à prendre .....	119
Tableau XVI.1 : Évaluation comparative des coûts .....	122

## SOMMAIRE

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>CHAPITRE I :Recherche bibliographique</b> .....	2
I.1 Introduction .....	2
I.2 L’ouvrage Routier .....	2
I.3 Définitions des principaux éléments de la route .....	2
I.4 Eléments Du Projet Routier .....	3
I.5 Comportement du véhicule sur la route .....	3
I.5.1 Mouvements des véhicules.....	3
I.5.2 Conditions de la réalisation des routes modernes .....	4
I.6 Classification des routes .....	5
I.6.1 Classification administrative .....	5
I.6.2 Catégories de route .....	5
I.7 Réalisation des routes .....	6
I.7.1 Qui établit le projet.....	6
I.7.2 Déclaration d’utilité publique .....	6
I.7.3 Lancement du projet .....	7
I.7.4 Réalisation de la route projetée .....	7
I.8Conclusion .....	9
<b>CHAPITRE II : Présentation de projet</b> .....	10
II.1 Introduction .....	10
II.2 Description de la zone d’étude .....	10
II.3 Location du projet .....	11
II.4 Présentation du projet .....	11
II.5 Objectifs de projet .....	13
<b>CHAPITRE III : analyse de l’APS</b> .....	14
III.1 Introduction .....	14
III.2 Objet de l’Etude .....	14
III.2.1 L’analyse du dossier APS .....	14
III.2.2 la confrontation des données APS au terrain à travers.....	14
III.2.3 et de proposer éventuellement .....	14
III.3 Contenu de l’APS .....	14
III.3.1 Choix des variantes .....	14
III.3.2 Conception générale .....	18
III.3.3 Reconnaissance géologique .....	20
III.3.4 L’hydrologie .....	20
III.3.5 L’étude hydraulique .....	20
III.3.6 Trafic.....	20
III.3.7 Terrassement .....	21
III.3.8 Analyse des impacts du projet sur l’environnement.....	21
III.4 Conclusion .....	21

# SOMMAIRE

<b>CHAPITRE IV : Étude de trafic</b> .....	22
IV.1 Introduction .....	22
IV.2 Modèles de présentation de trafics .....	22
IV.3 Analyse du trafic .....	22
IV.4 Calcul de la capacité .....	22
IV.5 Application au projet .....	23
IV.5.1 Donnée du trafic .....	23
IV.5.2 Détermination du nombre des voies .....	25
<b>CHAPITRE V : Tracé en plan</b> .....	27
V.1 Introduction .....	27
V.2 Règles à respecter .....	27
V.3 Les éléments de tracé en plan .....	27
V.3.1 Les alignements droits .....	27
V.3.2 Arcs de cercle .....	28
V.3.3 Courbes de raccordements .....	30
V.4 Descriptif du tracé en plan .....	32
V.4.1 Section 01 .....	32
V.4.2 Section 03 .....	32
V.5 Exemple de calcul manuel de l'axe en plan .....	33
<b>CHAPITRE VI : Profil en long</b> .....	36
VI.1 Introduction .....	36
VI.2 Règles à respecter dans le tracé de la ligne rouge .....	36
VI.3 Eléments de composition du profil en long .....	36
VI.4 Coordination entre le tracé en plan et le profil en long .....	37
VI.5 La Déclivité .....	37
VI.5.1 Déclivité minimum .....	37
VI.5.2 Déclivité maximum .....	37
VI.6 Les raccordements en profil en long .....	37
VI.6.1 Raccordements convexes (angle saillant) .....	37
VI.6.2 Raccordements concaves (angle rentrant) .....	38
VI.7 Rédaction de profil en long .....	38
VI.8 Descriptif du profil en long .....	38
VI.9 Exemple de calcul .....	39
<b>CHAPITRE VII : Profil en travers type</b> .....	41
VII.1 Introduction .....	41
VII.2 Éléments du profil en travers .....	41
VII.3 Quelques définitions .....	41
VII.4 Dimensionnement des différents éléments .....	42
VII.5 Visibilité en courbe .....	43
VII.6 Influence des rampes .....	44
VII.7 Profils en travers sur et sous ouvrages .....	44
VII.8 Pente transversale .....	44
VII.9 Profil en travers type du projet .....	44
<b>CHAPITRE VIII : Programme d'investigation géotechnique</b> .....	45
VIII.1 Introduction .....	45
VIII.2 Objectif de l'investigation géotechnique .....	45
VIII.3 Prospection Géologique .....	45
VIII.4 Consistance de l'investigation géotechnique .....	47

## SOMMAIRE

VIII.4.1 Lot Route .....	47
VIII.4.2 Lot Ouvrages d'Art .....	48
VIII.4.3 Lot matériaux des gîtes d'emprunts et carrières .....	49
VIII.5 Conclusion .....	50
<b>CHAPITRE IX : Étude géotechnique .....</b>	<b>51</b>
IX.1 Introduction .....	51
IX.2 Objectifs .....	51
IX.3 Reconnaissance géotechniques in situ .....	51
IX.3.1 Programme de reconnaissance .....	51
IX.3.2 Description lithologique des puits de reconnaissance .....	52
IX.4 Essais en laboratoire .....	53
IX.4.1 Programme des essais .....	53
IX.4.2 Résultats de la reconnaissance en laboratoire .....	53
IX.5 Matériaux de gîtes d'emprunt .....	54
IX.5.1 Prospection de gîtes d'emprunt .....	54
IX.5.2 Caractéristiques géotechniques des matériaux de gîtes d'emprunt .....	55
IX.6 Prospection des carrières .....	56
IX.6.1 Interprétation des résultats .....	56
IX.7 Conclusion .....	58
<b>CHAPITRE X : Dimensionnement du corps de chaussée .....</b>	<b>59</b>
X.1 Introduction .....	59
X.2 La chaussée .....	59
X.2.1 Définition de la chaussée .....	59
X.2.2 différents types de chaussée .....	59
X.3 Principales méthodes de dimensionnement .....	59
X.3.1 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves .....	60
X.3.2 Méthode De C.B.R (California – Bearing – Ratio) .....	63
X.4 Conclusion .....	66
<b>CHAPITRE XI : Stabilité des pentes et cubatures .....</b>	<b>67</b>
XI.1 Stabilité des pentes .....	67
XI.1.1 Introduction .....	67
XI.1.2 Les glissements .....	67
XI.1.3 Principales causes de glissement .....	67
XI.1.4 Talus de déblais .....	68
XI.1.5 Talus de remblai .....	72
XI.1.6 Revêtements des Talus .....	74
XI.1.7 Conclusion .....	75
XI.2 Calcul les cubatures .....	75
XI.2.1 Introduction .....	75
XI.2.2 Méthodes de calcul des cubatures .....	75
XI.2.3 Description de la méthode de la moyenne des aires .....	76
XI.2.4 Application .....	77
<b>CHAPITRE XII : Étude hydraulique et hydrologique .....</b>	<b>78</b>
XII.1 Introduction .....	78
XII.2 Description du projet .....	78
XII.3 L'Objectif de l'étude .....	78
XII.4 Les eaux souterraines .....	79
XII.5 Délimitation des bassins versants .....	79
XII.6 Les Caractéristiques des bassins versants .....	81

## SOMMAIRE

XII.7 Données pluviométriques .....	82
XII.7.1 Étude fréquentielle des pluies journalières maximales .....	82
XII.8 Estimations empiriques des débits de pointe .....	82
XII.9 Analyse hydrologique .....	84
XII.10 Ouvrages hydrauliques .....	85
XII.10.1 Dimensionnement des ouvrages hydrauliques (OH) .....	85
XII.10.2 Exemple de calcul .....	85
XII.10.3 Conditions d'Autocurage .....	87
XII.11 Dimensionnement du réseau d'assainissement .....	88
XII.12 Conclusion .....	90
<b>CHAPITRE XIII :Échangeur et ouvrage d'art .....</b>	<b>91</b>
XIII.1 Conception de l'échangeur .....	91
XIII.1.1 Introduction .....	91
XIII.1.2 Rôle d'échangeur .....	91
XIII.1.3 Type des échangeurs .....	91
XIII.1.4 Choix du type de l'échangeur .....	92
XIII.2 Conception des giratoires .....	97
XIII.2.1 Introduction .....	97
XIII.2.2 Application au projet .....	98
XIII.3 Conception des ouvrages .....	99
XIII.3.1 Introduction .....	99
XIII.3.2 Choix des types d'ouvrage .....	99
XIII.3.3 Présentation des ouvrages .....	99
XIII.3.4 Gabarit à réserver .....	99
XIII.3.4 Profil en travers .....	99
XIII.3.5 Solution technique retenue .....	100
<b>CHAPITRE XIV : Signalisation et éclairage .....</b>	<b>101</b>
XIV.1 Signalisation .....	101
XIV.1.1 Introduction .....	101
XIV.1.2 Critères à respecter pour les signalisations .....	101
XIV.1.3 L'objet de la signalisation routière .....	101
XIV.1.4 Catégories de signalisation .....	101
XIV.1.5 Types de signalisation .....	102
XIV.1.6 Application au projet .....	104
XIV.2 Eclairage .....	105
XIV.2.1 Introduction .....	105
XIV.2.2 Catégories d'éclairage .....	105
XIV.2.3 Paramètre de l'implantation des luminaires .....	105
XIV.2.4 Eclairage d'un point singulier .....	105
XIV.2.5 Application au projet .....	105
<b>CHAPITRE XV :Impact sur l'environnement .....</b>	<b>107</b>
XV.1 Introduction .....	107
XV.2 Impact des routes sur l'environnement .....	107
XV.3 Incidence de la 7 <sup>ème</sup> transversale sur l'environnement .....	107
XV.4 Délimitation de la zone d'étude .....	107
XV.4.1 Description générale de la zone d'étude .....	107
XV.4.2 Description de la zone du projet .....	108
XV.5 Analyse de l'état initial .....	110
XV.5.1 Description du milieu physique .....	110

## SOMMAIRE

XV.5.2 Description du milieu biologique .....	110
XV.5.3 Environnement socio-économique .....	112
XV.5.4 Sites sensibles .....	113
XV.6 Description générale des différentes phases du projet .....	113
XV.6.1 Phase de construction .....	113
XV.6.2 Phase d'exploitation .....	113
XV.7 Évaluation des impacts prévisibles du projet sur l'environnement .....	114
XV.7.1 Démarche générale .....	114
XV.7.2 Impacts et mesures en phase réalisation du projet .....	114
XV.7.3 Impact de la phase d'exploitation du projet .....	119
XV.8 Conclusion.....	120
<b>CHAPITRE XVI : Devis quantitatif et estimatif .....</b>	<b>121</b>
XVI.1 Introduction .....	121
XVI.2 Hypothèses considérées pour l'estimation de coûts .....	121
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>123</b>

### **Bibliographie**

### **Annexes**

## Introduction générale

La conception d'une infrastructure routière impose bien des études préalables pour définir nombre de voies, dimensions et structure de la chaussée. Pour répondre au mieux aux objectifs de mobilité, sécurité et de durabilité des ouvrages. Dans le cadre du schéma directeur routier national horizon **2025** ont été inscrites les grandes orientations du développement du réseau routier Algérien parmi lesquels figurent des infrastructures structurantes et des réseaux routiers de maillage.

Dans le présent mémoire, il est présenté une étude **APD** de la 7<sup>ème</sup> transversale d'Alger en trois sections:

- **Section 01** : commence de la **RN11** ou la route des dunes et se termine au niveau de la **RN41** sur une longueur de **5km**.
- **Section 02** : commence de la **RN41** ou et se termine au niveau de la rocade sud sur une longueur de **3,5 km**.
- **Section 03** : commence de la rocade sud et se termine au niveau de la 2<sup>ème</sup> rocade sur une longueur de **6,8 km**. Notre étude s'étale aussi à la conception d'un échangeur.

La 7<sup>ème</sup> transversale d'Alger s'inscrit dans le Schéma Directeur Routier et Autoroutier (**SDRA**) élaboré par le Ministère des Travaux Publics dans le cadre du développement et de la modernisation des infrastructures routières et autoroutières du pays.

Ce projet est l'un des projets importants lancés par les services de l'état, et qui a pour objectif de désengorger le flux du trafic traversant la zone algéroise Ouest.

Est une liaison urbaine stratégique pour la région, elle doit sillonner à proximité des villes d'Ain Benian, Cheraga, Ouled fayet et Baba hassen.

CHAPITRE I  
RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE  
SUR LA ROUTE

---

## I.1 Introduction

La route reste un facteur de développement par excellence dans tous les pays du monde, industrialisés ou émergents. Les techniques auxquelles la route moderne fait appel se sont multipliées et ont pris une grande ampleur à l'heure actuelle, par l'utilisation de la technologie moderne tant dans les tracés routiers que dans les moyens utilisés lors de la construction routière. Il faudra se rendre à l'évidence qu'une spécialisation des Ingénieurs de Génie Civil et Travaux Publics même partielle dans le domaine routier s'impose. La conception et la construction routière touche l'examen des problèmes liés aux techniques de conception et d'aménagement des routes : le tracé, les caractéristiques géométriques, le trafic, le sol support, les charges, la signalisation, les techniques de construction, les matériaux utilisés, l'entretien, l'exploitation,... Nous pensons que l'époque de la généralisation des techniciens est révolue, durant laquelle un Ingénieur pouvait se prétendre compétent en route qu'il s'agisse de géotechnique, de technique de circulation, de conception de tracé, d'aménagement des routes, ... La route est sans doute, de tous les ouvrages de travaux publics, celui qui est fréquemment utilisé et critiqué de tous. La raison principale de cette limitation, est le développement de certaines techniques totalement inconnues il y a vingt ans et les progrès de la technique et de la technologie moderne dans beaucoup de domaines liés directement au tracé et à la construction routière.

## I.2 L'ouvrage routier

Tout ce que l'homme construit est avec le souci d'être à la hauteur de l'attente de l'exploitant, tout en intégrant deux facteurs importants la durabilité et la préservation de l'environnement. La satisfaction vient du perfectionnement et surtout du sens de l'uniformité et de la précision. Nous dirons que dans notre domaine comme d'autres ce qui se conçoit bien s'exécute correctement et aisément. Ceci suppose que l'Ingénieur qui conçoit une route ait des connaissances suffisantes pour définir le bon tracé et la meilleure structure de cette chaussée et les matériaux qui la constituent et avoir une vision claire du déroulement des travaux. S'il néglige l'une des tâches importantes du projeteur, il risque fort de se retrouver avec un ouvrage qui ne répond pas aux normes ou un ouvrage inconstructible. L'Ingénieur doit tenir compte que la conception est le fait d'un Maître d'œuvre et l'exécution est le fait d'un Entrepreneur. C'est sur cette dualité que repose la réussite de la mise en œuvre de l'ouvrage.

## I.3 Définitions des principaux éléments de la route

Il est indispensable que le lecteur connaisse parfaitement les termes usuels de la technique routière. C'est pour cela que nous commençons par donner la définition des principaux éléments de la route :

- **Le terrain** : est dit naturel avant tous travaux, et préparé après l'exécution des terrassements. Il convient de distinguer le terrain du sol, ce dernier terme désigne plutôt un matériau.
- **La route** : la route est placée directement sur le terrain naturel. Lors de l'élaboration du projet de tracé en plan elle est représentée par son axe.
- **La chaussée** : au sens géométrique du terme, ne comprend pas les bandes de guidage qui la limite éventuellement; celles-ci font donc partie de l'accotement ou du terre plein central.

- **L'emprise** : est la surface du terrain appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépenses.
- **L'assiette** : est la surface réellement occupée par la route.
- **La plate forme** : est la surface qui comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement le terre plein central.
- **Les accotements** : en zones rurales sont les deux zones latérales de la plate forme qui bordent extérieurement la chaussée.
- **Les bordures** : sont des séparations en béton, en pavés, en pierres taillées, ou en tout autre matériau dur que l'on construit le long de la chaussée.
- **Le caniveau** : en zones urbaines est l'espace au bord de la chaussée aménagé spécialement pour l'écoulement de l'eau.

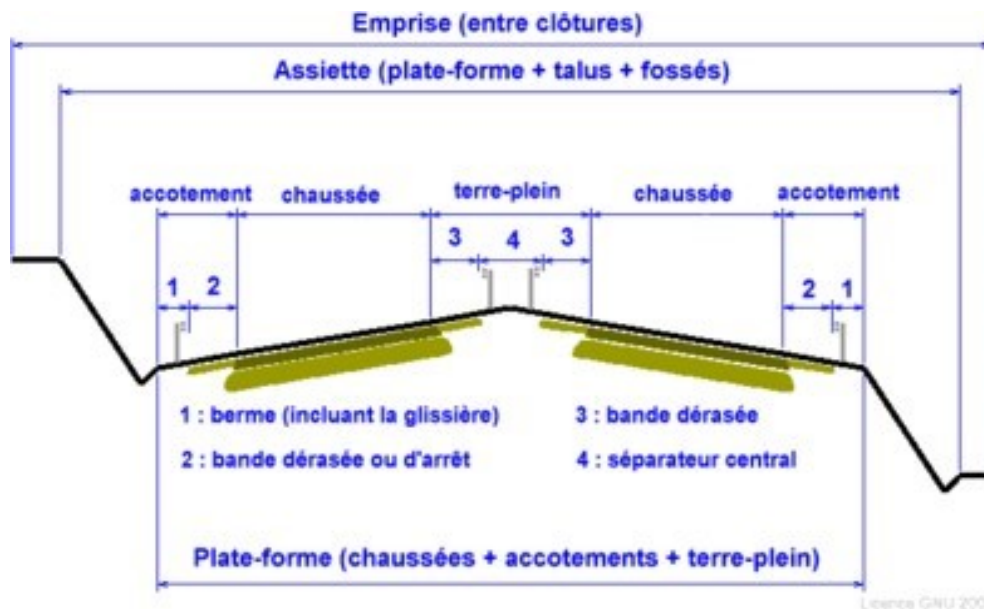


Figure I.1 : les éléments de la route.

## I.4 Eléments du projet routier

La route est un ouvrage spatial, elle est représentée par ces projections sur les trois plans de l'espace. Le projet de tracé routier est représenté par ces trois projections graphiques principales :

- **Tracé en plan** : Il représente la projection en plan de l'axe de la route sur une carte topographique.
- **Profil en long** : C'est le développement en plan de la surface cylindrique engendrée par une droite verticale, s'appuyant sur l'axe de la route.
- **Profil en travers** : C'est l'intersection de la surface du terrain naturel ou de la route par un plan vertical orthogonal à la surface cylindrique définie .

## I.5 Comportement du véhicule sur la route

### I.5.1 Mouvements des véhicules

Le moteur entraîne la rotation de la roue, à cause de l'existence des frottements, la roue ne peut pas glisser sur la chaussée, elle est obligée de rouler et entraîne avec elle le véhicule. Elle reçoit donc de la chaussée une réaction  $F$  (frottement) dirigé dans le sens du mouvement du

véhicule. La valeur  $F$  de cette réaction est limitée à  $P_{\text{frt}}$  avec :

$P$  : étant le poids total porté par les roues.

$\text{frt}$  : le coefficient de frottement longitudinal.

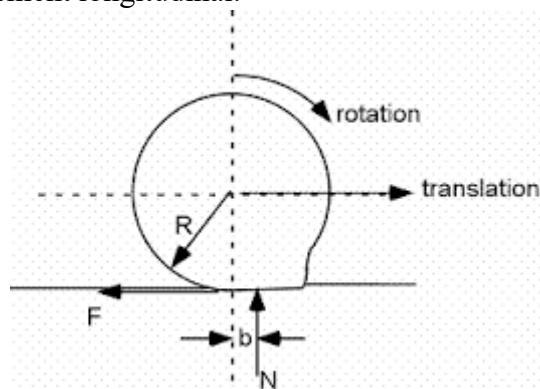


Figure I. 2 : La force entre la route et la roue.

C'est l'action entre la chaussée et la roue fournissant toujours une réaction  $F$  qui fait rouler le véhicule, la force  $F$  doit vaincre la force  $F'$  due aux faibles résistances passives du mécanisme. La réaction de la chaussée sur une roue non motrice est donc dirigé en sens inverse du mouvement du véhicule. L'équilibre des énergies sera étudié lors de l'étude des distances de freinage.

## I.5.2 Conditions de la réalisation des routes modernes

Les routes modernes doivent permettre une circulation commode et sûre des véhicules et en même temps une réalisation économique, bon marché. Les conditions actuelles dans lesquelles se développe aujourd'hui la circulation sont caractérisées par certains facteurs de base. Ces éléments ont conditionné les caractéristiques des véhicules et en même temps agissent sur ces conditions techniques, la conception, la géométrie (tracé en plan, profil en long et profil en travers) et la structure du corps de chaussée des routes.

### I.5.2.1 Eléments de base

Pour la détermination des caractéristiques d'une route, trois éléments essentiels doivent être pris en compte :

- **Traffic routier** : Le débit ou volume de circulation est le nombre de véhicule passant par unité de temps sur la route. Il est établi par des comptages périodique ou continus.
- **Vitesse de circulation** : Du point de vue de la technique de circulation, il existe plusieurs types de vitesses mais celle utilisé dans les tracés routiers est dénommée vitesse de base ou vitesse de référence.
- **Caractéristiques géométriques des véhicules** : En principe, le poids total (avec charge), la largeur et la longueur des véhicules sont standards. Ces caractéristiques géométriques conditionnent aussi l'établissement des éléments du tracé en plan, du profil en long et du profil en travers en plus des gabarits des routes.

### I.5.2.2 Influence des éléments de base sur la conception et la structure des routes

la vitesse influe sur la conception géométrique des routes et le volume et la composition du trafic sur le profil en travers et la structure du corps de chaussée. Les techniques routières se sont adaptées aux conditions de la circulation modernes.

---

Certains éléments des routes modernes ont été modifiés :

- **la largeur de la route** : pour assurer un écoulement fluide d'un trafic important.
- **La couche de surface et signalisation** : afin d'assurer la sécurité des usagers.
- **Les matériaux utilisés** : afin de lutter contre l'usure de la surface de roulement.
- **La structure du corps de chaussée** : pour augmenter la résistance mécanique face aux charges de plus en plus importantes.

Dans la construction routière moderne, le trafic, la vitesse et le poids des véhicules exercent une influence déterminante sur la conception et sur la structure du corps de chaussée, en d'autres termes sur l'établissement des caractéristiques géométriques et constructives du tracé routier.

## I.6 Classification des routes

Les routes peuvent être classées selon plusieurs critères, la classification peut être propre au pays, régionale ou d'ordre international (actuellement l'**AICPR** penche sur ce dernier cas pour une uniformité globale des routes du monde). La classification administrative des routes est basée sur la domanialité du terrain et du point de vue technique les routes sont classées selon la vitesse de référence ou selon le trafic qu'elles supportent. (les routes peuvent être aussi classées selon leurs fonctions ou selon les différentes contraintes environnementales...). La référence des routes est le plus souvent faite en usage avec les deux principales classifications, qui sont la classification administrative et la classification par catégorie de route selon la vitesse de référence.

### I.6.1 Classification administrative

- **Chemins communaux** : Les chemins communaux constituent un maillon important dans le réseau routier, elles permettent la liaison des villages au réseau principale de routes. Elles peuvent s'étendre sur une ou plusieurs communes, entretenues par les collectivités locales.
- **Chemins de wilaya** : Les chemins de Wilaya relient le réseau de routes communales au réseau national. Ces routes peuvent desservir uniquement la wilaya et sont à la charge de celle-ci comme elles peuvent desservir deux Wilayas avoisinantes.
- **Routes nationales** : Les routes nationales sont d'un intérêt commun pour plusieurs Wilayas ou pour le pays entier.
- **Autoroutes** : Les autoroutes sont des routes nationales d'une catégorie spéciale, elles sont constituées de deux chaussées unidirectionnelles séparées par **TPC**, ne comportant aucun passage ou carrefour à niveau. Les autoroutes sont réservées à la circulation mécanique rapide .

### I.6.2 Catégories de route

- **Routes exceptionnelles** : Ce sont des routes avec deux chaussées unidirectionnelles séparées, on admet que leurs tracés comportent quelques points de croisement plan.
- **Routes de I<sup>ère</sup> catégorie** : Ces routes correspondent aux routes de grand trafic dont le tracé est sur terrain facile et peu accidenté avec quelques agglomérations et croisements.

- **Routes de II<sup>ème</sup> catégorie** : Ces routes correspondent aux routes supportant un trafic moyen dans un tracé développé dans un terrain vallonné, sortant du cadre de la première catégorie.
- **Routes de III<sup>ème</sup> catégorie** : Ce sont des routes qui supportent un trafic faible et dans le tracé correspondant à une section transversale difficile, dans un terrain avec un relief accidenté.
- **Routes de IV<sup>ème</sup> catégorie** : Ces routes sont tracées dans des sections très difficiles, ou leurs reliefs ne permettent pas de passer ou de réaliser des routes de catégories supérieures.

## I.7 Réalisation des routes

### I.7.1 Qui établit le projet ?

Le maître d'ouvrage confie à son service technique les premières études :

- Études préalables de tracé.
- Études des impacts sur l'environnement.

Ces études fondées sur des critères économiques de sécurité, de confort et de respect de l'environnement, débouchent sur plusieurs solutions de tracés, ce sont les variantes. Les élus locaux, les représentants des intérêts socioéconomiques, les associations discutent alors du projet. A l'issue de cette concertation, le maître d'ouvrage retient l'avant-projet qui sera soumis à l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique (**DUP**). Le dossier de l'enquête comprend en particulier l'étude des effets du projet sur l'environnement (études d'impact). Le maître d'ouvrage doit également présenter une évaluation de l'intérêt économique et social des grands projets (plus de **25 km** de route à deux fois deux voies ou un coût supérieur à **500 millions de DA**). Cette étape de la vie d'un projet peut durer plusieurs années. La déclaration d'utilité publique qui vient après enquête, sera prononcée par l'autorité compétente afin de permettre à l'opération d'expropriation des terrains nécessaires à l'emprise de la route d'être effectuée. Une fois les études achevées et approuvées, l'opération d'appels d'offre pour la réalisation de l'ouvrage sera lancé. La réalisation ne débutera que suite à l'ordre de service de démarrage des travaux qui sera adressé à l'entreprise réalisatrice après attribution et signature du marché.

### I.7.2 Déclaration d'utilité publique

La déclaration d'utilité publique va permettre de reconnaître le bien-fondé de l'intérêt général du projet. Elle s'appuie sur les résultats d'une enquête qui s'adresse à chacune des parties concernées notamment les propriétés privées. Cette enquête est conduite par une commission d'enquête (ou un commissaire enquêteur) désigné(e) par le Wali ou, pour les projets plus importants, par le Président du Tribunal administratif.

✚ Les parties disposent d'un minimum de **15 jours** pour :

- S'informer sur le projet .
- Participer à des débats.
- Faire part de leurs observations, critiques, suggestions, notamment celles relatives au remembrement des terres agricoles.

Après la fin de l'enquête, le rapport et ses conclusions sont rendus publics. A l'issue de cette enquête, le représentant de l'Etat peut déclarer le projet d'utilité publique (**DUP**), après avoir examiné les observations des diverses administrations et l'avis de la

---

commission d'enquête.

- ✚ Si l'une des parties concernée conteste la déclaration d'utilité publique, elle dispose d'un délai de **2** mois à compter de la publication de cette décision, pour demander son annulation auprès du Tribunal administratif ou du Conseil d'Etat. Les parties concernées peuvent également, en particulier si les règles essentielles de la procédure n'ont pas été respectées (délais, contenu du dossier, observations,...), demander auprès des mêmes juridictions que soit suspendue la décision de commencer les travaux. Après la déclaration d'utilité publique, les études se poursuivent pour aboutir à la définition des emprises nécessaires.

### I.7.3 Lancement du projet

A l'issue des enquêtes, les études vont se poursuivre pour dessiner le tracé précis de la route, atténuer les risques de pollution des eaux ou d'aggravation des crues, selon la nature de l'ouvrage, définir les inconvénients du chantier. Parallèlement, le maître d'ouvrage met en place les crédits pour financer le projet. Il s'assure également de l'entière disponibilité des terrains. C'est seulement à la suite de ces différentes étapes, qui peuvent prendre plusieurs années, que les travaux commenceront. Pendant les travaux, des difficultés peuvent surgir et seront traitées au mieux. La direction des Infrastructures de Base de la wilaya dispose des informations concernant le projet :

- S'agit-il d'une autoroute, d'une route express, d'une route bidirectionnelle, d'une déviation, d'un simple élargissement ... ?
- La décision est-elle prise ?
- Le tracé est-il défini ?
- Le projet traverse quelle région ? Où figure le projet ? Si votre commune est dotée d'un plan d'occupation des sols (**POS**), le projet routier y est inscrit sous forme d'emplacement réservé. Vous l'avez peut-être remarqué lors de l'enquête publique précédant la publication du **POS**. Si votre commune n'a pas de **POS**, ou si le projet n'y figure pas. Adressez-vous au service technique municipal, pour les voies communales. Au service technique des Subdivisions au niveau de la Daira ; pour les chemins de wilaya ou à la Direction des Infrastructures de Base (**DIBW**) de la wilaya ; pour chemin de wilaya et les routes nationales. A la Direction des Infrastructures de Base de la Wilaya ; au Ministère des Travaux Publics pour les autoroutes et les routes nationales.

### I.7.4 Réalisation de la route projetée

Une fois les différentes phases de l'étude du projet achevées : conception, projection, projet détaillé, devis estimatif et quantitatif, L'étude ainsi achevée doit être dûment approuvée tant par le maître de l'ouvrage que par tous les services techniques concernés. Une étude technico-commerciale est lancée afin d'élaborer un cahier des charges et un marché qui va régir le déroulement du projet comprenant les clauses contractuelles, les devis des différentes opérations à mettre en œuvre et les délais de réalisation. Après appel d'offre et analyse des offres reçues, un marché contractuel est signé entre le maître d'ouvrage et l'entrepreneur choisi qui sera chargé de l'exécution des travaux. Dès la signature de l'Ordre de Service de démarrage des travaux '**ODS**', le délai contractuel est mis en vigueur. En cas de problèmes de techniques ou aléas (climatiques ou autres) afin de ne pas pénaliser l'entreprise de réalisation, des ordres de services d'arrêt et de reprise des travaux peuvent être accordés tout au long de la durée contractuelle. Mais ses arrêts sont à titre exceptionnel et non systématiques.

### ✚ suivi et contrôle d'un projet routier

Un laboratoire de travaux publics et un bureau d'étude spécialisé dans les ouvrages routiers seront chargés chacun en ce qui le concerne du suivi et du contrôle de la bonne exécution des travaux selon les règles de l'art et en conformité avec les clauses contractuelles du marché. Les matériaux en particulier feront l'objet d'un contrôle systématique et rigoureux afin que l'ouvrage réalisé présente à l'avenir les meilleures caractéristiques, conformes aux spécifications techniques, réalisé selon l'étude préétablie et pourra donc satisfaire à la durée de vie envisagée.

### ✚ principales opérations lors de la réalisation d'un projet routier

Nous donnerons seulement un aperçu très rapide des principales opérations qui devront être exécutées lors de la réalisation d'un projet routier.

- Le piquetage : Le piquetage de la route consiste en l'implantation du projet routier par des coordonnées polaires (angles, distances). Les appareils utilisés sont des appareils topographiques (théodolites, niveaux, ...).
- Terrassements : Une fois le tracé en plan piqueté, avant l'exécution proprement dite des terrassements, des travaux préliminaires doivent être effectués.
- L'exécution des ouvrages d'art prévus dans le projet (ponts, viaducs, murs de soutènement, ouvrages de passages d'eau,...).
- Nettoyage du terrain de la couche végétale ou molle (**15 à 35 cm**), avec des engins mécaniques de faibles puissances (pelles mécaniques, chargeurs,...).
- Déracinement des arbres (pelles mécaniques) et leur transport (par camions).
- Exécution dans les remblais de forte pente (**45 %**) des marches d'escalier pour éviter le glissement du terrain de remplissage. Par la suite peuvent être exécutés les travaux de terrassement proprement dits. La construction d'une route exige premièrement la réalisation des déblais et des remblais c'est-à-dire l'exécution d'une plate forme d'un profil en long sensiblement rapproché de celui du projet. Cette plate forme est obtenue par des grands mouvement des terres, par la réalisation de grandes opérations d'excavations et des remplissages et à la suite par le dressage de la couche de forme. Proprement dits, les déblais et les remblais prévus dans le projet seront exécutés simultanément.
- Réglage des sols : le réglage des sols est réalisé à l'aide d'engins mécaniques (bulldozers ).
- Arrosage des sols : les sols fraîchement mis en place doivent être arrosés afin d'obtenir la teneur en eau optimale nécessaire à leur compactage.
- Compactage des sols : l'opération de compactage ne concerne pas seulement les sols d'apport mais aussi toutes les couches du corps de chaussée (couche de fondation à la couche de roulement).
- Réalisation du corps de chaussée :
  - ❖ La plate forme : Lors de la construction d'une route il faut d'abord réaliser une plate forme profilée selon le profil défini recherché, forme qui sera exécutée sur terrain naturel, cas de déblais ou au couronnement du remblai. La plate forme est la surface de terrassement dressée pour recevoir les différentes couches du corps de chaussée (couches de fondations, couches de bases, couches de liaisons si elles existent et couches de roulement).

- 
- ❖ Le corps de chaussée : Les différentes couches du corps sont réalisées par apport de matériaux de qualité définie dans le cahier des charges, les tout venant (tuf traité ou non), divers composés de matériaux granuleux et couche composée et dosée aux liants bitumineux. Les matériaux sont mis en place et répandus à l'aide d'engins mécaniques (niveleuses) puis l'arrosage et le compactage à l'aide des engins déjà cités précédemment. La couche de roulement est réalisée par un matériau qui est dosé dans les stations d'enrobés ou sur place, transporté par camions bennes et mis en place à l'aide de répandeuse et finisseurs.
  - ❖ Et enfin quand tout ce travail est achevé, les derniers aménagements peuvent commencer avec la signalisation, le marquage de la chaussée et la très attendue ouverture officielle de la route en toute sécurité pour les usagers.

## **I.8 Conclusion**

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale.

La route représente aussi au niveau de la collectivité nationale un puissant facteur de cohésion, tandis qu'en accélérant les liaisons entre les grandes métropoles économiques, elle constitue un atout majeur en faveur de la compétitivité internationale d'une nation industrielle.

**CHAPITRE II**  
**PRÉSENTATION DU RPOJET**

## II.1 Introduction

Alger est la capitale politique et économique du pays. Elle est le siège de toutes les administrations centrales, des institutions politiques et sociales, des établissements économiques et financiers, des grands centres de décision et de représentations diplomatiques.

## II.2 Description de la zone d'étude

Alger s'étend sur une superficie de **809,22km<sup>2</sup>** au Centre Nord du pays, elle est limitée par :

- La mer méditerranée au nord avec une longueur de **80 Km** de côte.
- La wilaya de Blida au sud.
- La wilaya de Tipaza à l'Ouest.
- La wilaya de Boumerdes à l'est.



Figure II.1 : wilaya d'Alger.

### ✚ Topographie

Cette zone est caractérisée par un relief moyennement vallonné.

### ✚ Géologie

L'examen de la carte géologique ainsi que les différentes visites de site ont mis en évidence que les trois sections de tracé projeté recoupent souvent de diverses unités du Mio-Pliocène qui comportent des argiles, des marnes, des calcaires lacustres, des conglomérats, des grès et des sables.

### ✚ Hydrologie

Le couloir d'étude est disséqué par un réseau hydrographique moyen dense, les cours d'eau présentent des pentes plus au moins fortes qui traduisent un caractère torrentiel, mais aussi de la vulnérabilité des terrains à l'érosion hydrique. On remarque que presque la même densité du réseau hydrographique continue sur toute la zone d'étude.

A partir de la carte topographique, en s'aidant du **SIG**, nous avons identifié et recensé les principaux oueds qui interceptent le couloir d'étude, parmi les oueds on cite :

- Oued Beni Messous.
- Oued Bouchbouk.
- Oued Ben Brahim .
- Oued Zitouni.

### ✚ Climatologie

Été : 22° – 30°.

Hiver : 8° – 15°.

Pluviométrie: 670 – 800(mm/an).

### ✚ Sismicité

Compte tenu des critères de classification, la Wilaya d'Alger est classée dans la zone sismique **III** à forte activité sismique.



Figure II.2 : carte de zonage sismique (RPOA 2008).

## II.3 Localisation du projet

La liaison urbaine qui fait l'objet de la présente étude traverse plusieurs localités. Cette liaison reliera sur son passage les principales localités de l'ouest d'ALGER, dont Ain Benian, Cheraga, Ouled Fayet, Baba Hassen, profiteront aussi de l'accès rapide à la première et la deuxième rocade d'Alger ainsi que l'EX RN36, augmentant de fait leurs échanges des biens et services.

## II.4 Présentation du projet

La zone d'étude a été scindée en **03** sections :

### Section 01 :

Ce tronçon prend naissance de la **RN11** avec un giratoire, traverse plusieurs ouvrages hydrauliques (buses  $\Phi 1500$ , dalots), un ouvrage d'art en passage supérieur pour traverser oued Beni Messous de **P136** au **P144**. Enfin le raccordement avec la **RN41** sera assuré par la projection d'un carrefour giratoire de quatre branches.

**Section 02 :**

Cette section prend naissance de la **RN41**, avec création d'une trémie (sens **RN41**) pour assurer une bonne fluidité de trafic.

Elle consiste à l'exploitation des pistes existantes, et ce pour améliorer le maillage de réseau existant et rajouter de nouvelles infrastructures.

Pour le raccordement avec la rocade Sud, nous avons proposé le réaménagement en plan avec l'existant par la proposition des carrefours giratoires au niveau des intersections importantes.

**Section 03 :**

Ce tronçon prend naissance de la rocade sud avec la création d'un passage supérieur pour traverser la rocade, deux ouvrages d'art le premier de **P4** à **P12** sur un linéaire de **200m** et le deuxième de **P17** à **P27** sur un linéaire de **250m**, une construction de tunnels avec la technique de tranchée couverte de **P67** à **P76** sur un linéaire de **225m** et une couverture max de **13m**, parce que le tracé passe au-dessous du stade Ouled Fayet avec un grand déblai et une forte pente. Par la suite il passe au-dessous du viaduc de l'Ex **RN36**, vers la fin du projet au niveau de la trompette existante sur la deuxième rocade d'Alger.

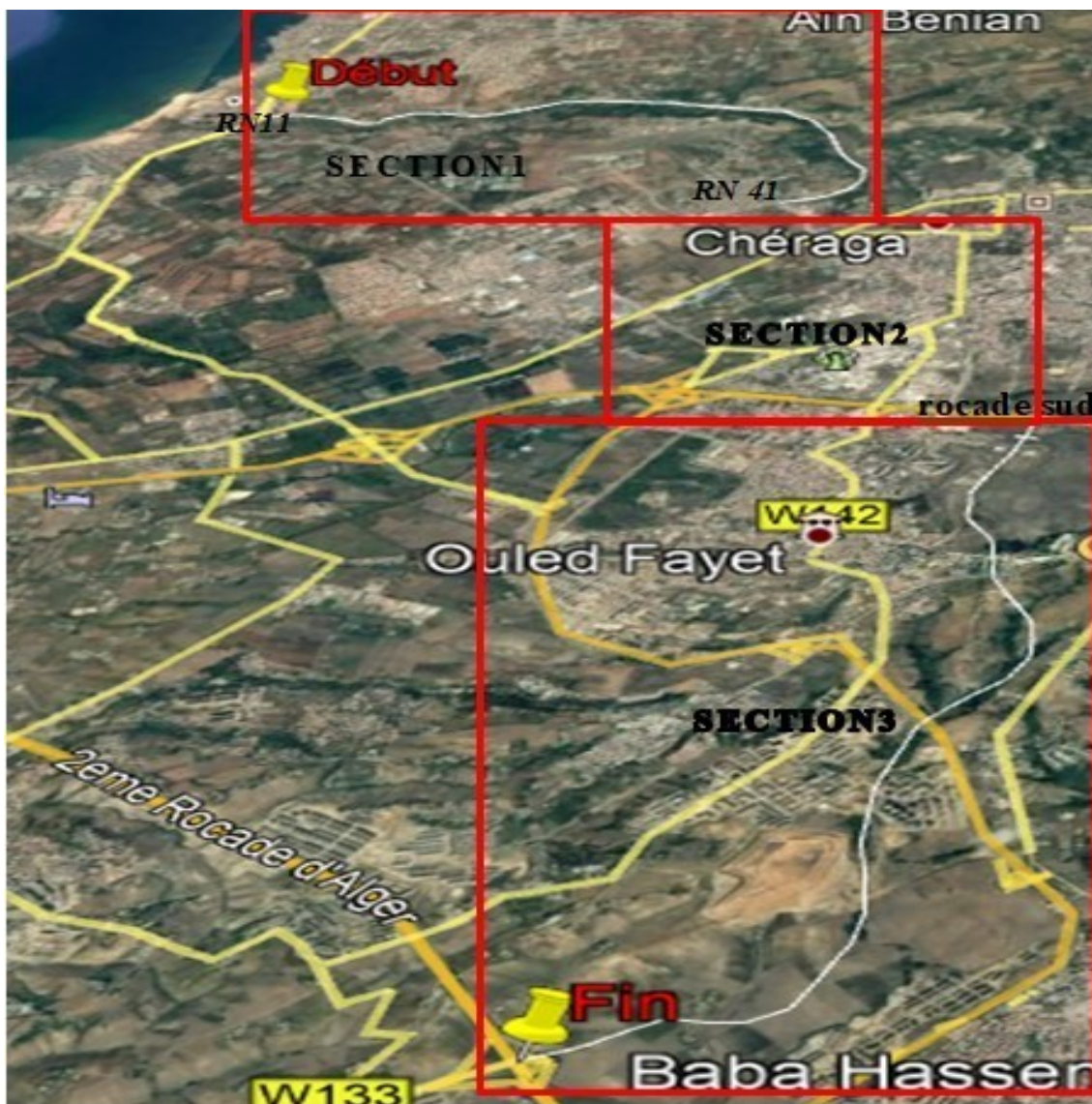


Figure.II.3 : tracé de la 7<sup>ème</sup> transversale d'Alger.

## II.5 Objectifs du projet

En citant les objectifs de la réalisation de la 7<sup>ème</sup> transversale à savoir :

- Soulager la région Ouest algéroise de la circulation de transit empruntant actuellement les routes existantes (rocade sud, 2<sup>ème</sup> rocade d'Alger, **EX-RN36**, **RN41**, **RN36**, **RN11**, **CW111**, **CW142**).
- La 7<sup>ème</sup> transversale est une liaison urbaine stratégique pour la région algéroise. localisée à l'ouest d'Alger, elle doit sillonner à proximité des villes d'Ain Benian, Cheraga, Ouled fayet et Baba hassen, celles-ci étant mal desservies.
- Le projet venant de renforcer le réseau existant de la région.
- Améliorera par ailleurs les échanges commerciaux internes et les déplacements régionaux en minimisant les temps des parcours.
- Appuyer le développement économique local et régional par le transport efficace des personnes et des marchandises.
- Accroître la sécurité routière des usagers.

**CHAPITRE III**  
**ANALYSE DE L'APS**

### III.1 Introduction

L'étude de l'avant-projet sommaire permet de finaliser l'analyse du programme, de compléter et d'effectuer d'éventuelles adaptations. Une vérification de compatibilité de l'esquisse retenue avec le site, les contraintes, le règlement et l'environnement technique (sol, voirie) est réalisée.

Ces études permettent également de préciser la composition générale en plan et en volume du projet. En effet, on définit les volumes et circulations intérieures ainsi que l'aspect extérieur de l'ouvrage.

### III.2 Objet de l'étude

Dans le cadre des études d'Avant-projet Détaillé de la 7<sup>ème</sup> transversale Cheraga-Draria, la présente phase consiste en :

#### III.2.1 L'analyse du dossier APS:

- de la géométrie (conception générale, Tracé en plan, Profil en long, caractéristiques et type des ouvrages, etc... :
- de la géologie du site traversé par la route.
- de l'impact sur l'environnement au droit du tracé.
- des études hydrauliques, hydrogéologiques.
- du trafic.

#### III.2.2 La confrontation des données APS au terrain à travers :

- des visites de reconnaissances du tracé, sur le plan géologique et géotechnique.
- des études cartographiques (cartes au 1/25 000 et photographies aériennes, et analyses cartographiques sur documents géologiques (cartes-thèses), photographie aérienne, topographie.
- des investigations en termes d'impact sur l'environnement.

#### III.2.3 et de proposer éventuellement :

- les modifications à apporter au projet de base.
- les investigations non prises en charge dans le cadre de la phase APS et qui seront menées simultanément en phase APD (collecte hydrologique, hydrogéologique, géologique, le milieu naturel (faune et flore), le milieu physique etc..
- les améliorations en termes de normes qui impliquent une optimisation du projet.

### III.3 Contenu de l'APS

#### III.3.1 Choix des variantes

On choisit sur la base de l'analyse des différents critères la meilleure variante dans laquelle doit s'insérer le tracé de la route. Dans le cadre de la recherche de la variante optimale, nous avons scindé la zone d'étude en trois (03) sections ce qui facilite la comparaison entre les différentes variantes et fait ressortir la variante optimale qui représente la meilleure solution d'aménagement du point de vue technico-économique.

### III.3.1.1 Section 01



Figure III.1 : les variantes de la section 01.

#### ▪ Variante 01

Prend naissance au niveau de la **RN11** sur le côté Sud d'Ain Benian. Un carrefour giratoire a été proposé au niveau du point de départ. Le tracé continu vers l'Est, il longe Oued Beni Messous, son cheminement se trouve parallèlement à la conduite d'eau existante, et la conduite de **Gaz 28**, le tracé traverse l'Oued par la projection d'un ouvrage d'art, afin d'emprunter le **CW111** existant sur un linéaire de **900ml**, qui présente une forte pente longitudinale de **8,8%**.

Enfin le raccordement avec la **RN41** sera assuré par la projection d'un carrefour giratoire de quatre branches. Le linéaire de cette variante est de **5,7 km**.

#### ▪ Variante 02

Cette variante commence depuis l'intersection avec la route des dunes sur le côté Sud de la ville d'Ain Benian, et elle traverse Oued Beni Messous deux fois, afin de traverser le village de Sidi Hassen en exploitant l'existant pour atteindre la **RN41**. Le point de départ se trouve dans la servitude de la ligne de Gaz haute pression 28, qui présente une contrainte majeure pour le raccordement. Le linéaire de cette variante est de **4,7 km**.

#### ✚ Conclusion

Cette première section est caractérisée par un relief moyennement vallonné. Pour le début du projet, on recommande le raccordement au niveau de la **RN11**( début variante 01), parce qu'il est faisable sur tous les plans (géométrie, contraintes), par rapport à la solution de raccordement au niveau de la route des dunes qui présente une contrainte majeure qui est la conduite de gaz de haute pression. Pour la variante **01** au niveau du raccordement avec **CW111**, le tracé touche une partie du cimetière en cours de réalisation ( implanté sur le côté

Sud du pont existant du CW111 sur Oued Beni Messous), afin de projeter sur un talus instable naturellement, alors on remarque ces deux contraintes majeures qui nous obligent à préférer la traversée de Sidi Hacem qui ne présente que des traversées des lignes de gaz et d'eaux (variante 02). D'après une analyse des différentes contraintes, on recommande le tracé de la variante qui commence au niveau de la RN11, par la suite, elle longe Oued Beni messous avec la prise en considération de la ligne de gaz projetée, et la conduite d'eau existante. Ensuite, elle traverse Oued Beni messous par un ouvrage d'art, afin de traverser la ville de Sidi Hacem en aménageant les différentes intersections se trouvant le long du tracé.

### III.3.1.2 Section 02



Figure III.2 : les variantes de la section02.

#### ▪ Variante 01

La première variante consiste à l'exploitation d'une grande partie de la RN41 avec l'élargissement et la projection des nouveaux ouvrages souterrains au niveau des points d'échanges pour libérer les flux directs de la RN41 en plus des flux générés par le futur projet, afin de se raccorder au niveau de la première rocade Sud (au niveau de l'échangeur de Cheraga).

#### ▪ Variante 02

Cette variante consiste à l'exploitation des pistes existantes, et ce pour améliorer le maillage de réseau existant et rajouter de nouvelles infrastructures. Pour le raccordement avec la rocade Sud, nous avons proposé deux solutions, à savoir, le réaménagement en plan avec l'existant par la proposition des carrefours giratoires au niveau des intersections importantes. La deuxième solution de raccordement consiste à la création d'un nouvel ouvrage dénivelé qui permet de contourner l'échangeur de Chéraga, cette proposition répond à un besoin à long terme qui assure un bon soulagement de l'échangeur de Chéraga.

## ✚ Conclusion

Cette deuxième section est caractérisée par un relief plat. Au niveau de la **RN41**, nous avons proposé une trémie (sens **RN41**), pour assurer une bonne fluidité de trafic. La variante **02** présente une meilleure distribution de trafic sur la zone d'étude, et améliore les conditions de circulation entre **RN41** et la rocade Sud. Le raccordement avec des carrefours plans représente la meilleure solution pour régler le problème d'embouteillage à court et à moyen terme. D'après l'analyse de terrain de la deuxième section, on recommande le tracé de la variante **02**.

### III.3.1.3 Section 03

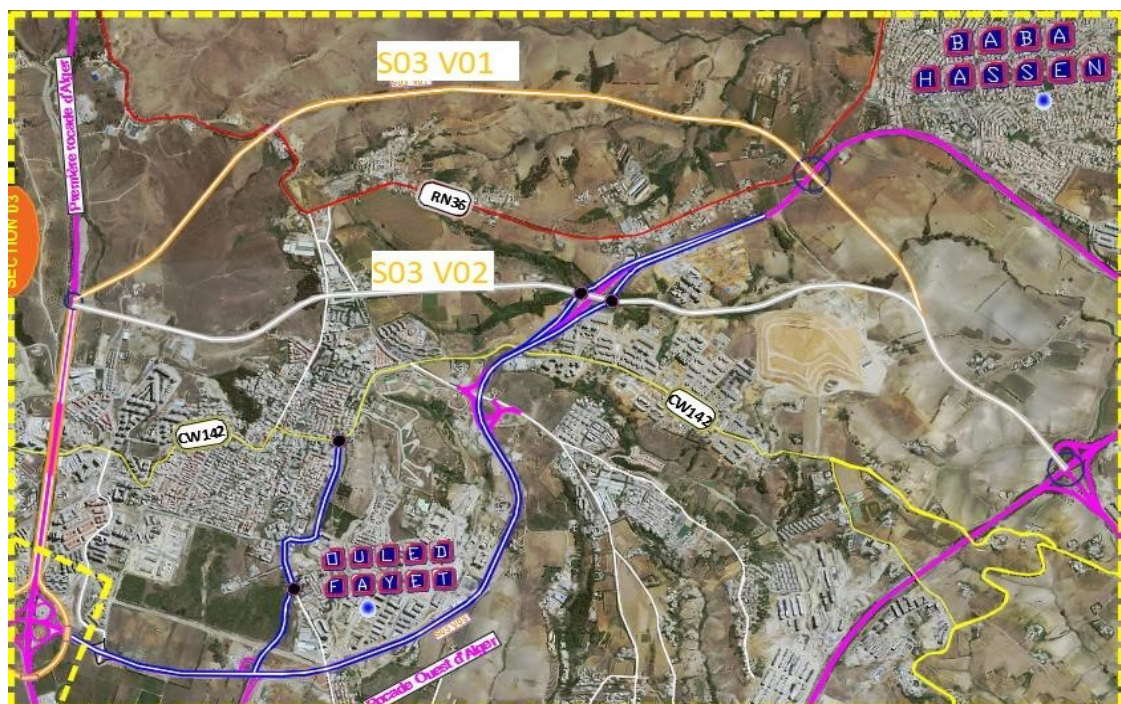


Figure III.3 : les variantes de la section03.

#### ▪ Variante 01

Cette variante commence depuis la rocade sud, par la suite le tracé diverge vers Parc Dounya et traverse la **RN36** vers le côté Sud de Baba Hassen, afin de se raccorder avec la deuxième rocade au niveau de la trompette existante allant vers Rahmania. Le tracé de cette variantes inscrit dans un terrain vierge qui présente des caractéristiques sensibles sur le plan environnemental (zone totalement agricole). Les terrains traversés par cette variante présente plusieurs instabilités naturels qui influent sur la stabilité de l'infrastructure projetée.

#### ▪ Variante 02

Cette variante commence depuis la rocade sud, ensuite le tracé contourne Ouled Fayet sur le côté Est avec création de l'évitement Est de Ouled Fayet. Par la suite, le tracé passe en-dessous du stade Ouled Fayet par la technique de la tranchée couverte d'une longueur de **200ml** avec une couverture maximale de **20m**. Enfin, le tracé passe au-dessous du viaduc de l'Ex **RN36**, vers la fin du projet au niveau de la trompette existante sur la deuxième rocade

allant vers Rahmania. Le tracé de cette variante s'inscrit dans un terrain vierge qui présente des caractéristiques topographiques moyennement vallonnées, avec des instabilités de terrain à quelques endroits qui nécessitent des études spécifiques (cas coté Est de Ouled Fayet).

### ✚ Conclusion

La variante **01** s'inscrit dans un terrain sensible environnemental, à majorité instable naturellement. La variante **02**, répond aux recommandations prévues dans le **POS 137** de Ouled Fayet, mais traverse le stade d' Ouled Fayet par une tranchée couverte qui nécessite une technique spécifique de stabilité en présence des constructions au bord de l'ouvrage.

D'après l'analyse de terrain de la troisième section, on recommande le tracé de la variante **02**.

### III.3.2 Conception générale

On a utilisé les normes de l'ICTAVRU qui s'imposent aux infrastructures à statut voies urbaines de types **U** :

Ce sont des voies dont les objectifs consistent en :

- relations fonctionnelles avec un site très urbanisé ou à devenir très urbanisé.
- trafics d'échanges et locaux prépondérants.
- points d'échanges fréquents assurant une bonne irrigation du tissu traversé.
- intégration éventuelle dans leur emprise, mais de façon séparée des chaussées (contre-allées), d'aménagements pour deux-roues légers et piétons, ainsi que d'arrêts **TC**.

Les catégories **U80** et **U60** sont respectivement appropriées, selon **ICTAVRU** aux vitesses de références de **80** et **60** km/h.

### ✚ Tracé en plan

Les valeurs limites sont consignées dans le tableau ci-après :

Tableau III.1 : valeurs limites des rayons.

catégorie	U60	U80
Rayon non déversé(m)	200	400
Rayon minimal(m)	120	240

### ✚ Profil en long

#### ▪ Pentés et rampes :

Le tableau suivant représente les valeurs limites des pentes et rampes selon les normes de L'ICTAVRU :

Tableau III. 2: valeurs limites des pentes et rampes.

Catégorie	U60-U80
Déclivité moyenne P	6%

#### ▪ Rayons de profil en long :

Le tableau suivant représente les valeurs limites des rayons selon les normes de L'ICTAVRU :

Tableau III.3 : valeurs limites des rayons.

Catégorie	U60	U80
RN en angle saillant	2500	6000
R min en angle saillant	1500	3000
RN en angle rentrant	1500	2000
R min en angle rentrant	800	1000

### ✚ Profil en travers

Il est prévu à **2x2** pour la section **01** et **2x3** pour la section **03** respectivement selon les schémas ci-dessous :

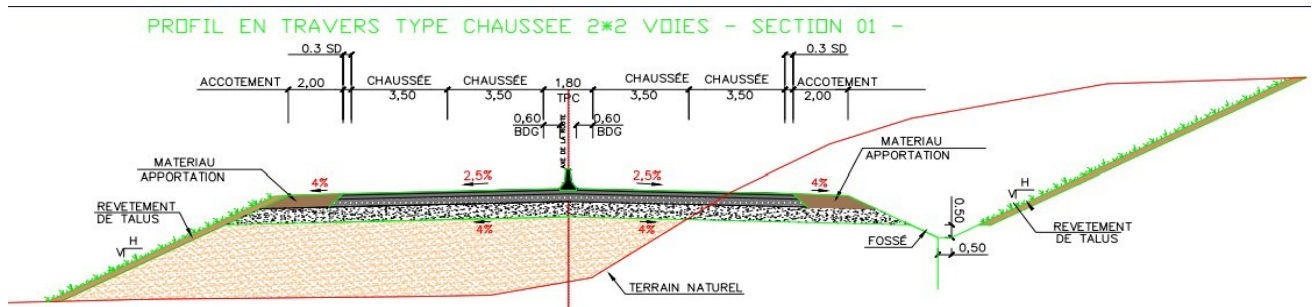


Figure III.4 : Profil en travers type chaussée 2x2-section 01.

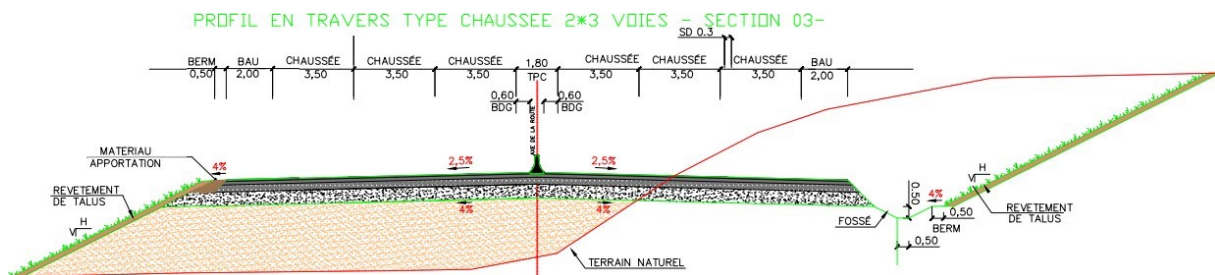


Figure III.5 : Profil en travers type chaussée 2x3-section 03.

### ✚ La plate-forme de l'Autoroute présente

- **Section 01 :**
  - 2 chaussées de 7m.
  - Terre-plein central de 1.8m.
  - BAU 2m.
- **Section 03:**
  - 3 chaussées de 10.5m.
  - Terre-plein central de 1.8m.
  - BAU 2m.

### III.3.3 Reconnaissance géologique

L'examen de la carte géologique ainsi que les différentes visites de site ont mis en évidence que les trois sections de tracés projetés recoupent souvent de diverses unités du Mio-Pliocène qui comportent des argiles, des marnes, des calcaires lacustres, des conglomérats, des grès et des sables. Sur site, les formations montrent un relief vallonné et apparaissent généralement couvertes par des dépôts quaternaires.

Les formations observées le long du tracé et à son voisinage sont :

- Les séries sédimentaires marines.
- Les dépôts Astien de Pliocène.
- Les sédiments récents quaternaires.

### III.3.4 L'hydrologie

Le couloir d'étude situé dans un champ caractérisé par un réseau hydrographique moyen dense parvient des montagnes du massif de Bouzaréah. Le projet se développe entre le pont d'Oued Beni Messous sur la **RN 11** et la deuxième Rocade d'Alger. Le tracé suit une première fois la vallée d'Oued Beni Messous en aval, puis il franchit ce dernier pour arriver à l'échangeur de la première rocade d'Alger, cette dernière franchit l'Oued Bouchbouk à côté du Parc Des Grands Vents. Cette fois-ci le tracé passe par plusieurs chenaux hydrauliques du bassin d'oued Bridja et le bassin d'oued Ettarfa, pour arriver à la Rocade Ouest d'Alger au niveau de l'échangeur de la **RN 36**, puis il continue et franchit l'oued Ben Brahim, pour arriver à l'échangeur de la deuxième Rocade d'Alger.

### III.3.5 L'étude hydraulique

L'étude hydraulique a traité principalement le dimensionnement des ouvrages hydrauliques et les principes de calcul des dispositifs de drainages adoptés pour assainir l'infrastructure. Nous avons répertorié **14** ouvrages hydrauliques sur l'axe 01, dont **11** buses de  $\Phi 1500$  et avec trois ouvrages d'art sur oued Beni Messous, et **15** ouvrages hydrauliques sur l'axe 03, dont **8** buses de  $\Phi 1500$  et deux Dalots de (2x3), trois Dalot de (2x2) avec un ouvrage d'art.

### III.3.6 Trafic

L'affectation de trafic sur le réseau dont des volumes selon les variantes, les détails sont présentés dans le tableau III.4 :

Tableau III.4 :L'affectation de trafic sur le réseau.

Année 2019			
Section	Tronçon	Volume journalier moyen (v/j)	PL(%)
Section 01	T 01	25634	3,28
	T 01	20951	13,17
Section 03	T 02	28787	13,17

### **III.3.7 Terrassement**

Les séries sédimentaires marines et les dépôts Astien de Pliocène présentent une faible dureté et sont moyennement compactes, ils ne nécessiteront pas d'engins puissants. Les sédiments récents quaternaires sont représentés par des limons, des graviers et des galets roulés. Ces formations ne sont pas très dures ni compactes. Elles sont perméables et non consolidés, elles nécessiteront d'engins un peu plus puissants.

### **III.3.8 Analyse des impacts du projet sur l'environnement**

Globalement et vue l'importance du projet, des impacts considérables seront enregistrés que ce soit du point de vue agricole, humain, habitation, faune, flore ou réseau hydrographique.

### **III.4 Conclusion**

Le tracé **APS** nécessite une meilleure réflexion pour atténuer les contraintes socio-économiques qu'il englobe (habitat, conduite de gaz, terres agricoles) .Il existe une possibilité de rectification moins contraignante de tracé.

Les terrassements fréquents en déblais – remblais sont inévitables et nécessitent d'engins un peu puissants. La restitution du réseau hydrographique par des organes convenables de drainages (ouvrages courants bien dimensionnés) sera indispensable pour assurer la stabilité du corps de chaussée.

Pour la prise en compte de l'aspect environnemental, cette analyse fait ressortir d'importants impacts enregistrés sur les aspects écologiques, sociaux, agricoles et sur les ressources en eau. Toutefois, il serait nécessaire de réduire ces impacts en préconisant des mesures compensatoires dans le cadre de l'étude d'**APD**.

CHAPITRE IV  
ÉTUDE DE TRAFIC

## IV.1 Introduction

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport. Il permet de déterminer le type d'aménagement convenable. L'étude du trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers. Cette conception repose sur une partie « stratégie, planification », sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers qui est nécessaire pour :

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les coûts d'entretiens du réseau routier qui sont en fonction du volume de circulation.
- Définir les caractéristiques techniques des différentes tranches de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues (nombres de voies).

## IV.2 Modèles de présentation de trafics

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

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

### ✚ Remarque

Pour notre cas, nous utilisons la première méthode, c'est-à-dire la méthode « Prolongation de l'évolution passée » vu sa simplicité et parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

## IV.3 Analyse du trafic

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ce dernier nécessite une logistique et une organisation appropriée. Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales.
- Comptages sur routes (manuel, automatique).
- Enquêtes de circulation (origine, destination).

## IV.4 Calcul de la capacité

### IV.3.1 Définition de la capacité de la route

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

### IV.3.2 Prolongation de l'évolution

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

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

Avec :

- $TJMA_h$ : Le trafic à l'année horizon en (v/jour).
- $TJMA_0$  : Le trafic à l'année de référence en (v/jour).
- $n$  : nombre d'années.
- $\tau$  : taux d'accroissement du trafic en (%).

### IV.3.3 Calcul du trafic effectif

Le trafic effectif est donné par la relation :

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + P*Z]*TJMA_{\text{horizon}}$$

Avec :

- $T_{\text{eff}}$ : Trafic effectif à l'année horizon en (uvp/jour).
- $Z$  : pourcentage du poids lourds.
- $P$  : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route

Le tableau IV.1 nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « P » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de la route :

Tableau IV. 1: coefficient d'équivalence (B30).

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

Selon le B30, le coefficient d'équivalence « P » pour un terrain vallonné (E2) est  $P = 5$ .

### IV.3.4 Débit de pointe horaire normal

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

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

Avec :

- $Q$  : débit de pointe normal en (uvp/h).
- $n$  : nombre d'heures (en général  $n=8$ ) alors  $\frac{1}{n} = 0.12$ .

## IV.5 Application au projet

### IV.5.1 Donnée du trafic

- Le taux d'accroissement annuel du trafic =4%.
- L'année de mise en service sera en 2025.
- La durée de vie de la route (20 ans).
- $P=5$ .

#### Section 1-Tronçon01

Le trafic à l'année 2019 :  $TJMA_{2019} = 25634$  v/J.

Le pourcentage du poids lourds  $PL=3,28\%$ .

- Calcul du TJMA horizon :

L'année de mise en service :

$$TJMA_{2025} = TJMA_{2019} (1+\tau)^6 = 25634(1+0,04)^6$$

$$TJMA_{2025} = 32435 \text{ v/J.}$$

$$TJMA_{2045} = TJMA_{2025} (1+\tau)^{20} = 32435 (1+0,04)^{20}$$

$$TJMA_{2045} = 71069 \text{ v/J}$$

- Calcul des trafics effectifs  $T_{\text{eff}}$  :

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + P*Z]*TJMA_{\text{horizon}}$$

$$Z = 3,28\%$$

$$T_{\text{eff}} = [(1-0,0328) + 5*0,0328]* 71069$$

$$T_{\text{eff}} = 80393 \text{ uvp/j.}$$

- Débit de pointe horaire normal :

$$Q = 0,12 * T_{eff}$$

$$Q = 0,12 * 80393$$

$$Q = 9674 \text{ uvp/h}$$

### Section 3 –Tronçon1

Le trafic à l'année 2019 :  $TJMA_{2019} = 20951 \text{ v/J}$ .

Le pourcentage du poids lourds PL = 13,17 %.

- Calcul du TJMA horizon :

$$TJMA_{2025} = TJMA_{2019} (1+\tau)^6 = 20951 (1+0,04)^6$$

$$TJMA_{2025} = 26510 \text{ v/J}$$

$$TJMA_{2045} = TJMA_{2025} (1+\tau)^{20} = 26510 (1+0,04)^{20}$$

$$TJMA_{2045} = 58087 \text{ v/J}$$

$$T_{eff} = [(1-Z) + P*Z] TJMA_{horizon}$$

$$Z = 13,17 \%$$

$$T_{eff} = [(1-0,1317) + 5*0,1317] * 58087$$

$$T_{eff} = 88687 \text{ uvp/j}$$

- Débit de pointe horaire normal :

$$Q = 0,12 * T_{eff}$$

$$Q = 0,12 * 88687$$

$$Q = 10642 \text{ uvp/h}$$

### Section 3 –Tronçon2

Le trafic à l'année 2019 :  $TJMA_{2019} = 28787$

Le pourcentage du poids lourds PL = 13,17 %.

- Calcul du TJMA horizon :

$$TJMA_{2025} = TJMA_{2019} (1+\tau)^6 = 28787 (1+0,04)^6$$

$$TJMA_{2025} = 36425 \text{ v/J}$$

$$TJMA_{2045} = TJMA_{2025} (1+\tau)^{20} = 36425 (1+0,04)^{20}$$

$$TJMA_{2045} = 79812 \text{ v/J}$$

$$T_{eff} = [(1-Z) + P*Z] * TJMA_{horizon}$$

$$Z = 13,17 \%$$

$$T_{eff} = [(1-0,1317) + 5*0,1317] * 79812$$

$$T_{eff} = 121857 \text{ uvp/j}$$

- Débit de pointe horaire normal :

$$Q = 0,12 * T_{eff}$$

$$Q = 0,12 * 121857$$

$$Q = 14623 \text{ uvp/h}$$

**IV.5.2 Détermination du nombre de voies**

**IV.5.2.1 Avec l'ICTAVRU**

L'affectation de trafic sur le projet est présentée dans le tableau IV.2 :

Tableau IV.2 : affectation de trafic sur le projet.

Section	Tronçon	TJMA( véh./j)	Q (uvp/h/sens)	Nbr de voie
Section1	T01	71069	4837	2X3
Section3	T01	58087	5321	2X3
	T02	79812	7312	2X3

Domaines d'utilisation d'un profil en travers donné (avec BAU) en fonction des débits horaires Dn (en uvp/h par sens) et du TMJA (en véh./j/2 sens).

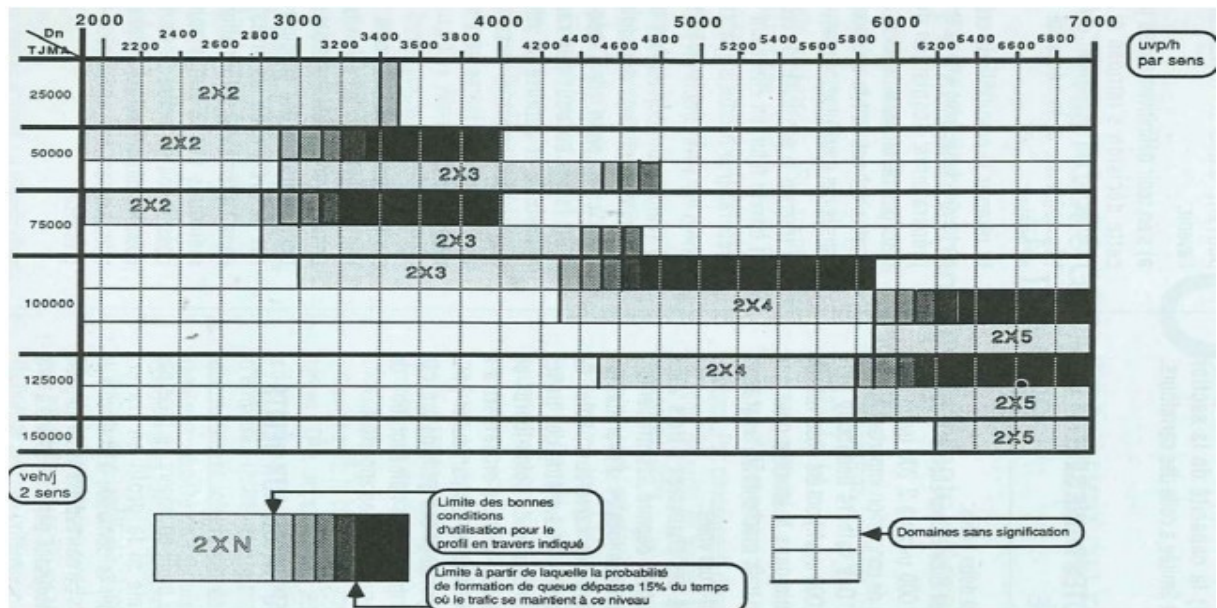


Figure IV.1 : Domaines d'utilisation d'un profil en travers donné.

**IV.5.2.2 Avec le B40**

Débit horaire admissible :

$$Q_{adm} (U.V.P/j) = K1 * K2 * C_{th}$$

Avec :

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

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

**C<sub>th</sub>**: capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Tableau IV. 3: Valeurs de K1 (B30).

environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau IV. 4: Valeurs de K2 (B30).

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

Tableau IV.5 : Valeur de C t(B30).

	Capacité théorique
Route à deux voies de 3.5m	1500 à 2000 uvp/h
Route à trois voies de 3.5m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

#### ✚ Calcul du nombre de voies

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

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

$$N = S * \frac{Q_{prévisible}}{K1.K2.cth (par voie)}$$

S: coefficient dissymétrie en général = 2/3

Le débit de pointe horaire normale :

$$Q_{prévisible} (2045) = T_{eff} (2045) / 8$$

Débit horaire admissible :

$$K1 (E2) = 0.85.$$

$$K2 (E2 ; C 3) = 0.99$$

$$C_{th} = 1800 \text{ uvp/h.}$$

$$\text{Donc : } Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 1800 = 1515 \text{ uvp/h.}$$

Le type de route est une section d'une autoroute à chaussée unidirectionnelle. Le nombre des voies par chaussée est alors le nombre le plus proche du rapport

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

$$N = S \times Q / Q_{adm} = 2/3 \times 4837 / 1515 = 1.63 \approx 2.$$

##### ▪ Section1- T01 :

$$Q_{prévisible} (2045) = 4837 \text{ uvp/h.}$$

$$N = 2/3 * \frac{4837}{1515}$$

$$N = 2.$$

##### ▪ Section3- T01:

$$Q_{prévisible} (2045) = 5321 \text{ uvp/h.}$$

$$N = 2/3 * \frac{5321}{1515}$$

$$N = 3.$$

##### ▪ Section3- T02:

$$Q_{prévisible} (2045) = 7312 \text{ uvp/h.}$$

$$N = 2/3 * \frac{7312}{1515} \quad N = 3.$$

Tableau IV.6 : Détermination du nombre des voies par le B40.

Section	Tronçon	Q (uvp/h/sens)	Nbr de voie
Section1	T01	4837	2X2
Section1	T01	5321	2X3
	T02	7312	2X3

#### Donc

La 7<sup>ème</sup> transversale est conçue par le B40 parce que c'est une méthode basée sur des études exactes du trafic.

CHAPITRE V  
TRACÉ EN PLAN

## V.1 Introduction

Le tracé en plan d'une route est la projection orthogonale de tous les points reliés entre eux par une succession d'alignement droit et d'arc de cercles reliés entre eux par des courbes de raccordement successif. Sur un plan horizontal qui est en général une carte topographique ou bien un plan de situation ou le relief du terrain, est représenté par des courbes de niveaux, il est caractérisé par la vitesse de référence appelé aussi de base.

## V.2 Règles à respecter

Facteurs influençant le choix du tracé :

- couloir existant (chaussée existante).
- nature et importance du trafic, classification.
- normes de conception à appliquer (**B40**), **ICTAVRU**.
- topographie de la région.
- points de passage obligés (ouvrage courant).
- composition du sol.
- nécessités de drainages (existants et projeté).
- obstacle naturel et artificiel.
- exposition aux influences atmosphériques.
- expropriations requises et aspect légaux.
- dépenses d'investissement et coûts d'exploitation (contrainte budgétaire).
- protection de l'environnement.

## V.3 Les éléments de tracé en plan

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession d'alignements, et de liaisons entre ces alignements et arcs de cercles comme il est schématisé dans la figure ci-dessous

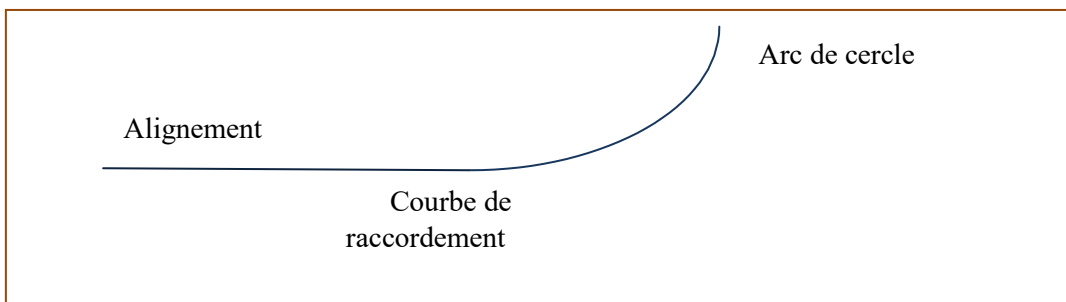


Figure V.1 : Les éléments de tracé en plan.

Donc Les éléments géométriques du tracé en plan sont :

- alignements.
- Arcs de cercle.
- Courbes de raccordement de courbure progressive « clothoïde ».

### V.3.1 Les alignements droits

Les alignements droits sont, en premier, définis par la disposition générale du tracé et serviront généralement de bases à la détermination des autres éléments (cercles, clothoïdes).

Ils serviront éventuellement de raccordement entre 2 cercles. Pour des raisons de sécurité, et en particulier éviter la monotonie source d'accidents et l'éblouissement par les phares la nuit, il est recommandé d'alterner alignements droits et courbes circulaires : 40 à 60 % d'alignements droits, et on limite à 30 % les courbes à courbure progressive telles que les clothoïdes. Bien entendu les contraintes du projet peuvent de fait contraindre à des ratios différents.

✚ **Ses avantages sont**

- absence de force centrifuge.
- construction facile.
- bonne adaptation à la construction et ouvrage existants.

✚ **Ses inconvénients sont**

- abolissement prolongé due aux phares.
- monotonie de conduite.
- appréciation des distances.

✚ **Il est caractérisé par**

▪ **La longueur minimale**

Celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps d'adaptation

$$L_{min} = 5VB/3,6$$

Avec :  $V_B$  : vitesse de base.

▪ **La longueur maximale**

Celle qui correspond à un chemin parcouru durant une minute

$$L_{max} = 60VB/3,6$$

Pour  $V_B = 80$  km/h :

$$L_{min} = 111 \text{ m.}$$

$$L_{max} = 1333 \text{ m.}$$

### V.3.2 Arcs de cercle

Trois problèmes se posent:

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

Dans un virage **R** une véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite **dévers** exprimée par sa tangente.

**Remarque** : Le dévers « d » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas).

#### V.3.2.1 Le dévers

La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide eaux de pluie.

### ✚ Dévers en alignement

En alignement le dévers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée,  $d_{\min} = 2,5\%$ .

### ✚ Dévers en courbe

En courbe le devers permet de :

- assure un bon écoulement des eaux superficielles.
- compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules.
- améliorer le guidage optique.

#### V.3.2.2 Rayon de courbure

Pour assurer une bonne stabilité du véhicule et réduire l'effet de la force centrifuge, on est obligé d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur d'une pente dite devers, exprimé par sa tangente.

- Rayon horizontal minimal absolu (**RHm**) : C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de devers maximal.

$$RH_m = \frac{Vr^2}{127(ft+dmax)}$$

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

$$RH_n = \frac{(Vr+20)^2}{127(ft+dmax)}$$

- Rayon au dévers minimal (**RHd**) : C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse  $V_B$  serait équivalente à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

$$RH_d = \frac{Vr^2}{127*2*dmin}$$

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

$$RH_{nd} = \frac{Vr^2}{127(ft+dmin)}$$

Dans notre cas nous avons  $V_B = 80 \text{ km/h}$  et pour la catégorie 3 on a :

Tableau V.1 : valeurs des rayons et les dévers associés B40.

Rayon(m)	Dévers associés(%)
RHm=220	8
RHn=375	6
RHd=800	3
RHnd=1200	-3

### V.3.2.3 Visibilité en courbe

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur de la courbe par un talus de déblai, ou par une construction ou forêt. Pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

### V.3.2.4 Sur largeur

Lorsqu'un véhicule circule dans une courbe, il occupe une largeur plus grande que sur l'alignement droit, compte tenu de l'empattement du véhicule, les roues arrière n'épousant pas exactement le tracé de celles de devant. La valeur de la Sur largeur théorique **S** nécessaire pour une voie de circulation :

$$S = L^2 / 2R.$$

- **L** : longueur du véhicule (valeur moyenne  $L = 10\text{m}$ ) ;
- **R** : rayon de l'axe de la route.
- Ceci nous conduit à la série de couples (Catégorie, d). Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu  $R_{Hm}$ .

### V.3.2.5 Conseils généraux

- Il est conseillé de remplacer les longs alignements droits par des grands rayons.
- L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à  $1,5 R_{nd}$  est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.

## V.3.3 Courbes de raccordements

La courbe qui permet d'introduire progressivement l'accélération normale, ainsi que le devers est la clothoïde. Cette courbe permet de passer de l'alignement droit à l'arc de cercle de façon à respecter les conditions de stabilité et de confort qui limitent par unité de temps la variation de la sollicitation des véhicules. Elle a pour rôle de :

- assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans les zones de variation de devers (condition de gauchissement).
- assurer un bon écoulement des eaux superficielles.
- permettre une bonne adaptation à la forme du terrain, ce qui a pour conséquence la diminution des terrassements.

Elle est donnée par la relation suivante :

$$A^2 = L.R.$$

- **A** : paramètre de la clothoïde.
- **L** : longueur de la clothoïde.
- **R** : rayon de courbure.

Expression analytiques des éléments de la clothoïde:

La courbe  $1/R$  étant proportionnel à l'abscisse curviligne  $L$ , on donne :

$$A = \sqrt{L \cdot R} \quad \Delta R = \frac{1}{24R} \quad \frac{1}{R} = \frac{L}{A^2} \cdot$$

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

- la condition de gauchissement.
- la condition de confort optique.
- la condition de confort dynamique.

### V.3.3.1 La condition de gauchissement

Elle sépare la limitation de la pente relative en profil en long du bord de la chaussée déversée, par rapport à son axe, elle est limitée :

$$P=0,5/V_r \text{ (en km/h)}$$

Avec ce pendant  $P \leq 0,5\%$  afin d'assurer l'écoulement des eaux de précipitation superficielle

On a :

$$\Delta h/L = \Delta p = 0,5/V_r$$

$$\Delta h/L = (1/2 - \Delta d)/L$$

- $l$  : largeur de la chaussée.
- $L$  : longueur de raccordement.
- $\Delta d$  : variation de devers ( $d_2 - d_1$ ).

$$L = l \cdot \Delta d \cdot V_r$$

### V.3.3.2 La condition de confort dynamique

Elle consiste à limiter pendant le temps de parcours  $\Delta t$  du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale, cette variation est limitée à une fraction de l'accélération de pesanteur  $kg = g / (0,2V_B)$ .

Avec : vitesse de base en Km/h.

Cette condition est exprimée par la relation :

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

Avec :

- $\Delta d$  : variation de devers.
- $R$  : rayon de courbure.
- $V_r$  : vitesse de référence.
- $L$  : longueur de raccordement.

### V.3.3.3 La condition de confort optique

Cette condition permet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et en particulier de les informer suffisamment à l'avancée du tracé de façon à obtenir la sécurité de conduite ;

on admet qu'un raccordement progressif perceptible, doit correspondre à un changement de direction supérieure ou égale à  $3^\circ$

$$\tau \geq 3^\circ$$

$$A = \sqrt{L \cdot R} \quad \Delta R = \frac{1}{24R}$$

$$\tau = L/2R \quad L/2R \geq 1/18$$

$$L \geq R/9 \quad R \geq A \geq R/3.$$

### V.3.3.4 Application pratique de la Clothoïde

#### ▪ La courbe de transition

Est un tronçon de clothoïde dont le rayon varie entre l'infinie, fonction avec un élément droit, et le rayon de l'arc circulation sur lequel se fait le raccordement.

#### ▪ La clothoïde à sommet

Définie le raccordement entre deux éléments droits de directions différentes, elles se composent de deux branches.

## V.4 Descriptif du tracé en plan

### V.4.1 Section 01

Le tracé en plan est constitué de 38 éléments dont 8 sont des alignements droits et 10 courbes, le reste sont des Clothoïdes.

La valeur minimale des rayons est de **300m** et la valeur maximale est de **800m**.

#### ✚ Contraintes

- Habitation.
- Oued Beni Messous à droite du tracé.
- La conduite de Gaz à gauche du tracé.
- Des serres et une forêt.

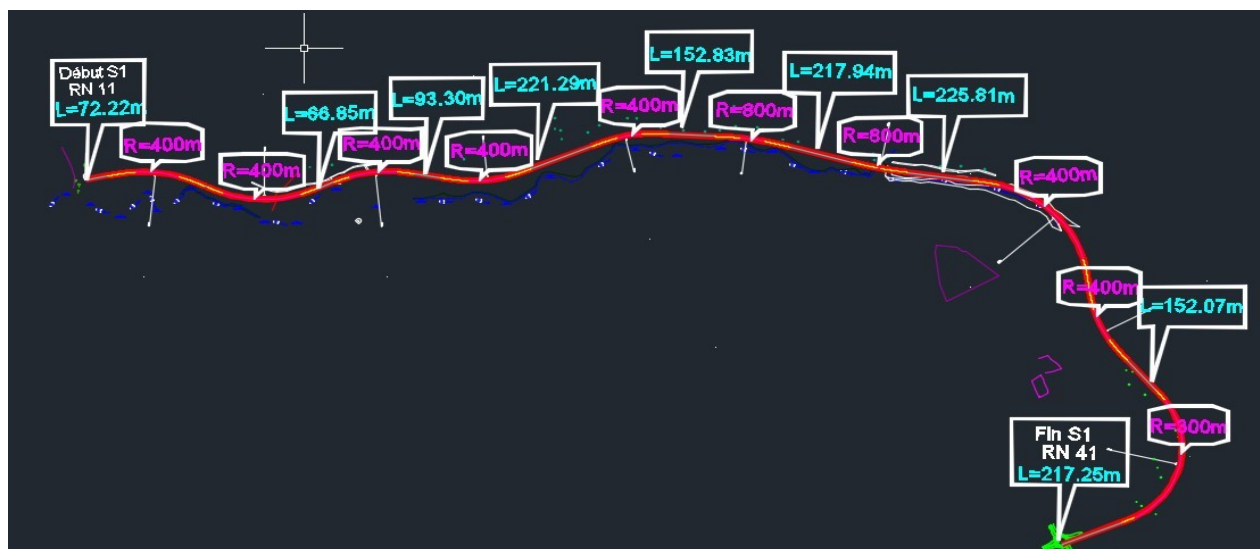


Figure V.2 : Les éléments de tracé en plan de la section 01.

### V.4.2 Section 03

Le tracé en plan est constitué de 44 éléments dont 11 sont des alignements droits et 11 courbes, le reste sont des clothoïde.

La valeur minimale des rayons est de **300m** et la valeur maximale est de **600m**.

#### ✚ Contraintes

- Parc Dounia.
- Habitations.
- Oued Ben Brahim.
- La conduite de Gaz.

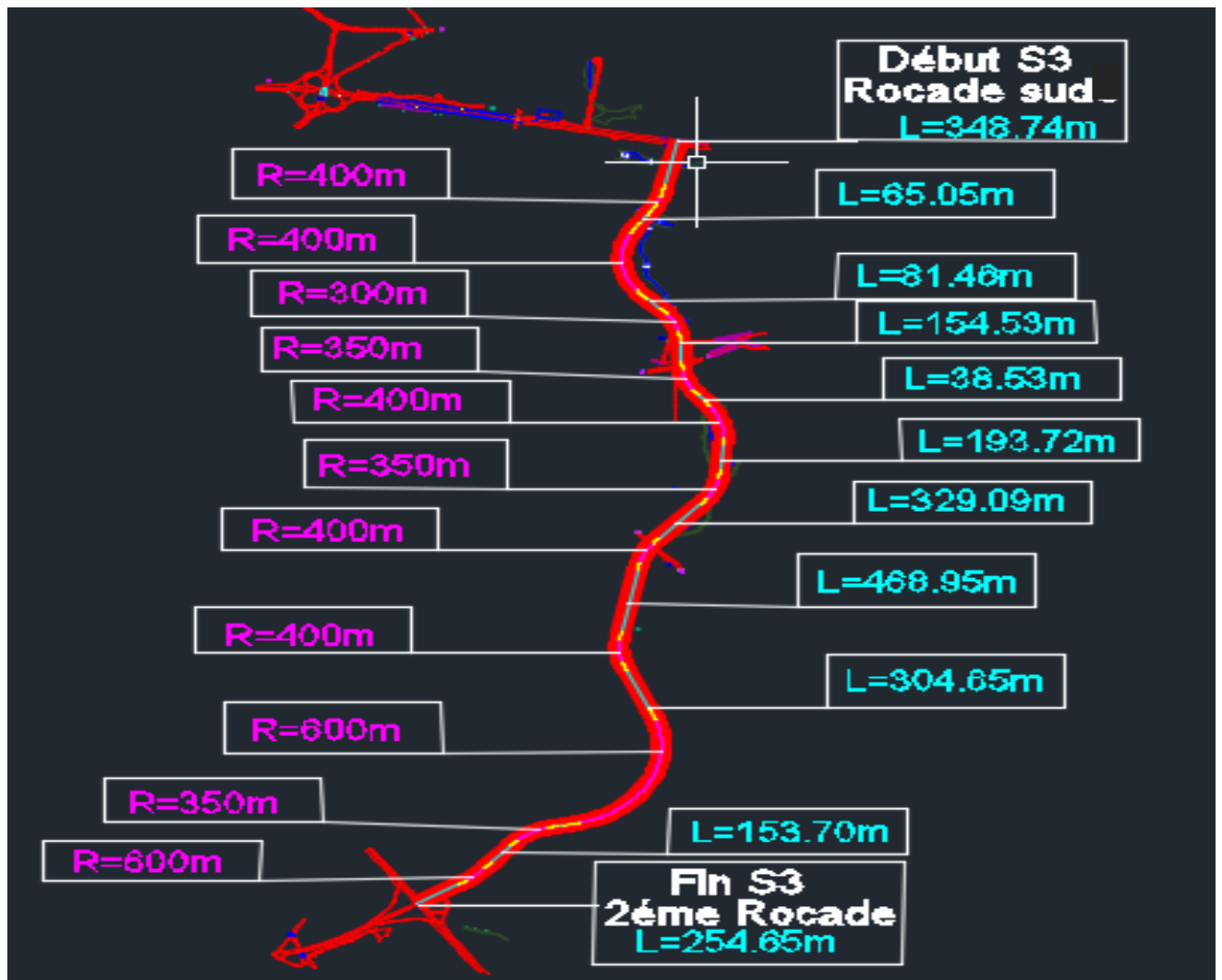


Figure V.3 : Les éléments de tracé en plan de la section 03.

### V.5 Exemple de calcul manuel de l'axe en plan

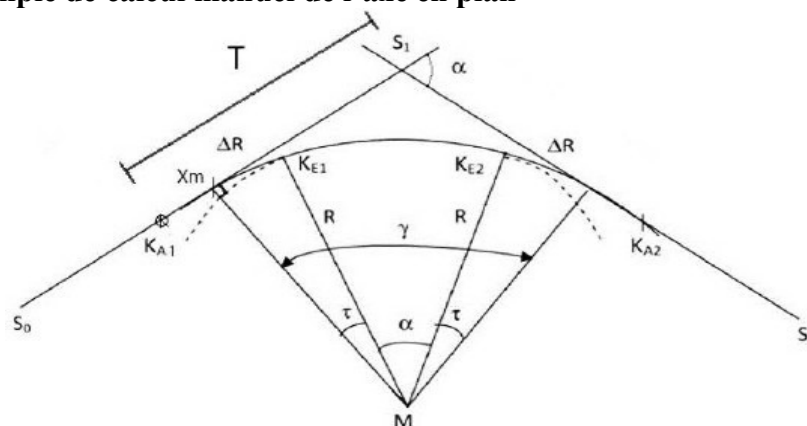


Figure V.4 : caractéristiques géométriques de l'élément à calculé.

Tableau V.2: caractéristiques de l'élément à calculer.

Sommets	X(m)	Y(m)	R(m)	V <sub>B</sub> (km/h)
P <sub>1</sub> (x, y)	491234.2609	4070790.9155	400	80
P <sub>2</sub> (x, y)	491305.1583	4070804.6820		
P <sub>3</sub> (x, y)	491637.3707	4070765.9553		
P <sub>4</sub> (x, y)	491646.2860	4070761.9324		

- **Calcul des gisements**

$$G1\_2 = \arctg \frac{x2-x1}{y2-y1} = 87.790\text{gr.}$$

$$G1\_4 = 200 + \arctg \frac{x4-x1}{y4-y1} = 104.471\text{gr.}$$

$$G3\_4 = 200 + \arctg \frac{x4-x3}{y4-y3} = 126.985\text{gr.}$$

$$\alpha1 = |G1\_2 - G1\_4| = 16.680\text{gr.}$$

$$\alpha2 = |G3\_4 - G1\_4| = 22.514\text{gr.}$$

$$\alpha3 = 200 - (\alpha1 + \alpha2) = 160.805\text{gr.}$$

$$\gamma = 200 - \alpha3 = 39.195\text{gr.}$$

- **Calcul des distances**

$$D1\_4 = \sqrt{(x4 - x1)^2 + (y4 - y1)^2} = 413.043\text{m.}$$

$$D1\_S = [\sin(\alpha2) / \sin(\alpha3)] \times (D1\_4) = 247.700\text{m.}$$

- **Calcul du point Sommet**

$$\beta = \text{Arctg} (|x2-x1|/|y2-y1|) = 87.790\text{gr.}$$

$$Xs = X1 + D1\_S (\sin(\beta)) = 491477.42\text{m.}$$

$$Ys = Y1 + D1\_S (\cos(\beta)) = 4070838.131\text{m.}$$

- **Calcul des points Tangents**

$$l = 96.040\text{m.}$$

$$Xm = 47.997\text{m.}$$

$$\Delta R = 0.960.$$

$$T = Xm + (R + \Delta R) \cdot \text{tg}(\gamma/2) = 175.480\text{m.}$$

$$X_{ka1} = Xs - T (\sin(\beta)) = 491305.158\text{m.}$$

$$Y_{ka1} = Ys - T (\cos(\beta)) = 4070804.682\text{m.}$$

$$\theta = \text{Arctg} (|x4-x3|/|y4-y3|) = 73.015\text{gr.}$$

$$X_{ka2} = Xs + T (\sin(\theta)) = 491637.370\text{m.}$$

$$Y_{ka2} = Ys + T (\cos(\theta)) = 4070765.956\text{m.}$$

$$k = \text{Arctg} (|y2-y1|/|x2-x1|) = 12.210\text{gr}$$

- **calcul de la corde Sl :**

$$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$$

Avec :

$$X_{KE} = L = 95.902 \text{ m.}$$

La longueur de clothoïde.

$$Y_{KE} = L^2/6R = 95.902^2/6 \cdot 400 = 3.839 \text{ m.}$$

La hauteur par rapport à l'axe.

$$Sl = 95.978\text{m.}$$

- **Calcul de l'angle polaire  $\sigma$**

$$\sigma = \text{Arctg}(Y_{KE} / X_{KE}) = 2.547\text{gr.}$$

$$G1 = k - \sigma = 9.662\text{gr.}$$

$$a1 = Sl \cdot \cos(G1) = 94.875\text{m.}$$

$$b1 = Sl \cdot \sin(G1) = 14.511\text{m.}$$

$$X_{ke1} = X_{ka1} + a1 = 491400.033\text{m.}$$

$$Y_{ke1} = Y_{ka1} + b1 = 4070819.193\text{m.}$$

$$\rho = \text{Arctg} (|y4-y3|/|x4-x3|) = 26.985\text{gr.}$$

$$G2 = \rho - \sigma = 24.438\text{gr.}$$

$a2 = S1 \cdot \cos(G2) = 88.993m.$   
 $b2 = S1 \cdot \sin(G2) = 35.945m.$   
 $X_{ke2} = Xka2 - a2 = 491548.376m.$

$Y_{ke2} = Yka2 + b2 = 4070801.901m.$

▪ **Les longueurs:**

$\tau = 1/2R = 7.643gr.$   
 $\alpha = \gamma - 2\tau = 23.91gr.$

La longueur de la Clothoïde est:

$Lc = A^2/R = 96.040m.$

La longueur de la courbe en Rayon est:

$b = \pi \times R \times \alpha / 200 = 150.22$

La longueur de la courbe 2Clothoïde+Rayon:

La courbure =  $2xL + b = 342.305.$

▪ **Vérification du calcul effectué**

Le calcul précédent est vérifié en utilisant le logiciel **COVADIS**. Le résultat est montré dans la figure V.5 :

COVADIS - LISTING DE L'AXE EN PLAN DU PROJET Description					
Nom du dessin :					
Nom du listing : C:\Users\LENOVO\OneDrive\Desktop\pfe21\tracé S1\LISTINGS1_Axe.rtf					
Date du listing : 23/05/2021 à 13:43:48					
Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
Alignement droit		72.2215	0.0000	491234.2609	4070790.9155
Gisement	87.7903				
			72.2215	491305.1583	4070804.6820
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	196.0000				
			168.2615	491400.0334	4070819.1935
Arc de cercle		150.2300			
X Centre	491428.7044				
Y Centre	4070420.2224				
Rayon	400.0000				
			318.4915	491548.3775	4070801.9007
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	-196.0000				
			414.5315	491637.3707	4070765.9553
Alignement droit		9.7809			
Gisement	126.9854				
			424.3124	491646.2860	4070761.9324

FigureV.5 : listing de l'axe en plan.

CHAPITRE VI  
PROFIL EN LONG

## VI.1 Introduction

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive, donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne. Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers. Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles.

## VI.2 Règles à respecter dans le tracé de la ligne rouge

Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire, mais elle doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Parmi ces conditions il y a lieu :

- D'adapter au terrain naturel pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux.
- De rechercher l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais.
- De ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les règlements.
- D'éviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance
- D'éviter les hauteurs excessives de remblais.
- Prévoir le raccordement avec les réseaux existants.
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- D'assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.

## VI.3 Eléments de composition du profil en long

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

- L'altitude du terrain naturel.
- L'altitude de la ligne du projet.
- La déclivité de la ligne du projet.

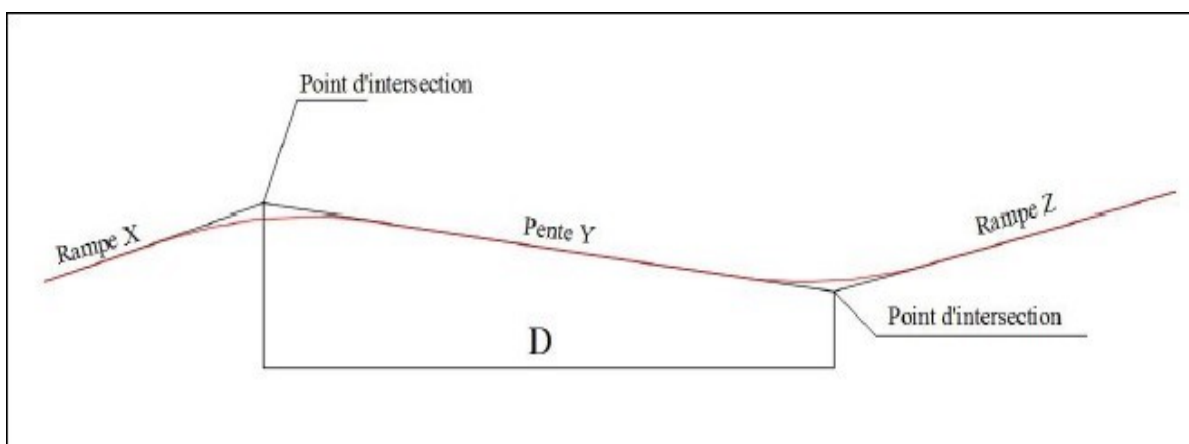


Figure VI. 1: Eléments géométriques du profil en long.

#### VI.4 Coordination entre le tracé en plan et le profil en long

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, respecter les règles de visibilité et autant que possible, un certain confort visuel; ces objectifs incite à :

- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible.

#### VI.5 La Déclivité

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente) et de confort (Puissance des véhicules en rampe). Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait la ligne rouge du profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

##### VI.5.1 Déclivité minimum

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits « en palier » sont si possible à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales.la pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

##### VI.5.2 Déclivité maximum

Du point de vue technique, la déclivité maximale dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée (ce phénomène concerne tous les véhicules), ainsi de la réduction des vitesses qu'elle provoque ou les camions (poids lourds) sont déterminants car la plupart des véhicules légers ont une grande puissance. Donc Il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 8%. Pour notre cas la vitesse  $V_r = 80$  km/h donc la pente maximale  $I_{max} = 6\%$ .

#### VI.6 Les raccordements en profil en long

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

##### VI.6.1 Raccordements convexes (angle saillant)

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire à la condition :

###### VI.6.1.1 Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2 / R_v < g / 40 \text{ avec } g = 10 \text{ (m /s}^2\text{) et } v = V / 3.6 \text{ (2)}.$$

$$R_{vmin} \geq 0,23 V^2 \text{ (cat 3-4-5). Tel que :}$$

$$R_v : \text{c'est le rayon vertical (m) et } V : \text{vitesse de référence (km /h).}$$

$$\text{Pour notre projet : } V = 80 \text{ km/h. et } R_{min} = 2200 \text{ m}$$

$$0,23 * 80^2 = 1472 \text{ m. } \quad 2200 > 1472 \text{ vérifie.}$$

###### VI.6.1.2 Condition de visibilité :

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

### VI.6.2 Raccordements concaves (angle rentrant)

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon  $R_v$ .

### VI.7 Rédaction de profil en long

L'établissement de profil en long tient compte des plusieurs éléments indispensable. Il se compose de deux parties, la première appelée graphique qui n'est rien d'autre qu'une représentation du terrain naturel ou l'allure du projet et la partie travée qui désigne le plan de comparaison, la distance partielle, la distance cumulée, les déclivités du terrain naturel, déclivités du projet, les alignements et courbes.

La mise en page du profil en long doit avant tout tenir compte des échelles à adopter. D'une manière générale, on prendra sur l'axe des abscisses, l'échelle utilisée dans la planche a courbe de niveau et pour ce qui est des hauteurs, la même échelle exagérée cinq ou dix fois (agrandie de 5 ou 10 fois).

Ce document représente également deux lignes ; celle du terrain naturel en vert et celle du projet dessinée en rose et bleu qui représente l'axe de la route.

### VI.8 Descriptif du profil en long

#### Section 01

Le profil en long est constitué de 21 éléments dont 10 sont des courbes, le restesont des déclivités uniformes (rampes et pentes).

La longueur totale de courbes est de **2125.1m (42.4%)** de la **longueur** totale dutracé), la longueur des déclivités est de **2891.24m** qui représente **(57.6%)**

Le rayon minimal en angle rentrant est de **2200m** et le rayon minimal en angle saillant est de**3000m**.

La déclivité minimale égale à **0.69 %**, et la déclivité maximale égale à **5.07%**.

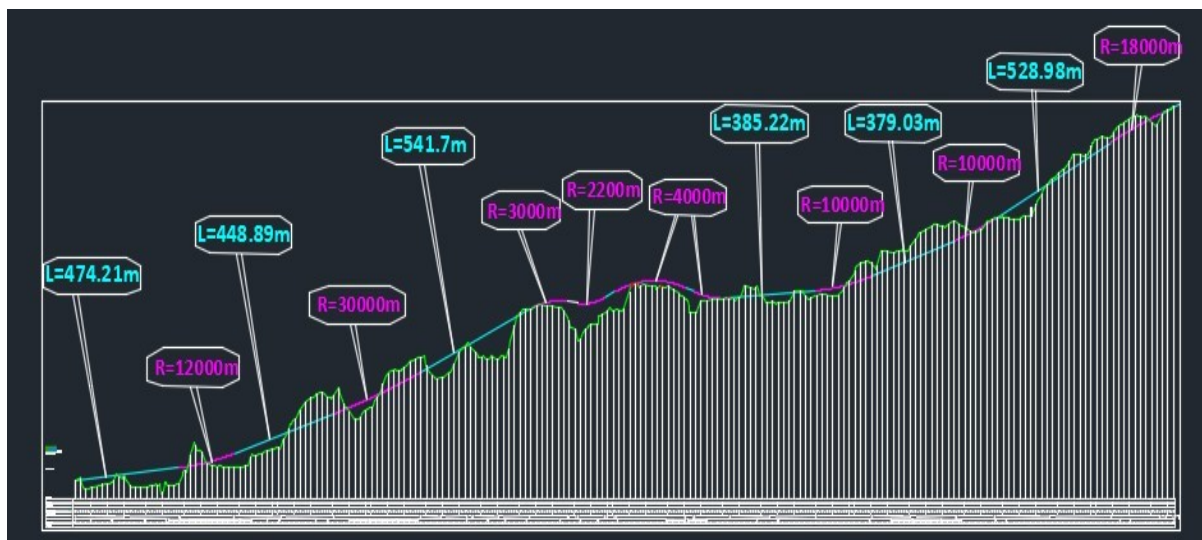


Figure VI.2 : Les éléments de profil en long S1.

#### Section 03

Le profil en long est constitué de 19 éléments dont 9 sont des courbes, le reste sontdes déclivités uniformes (rampes et pentes).

La longueur totale de courbes est de **1925.32m (71.53%)** de la longueur totale du tracé, la longueur des déclivités est de **4837.79m** qui représente **(28.47%)**

Le rayon minimal en angle rentrant est de **5000m** et le rayon minimal en angle saillant est de **4000m**.

La déclivité minimale égale à **0.5%**, et la déclivité maximale égale à **5.87%**.



Figure VI.3 : Les éléments de profil en long S3.

### VI.9 Exemple de calcul

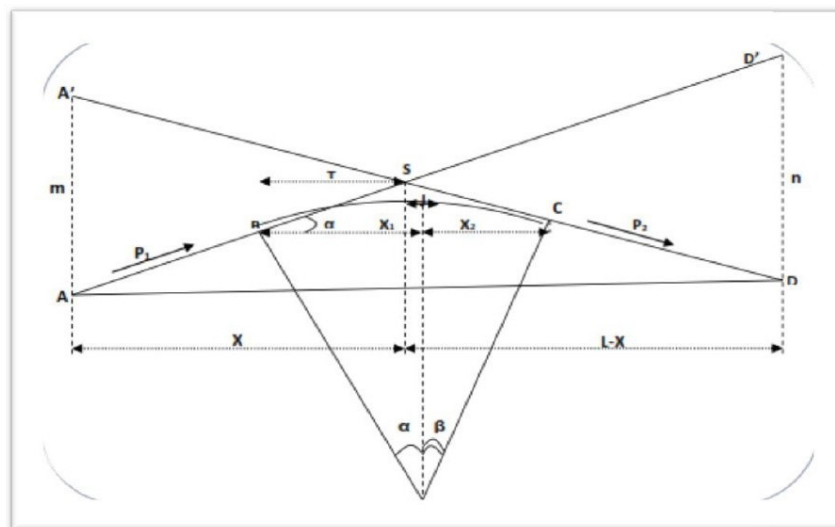


Figure VI.4 : schéma de l'élément à calculer.

Tableau VI.1 : caractéristiques de l'élément à calculer.

sommets	Abscisse (m)	Altitude (m)	R(m)
A	0	15.29	12000
S	600	20.95	
D	1175.052	38.439	

▪ **Calcul des pentes**

$$P_1 = \frac{(Z_S - Z_A)}{X_S - X_A} = 0.94\%$$

$$P_2 = \frac{Z_C - Z_S}{X_C - X_S} = 3.04\%$$

▪ **calcul de sommet**

$$X_s = 600m. \quad Z_s = 20.95m.$$

▪ **Calcul de T**  $T = R * \frac{|P_1| - |P_2|}{2} = 125.88m.$

▪ **Calcul de la flèche  $\beta_x$**   $B_x = T^2 / 2R = 0.660m.$

▪ **Calcul des points Tangents**

**-Calcul des coordonnées du point B**

$$X_B = X_s - T = 474.14m. \quad Z_B = Z_s - (T * |P_1|) = 19.77m.$$

**-Calcul des coordonnées du point C**

$$X_c = X_s + T = 725.88m. \quad Z_c = Z_s + (T * |P_2|) = 24.776m.$$

▪ **Calcul des Longueurs**

**Longueur d'alignement**

Coordonnées du début d'alignement est :  $X_A = 0$  m et  $Z_A = 15.29$  m

$$L_a = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Z_A - Z_B)^2} = 474.144m.$$

**Longueur de la courbe**

La longueur de la courbe est :  $L = 2 * T = 251.755m.$

🔧 **Vérification du calcul manuel**

Le calcul précédent est vérifié en utilisant le logiciel **COVADIS**. Le résultat est montré dans la figure **VI.5**:

COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Description				
Nom du dessin :				
Nom du listing : C:\Users\LENOVO\OneDrive\Desktop\pfe21\tracé S1\Tracé S1_1_PROJET.rtf				
Date du listing : 23/05/2021 à 13:48:49				
Profil en long : 1				
Courbe projet : Proj 1				
Caractéristiques	Longueur 2D (m)	Longueur 3D (m)	S = Abscisse	Z = Altitude
			0.000	15.290
Rampe = 0.944 %	474.266	474.287	474.266	19.767
Arc de cercle	251.416	251.470		
Rayon = 12000.0000			725.682	24.776
Rampe = 3.041 %	449.370	449.578	1175.052	38.439

Figure VI.5 : listing du profil en long.

CHAPITRE VII  
PROFIL EN TRAVERS TYPE

## VII.1 Introduction

Le profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé «profil en travers type» contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux, etc.).

## VII.2 Éléments du profil en travers

La voie est de type U d'après L'ICTAVRU :

On peut adopter :

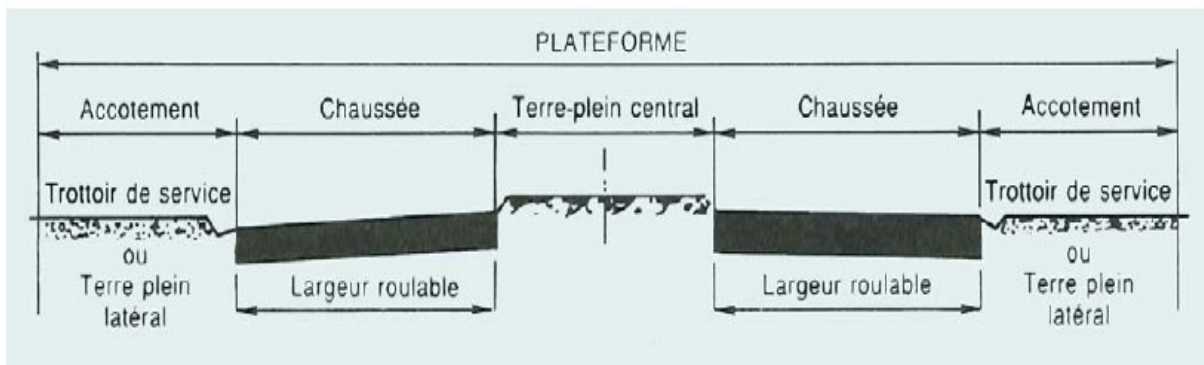


Figure VII.1 : voie de type U.

Soit : les dispositions préconisées pour les voies de type A (figure VII.2), éventuellement sans bande d'arrêt ;

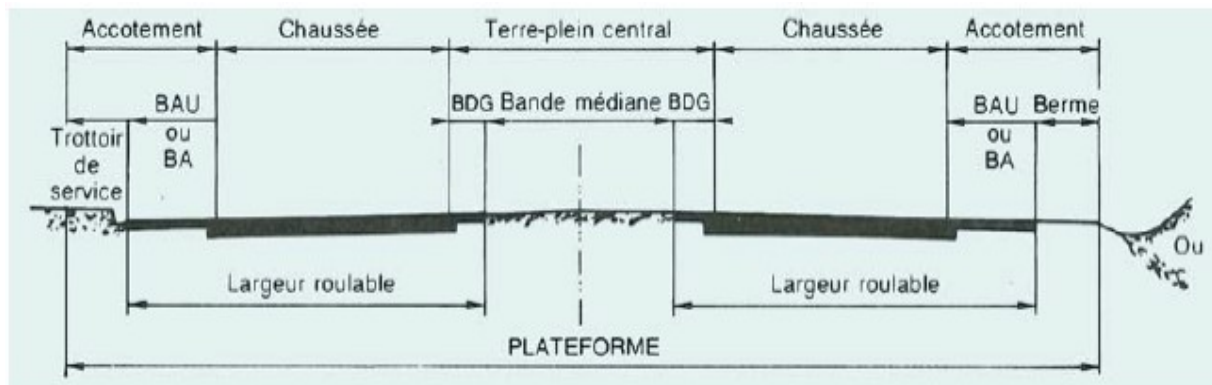


Figure VII.2 : voie de type A.

## VII.3 Quelques définitions

- **La chaussée:** désigne la partie de la voie publique aménagée pour la circulation des véhicules en général.
- **La largeur roulable:** Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.

- **Plateforme:** C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.
- **L'assiette:** C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.
- **Les accotements:** les accotements sont les zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevé. Ils comportent généralement (Une bande de guidage, Une bande d'arrêt, Une berme extérieure).
- **Terre-plein central :** Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées.il comprend (Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage), Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue).
- **La berme :** Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations..). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.
- **Le fossé :** C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et des talus et les eaux de pluie.

#### VII.4 Dimensionnement des différents éléments

Les dimensions du profil en travers d'une VRU et plus spécifiquement de chacun de ses constituants (Chaussée, largeur roulable, TPC, accotements) doivent être choisies de façon à satisfaire à un certain nombre de fonctions et de conditions :

- écoulement du trafic.
- sécurité des usagers et des riverains.
- implantation des ouvrages d'art.
- assainissement.
- équipements d'exploitation et de sécurité.
- implantation de l'éclairage.
- prise en compte des opérations d'entretien.
- plantations.
- implantation des protections phoniques.
- humanisation de la route.
- prise en compte des nuisances.
- contraintes économiques.
- phasage.

Le choix du profil en travers résulte souvent d'un compromis entre ces fonctions et les contraintes propres au projet étudié. Toutefois, ce compromis doit intégrer des règles de dimensionnement pour les différents constituants du profil en travers.

Pour celles-ci, on distingue :

- **les valeurs normales :** qu'ils convient d'adopter en général, car elles correspondent à une certaine optimisation fonctionnelle et économique ;
- **les valeurs minimales:** qui constituent des seuils au-dessous desquels on peut considérer que le constituant ne remplit plus la fonction pour laquelle il est prévu.

**Tableau VII.1 : récapitulatifs des dimensions des éléments constitutifs du profil en travers.**

élément	Dimension normale (m)		Dimension minimale (m)	
	Valeur	Observations	Valeur	Observations
<b>ACCOTEMENT</b>				
Bande d'arrêt	2,50	Réservée à certaines voies	U80 2,25	
Bande dérasée de droite	0,50	En présence de marquage latéral de chaussée	0	Avec des bordures non franchissables et en l'absence de marquage latéral, la BDD peut être supprimée
Trottoir ou terre-plein latéral	-	Dépend des fonctions à assurer	0,75	En l'absence de tout dispositif de retenue et donc d'obstacle
Piste cyclable	3,00	Bidirectionnelle		
	2,00	Unidirectionnelle	1,50	
<b>CHAUSSEE</b>				
Largeur de voie	3,50	Peut être ramenée à 3,00 m notamment pour les voies U60	3,00	
<b>TERE PLEIN-CENTRAL</b>				
Bande médiane	-	Dépend des équipements prévus ou des fonctions à assurer	0,60	
Bande dérasée de gauche	0,50	En présence de marquage latéral de chaussée	0	Avec des bordures non franchissables et en l'absence de marquage latéral, la BDG peut être supprimée

### VII.5 Visibilité en courbe

Dans les courbes, le respect des distances de visibilité pour arrêt sur obstacle, ainsi que les contraintes spécifiques à l'insertion d'un projet en milieu urbain, constituent des préalables fondamentaux au choix du couple rayon - dégagement latéral. Dans l'intérieur des courbes, lorsque le respect de la distance de visibilité sur obstacle conduit à des dégagements latéraux importants, on limitera à **3,00 m** la largeur de la **BDG** (ou de la **BAU**) concernée, afin de constituer une surface permettant des manœuvres latérales d'évitement. Dans ce cas, la distance de visibilité devra alors correspondre, au minimum, à **3,5 x V85**, appelée distance de manœuvre d'évitement (la vitesse **V85** réelle étant exprimée en m/s.). Si cette distance n'est pas assurée, il conviendra de réduire localement la vitesse limite autorisée.

### VII.6 Influence des rampes

Les rampes ont pour effet de ralentir sensiblement les poids lourds.

Les rampes  $< 3\%$ , les poids lourds ne créent guère de gêne aux heures de pointe.

Les rampes  $> 3\%$ , la réduction de la vitesse des poids lourds qui dépend de la longueur de la rampe, pourra être évaluée par des mesures ou des calculs (abaques, programme de calcul électronique). En fonction des résultats obtenus et du niveau de service offert à l'utilisateur sur la voie, on pourra envisager d'ajouter une voie supplémentaire dans la section où la vitesse des poids lourds tombe en-dessous de **40 km/h**.

### VII.7 Profils en travers sur et sous ouvrages

Il convient, dans la mesure du possible, de conserver la largeur roulable (chaussée + **BDG** + **BA** ou **BAU** ou **BDD**).

Sur ouvrage, le coût induit par la conservation d'un profil en travers de type section courante (ou seulement légèrement réduit) peut être très faible : c'est le cas si cet aménagement ne conduit pas à une modification de la structure, mais se traduit simplement par un tablier un peu plus large. En cas de suppression de la bande d'arrêt ou d'arrêt d'urgence (à déconseiller si une **BA** ou **BAU** règne de part et d'autre de l'ouvrage), une réduction de la capacité ne deviendra sensible que si l'absence de bande d'arrêt ou d'arrêt d'urgence règne sur plus de **600 m**.

### VII.8 Pente transversale

De façon générale, une pente transversale de **2,5 %** est préconisée pour toutes les voies rapides urbaines.

### VII.9 Profil en travers type du projet

Le profil en travers type du projet est constitué comme suit :

Tableau VII. 2 : Le profil en travers type du projet.

Description		Largeur (m)	nombre	largeur totale (m)
Voie de circulation 2x2		3.5	4	14
Terre-plein central (T.P.C)		1.8	1	1.8
- Bande dérasée de gauche (B.D.G)		0.6	2	1.2
- Bande médiane (B.M)		0.6	1	0.6
Accotement		2.5	2	5
- Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		2	2	4
- La berme		0.5	2	1
TOTAL	2x2			20.8
	2x3			27.8
dévers en section droite				
-Chaussée		2,5 % vers l'extérieur.		
- Bande dérasée de gauche (B.D.G)		identique à celle de la chaussée.		
- Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		2.5 % vers l'extérieur.		
- Berme extérieure		4% vers l'extérieur.		

CHAPITRE VIII  
PROGRAMME D'INVESTIGATION  
GÉOTECHNIQUE

### VIII.1 Introduction

Le programme d'investigation géotechnique de la présente étude est basé sur la méthodologie et les critères de réalisation des travaux de reconnaissances géotechnique ; lot route, lot ouvrages ainsi que la partie gîte d'emprunt et carrières. Les éléments bibliographiques recueillis, ainsi que les informations obtenues par la reconnaissance géologique visuelle, permet de définir une campagne de travaux de prospection et essais nécessaires pour la reconnaissance du tracé sélectionné.

### VIII.2 Objectif de l'investigation géotechnique

Les informations qui seront obtenues, constituant les résultats de cette campagne, permettront l'élaboration des plans et profils géotechniques, la détermination des zones de glissement potentielles ainsi que la détermination des paramètres nécessaires pour la conception des infrastructures à projeter à savoir : les terrassements (remblais- déblais), les ouvrages d'art et la plateforme routière. Les principaux objectifs recherchés par ce présent programme sont les suivants :

- Classification du sol support de la plate-forme.
- Dimensionnement du corps de chaussée.
- La distribution, l'épaisseur et la profondeur de chaque couche.
- Les caractéristiques physiques et de résistances des couches.
- Le niveau des nappes aquifères.
- La possibilité de réutilisation des matériaux des déblais en remblais.
- Le pendage des couches.
- Densité de la fracturation dans les couches rocheuses.
- Détermination de l'indice de qualité du roc (**RQD**) dans les couches rocheuses.
- Préciser l'épaisseur et les dimensions exploitables des gîtes.
- Prélever des échantillons remaniés.
- Réaliser des essais d'identifications physiques et mécaniques.

### VIII.3 Prospection Géologique

L'examen de la carte géologique ainsi que les différentes visites de site a mis en évidence que les trois sections de tracés projetés recoupent souvent de diverses unités du MioPliocène qui comportent des argiles, des marnes, des calcaires lacustres, des conglomérats, des grès et des sables. Sur site, les formations montrent un relief vallonné et apparaissent généralement couvertes par des dépôts quaternaires.

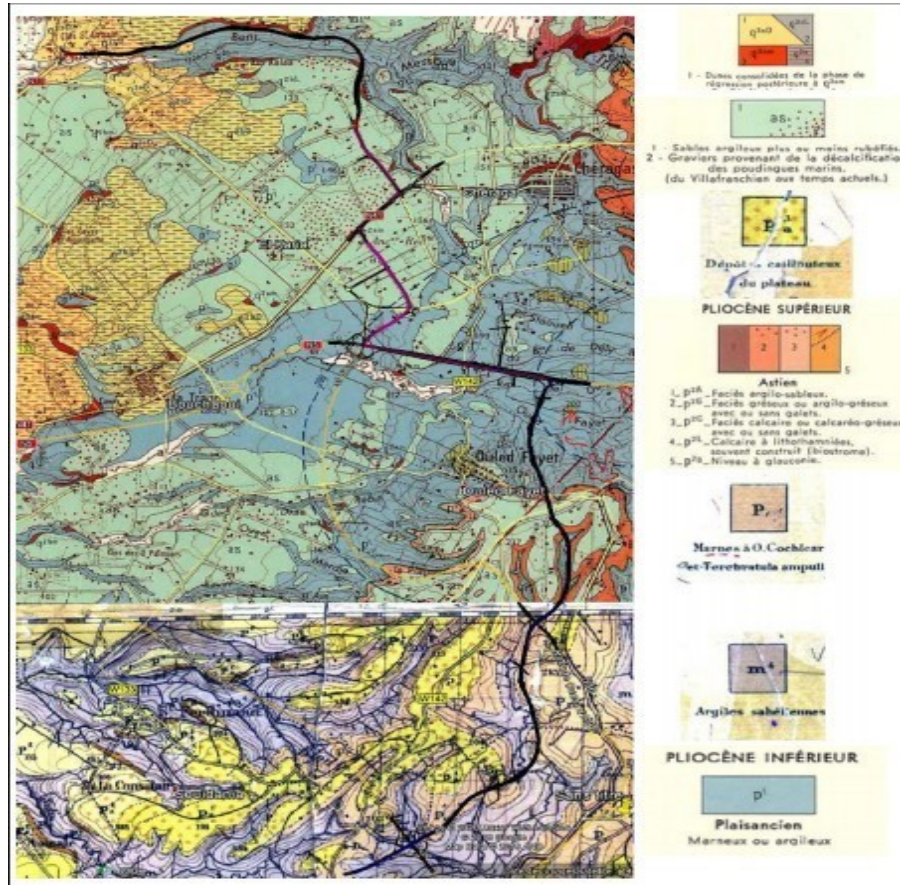


Figure VIII.1 : La géologie du tracé.

L’exploitation des cartes géologiques existantes à l’échelle 1/50 000, complétée par des visites sur site, a permis d’établir les successions des différentes formations. Le tableau VIII.1 résume la nature, l’âge et l’extension de ces formations :

Tableau VIII. 1 : L’extension linéaire des formations géologiques le long de tracé.

tracé	Extension (P)	Âge	Nature lithologique
Section 01	P1-P42	quaternaire	Sables de dunes et alluvions d’oued
	P42-P122	Plaisancien	Argiles marneuses et marnes avec couverture de conglomérats, poudingues et d’argiles rouges et cailloutis
	P122-P161	Astien	Conglomérats, poudingues et grès avec couverture d’argiles rouges et cailloutis surmontent de marnes argileuses d’age Plaisancien
Section 02	Toute la section	Plaisancien	Argiles marneuses et marnes avec couverture de conglomérats, poudingues et argiles rouges et cailloutis
Section 03	P1 – P62	Plaisancien	Argiles marneuses et marnes avec couverture d’argiles rouges et cailloutis
	P62 – P90	Astien	Conglomérats, poudingues et grès avec couverture d’argiles rouges et cailloutis surmontent des marnes argileuses d’Age Plaisancien
	P90 – P274	Plaisancien	Argiles marneuses et marnes avec couverture de conglomérats, poudingues et ’argiles rouges et cailloutis

## VIII.4 Consistance de l'investigation géotechnique

### VIII.4.1 Lot Route

#### VIII.4.1.1 reconnaissance de portance de la plate-forme

##### ✚ Essais in situ

Pour la classification de la plate-forme d'emprise du tracé, des puits de reconnaissance seront creusés, à l'aide d'une pelle équipée en rétro, jusqu'à atteindre une profondeur de près de 2 à 3 mètres. Ils seront de préférence placés dans des profils à petite hauteur, à proximité de la transition remblais/déblais, de manière à permettre, en simultanée, la détermination de la capacité géotechnique des terrains, dans une perspective de réutilisation.

##### ✚ Essais en Laboratoire

En laboratoire de mécanique des sols, l'échantillonnage représentatif des terrains cités devra être soumis à des essais de caractérisation, de manière à évaluer la capacité des matériaux, aussi bien au niveau de leur réutilisation dans des remblais, qu'au niveau de la fondation de la chaussée.

Les essais en laboratoire à exécuter à partir des échantillons recueillis dans les puits de prospection, seront ceux qui figurent ci-dessous, parmi tant d'autres qui s'avèreraient nécessaires à une bonne caractérisation géotechnique:

- **Essais d'identification:** analyse granulométrique par procédé de tamis, limites d'Atterberg, la détermination de la teneur en eau naturel et de la valeur du bleu de méthylène.
- **Essais Proctor Modifié :** sera déterminé au  $\gamma_d$  maximum et la teneur en eau optimale des matériaux.
- **Essais de Poinçonnement CBR:** La détermination d'indice portant des sols pour dimensionner la chaussée sera effectuée à partir d'essais de poinçonnement **CBR**.

Les essais seront élaborés par explosion de 3 échantillons moulés, aux valeurs proches de celles obtenues lors des essais Proctor.

- Essais en laboratoire sur échantillons rocheux.
- Densité apparente.
- Los angles- micro-deval.

#### VIII.4.1.2 Les terrassements déblais/remblais

##### ▪ Essais in situ

Pour l'étude de la stabilité des déblais et remblais, l'investigation géotechnique sera comme suit :

- Un sondage carotté au niveau de chaque déblai et remblai avec installation d'un piézomètre.
- Essais Standard pénétration (**SPT**) selon la nature de sol et les détails de reconnaissances ciblées.

##### ▪ Essais en Laboratoire

- essais physiques (densité, teneur en eau, plasticité et granulométrie)
- essais mécaniques (essais de cisaillement **CD** ou **CC**, essais œdométrique pour les remblais)

### VIII.4.2 Lot Ouvrages d'Art

Pour le lot ouvrage d'art, l'investigation géotechnique sera comme suit:

#### ✚ Essais in situ

- des sondages carottés de profondeur variable selon le type d'ouvrage avec installation d'un piézomètre et la réalisation des essais **SPT** chaque **2** mètres.
- Il sera prélevé au moins **04** échantillons intacts par sondage en vue de la réalisation d'essais en laboratoire.

Ce programme est applicable sur l'ensemble des différents types d'ouvrage présentés dans le tableau **VIII.2** soit : passages supérieurs ou inférieurs, ponts sur oueds, tranchée couverte, ouvrage de soutènement ....

#### ✚ Essais de laboratoire

##### ▪ Essais physico-chimiques

- Analyses granulométriques et Sédimentométrie sur tous les échantillons ;
- Mesure des densités sèches ( $\gamma_s$ ) humide ( $\gamma_h$ ) et du degré de saturation ( $S_r$ ).
- Limites d'Atterberg pour déterminer la teneur en eau naturelle ( $W_n$ ), la limite de liquidité ( $WL$ ) et l'indice de plasticité ( $I_p$ );
- Analyse chimiques sommaires sur quelques échantillons pour l'évaluation du degré d'agressivité du sol vis-à-vis des fondations des ouvrages d'art.

##### ▪ Essais mécaniques

- Essai de cisaillement drainé et non drainé pour déterminer les cohésions et angles de frottement correspondants. Ce type d'essai permet de calculer les contraintes admissibles et les charges nominales pouvant être supportées par les sols présents sous les ouvrages d'art projetés.
- Essais de compressibilité à l'oedomètre pour déterminer la compressibilité et le gonflement.

Tableau VIII.2: Localisation de l'investigation pour les Ouvrages.

Section N°	Ouvrage d'art	Type de sondage	Profondeur (m)	Coordonnées (m)	
				X	y
01	Dalot	Sc01+ SPT	15	494521.06	4070676.94
02	Trémie RN 41	Sc01+ SPT	16	494849.00	4068859.00
		Sc02+ SPT	16	495008.00	4069056.00
03	Passage sup	Sc01+ SPT	15	496384.40	4066730.54
		Sc02+ SPT	15	496419.47	4066618.90
	Tranchée Couverte	Sc01+ SPT	30	496363.20	4065168.75
		Sc02+ SPT	30	496399.71	4065025.12
		Sc03+ SPT	25	496449.00	4064844.00

Nomenclature des symboles :

- **SC** : sondage carotté avec piézomètre.
- **SPT** : standard pénétration test.

### VIII.4.3 Lot matériaux des gîtes d'emprunts et carrières

Les principales directives appliquées dans le programme de recherche de matériaux de viabilité sont les suivantes :

- Prospection de matériaux pour assise de chaussée.
- Implantation des prélèvements des gîtes.
- Exécution des puits jusqu'à une profondeur permettant de traverser les couches exploitables.
- Prélèvement d'un échantillon remanié global de couche exploitable dans chaque puits.
- Etablissement du plan de situation de l'emprunt avec précision des coordonnées géographiques des sites d'emprunts qui seront relevées et bien définies dans le rapport géotechnique à établir.

Sur les échantillons prélevés, doit être effectué les essais suivants :

#### VIII.4.3.1 Gîtes d'emprunts

- Teneur en eau naturelle.
- Analyse granulométrique par tamisage mécanique.
- Limite d'Atterberg.
- VBS.
- Essai Proctor Modifié.

#### VIII.4.3.2 Agrégats des carrières

- Analyse granulométrique.
- Coefficient d'aplatissement.
- Essai Los Angeles.
- Essai Micro Deval.
- Equivalent de sable.
- Propreté superficielle.

Pour classer ces matériaux extraits d'emprunt, la classification dite «GTR »relative à l'utilisation des sols ayant un usage routier doit être utilisé.

Pour classer les agrégats, les normes suivantes doivent être utilisées :

- **NF EN 13043** (granulats pour enrobés bitumineux et enduits superficiels).
- **NF EN 12620+A1** (granulats pour béton de ciment, y compris les chaussées en béton).

### VIII.5 Conclusion

Le programme d'investigation géotechnique établi pour les différents lots a pour objectif :

- Reconnaissances et description des conditions lithologique et géo-mécanique des solset roches rencontrés.
- Exploitation et analyse des résultats des essais in-situ et en laboratoire.
- Description détaillée des conditions de la surface et des caractéristiques géotechniques intrinsèques de chaque unité géologique.

L'investigation sur site et au laboratoire doit aboutir à la reconnaissance et détermination des points suivants:

- classe et portance de sols de supports.
- pentes de terrassement déblai/remblais et leur stabilité.
- types de sols rencontrés au droit des ouvrages d'art.
- type de fondation de tout ouvrage d'art.
- propriétés géo-mécaniques des agrégats et matériaux des gîtes.

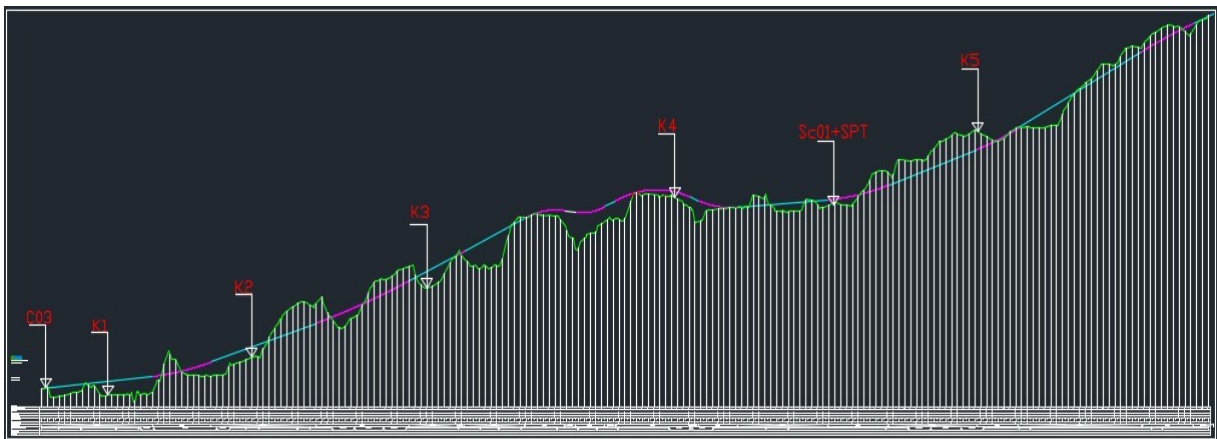


Figure VIII.2 : Localisation des sondages sur S1.

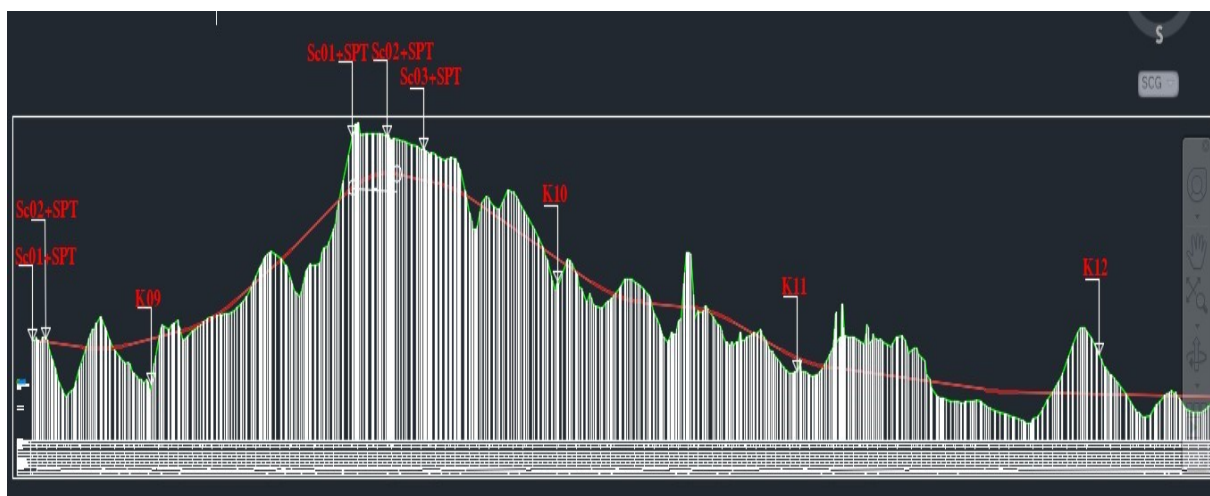


Figure VIII.3 : Localisation des sondages sur S3.

CHAPITRE IX  
ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

## IX.1 Introduction

L'étude géotechnique du projet est basée essentiellement sur des campagnes de reconnaissance effectuées sur le terrain, durant lesquelles les équipes du laboratoire ont réalisés des travaux sur terrain par l'exécution des sondages par puits de reconnaissance et carottes sous chaussée, suivi par le prélèvement d'échantillons remaniés pour analyse au laboratoire.

Les travaux cités ci-dessus ont pour but d'identifier et évaluer la portance du sol support de chaussée par des essais physico-mécaniques.

## IX.2 Objectifs

- L'extraction et la réutilisation des matériaux de déblais,
- La stabilité des pentes de talus de déblai et de remblai,
- La problématique du couple arase/couche de forme.
- Une approche du type de fondation des Ouvrages d'Art.

## IX.3 Reconnaissance géotechniques in situ

### IX.3.1 Programme de reconnaissance

Les puits de reconnaissance ont été réalisés avec des profondeurs variant entre **2.00 m** et **2.50m**, réalisés à l'aide d'une pelle mécanique, les sols prélevés ont été soumis aux différents essais physico-mécaniques.

Une carotteuse au diamant **HILTI DD 150-U**, dotée d'une couronne de forge ayant les dimensions suivantes (**72\*330**) a été utilisée pour exécuter la campagne de carottage.

Tableau IX.1 : Implantation des puits de reconnaissances(SETS).

Section	Sondage	Profondeur	Coordonnées prévues	
			x(m)	y(m)
Lot 01	<b>K1</b>	2 à 3.00 m	491515.00	4070825.00
	<b>K2</b>	2 à 3.00 m	492099.00	4070799.00
	<b>K3</b>	2 à 3.00 m	492833.00	4070857.00
	<b>K4</b>	2 à 3.00 m	493874.00	4070840.00
	<b>K5</b>	2 à 3.00 m	494807.00	4070123.00
	<b>C03</b>	Corps de chaussée	491256.00	4070763.00
Lot 02	<b>K6</b>	2 à 3.00 m	494853.00	4068863.00
	<b>K7</b>	2 à 3.00 m	494822.00	4067938.00
	<b>K8</b>	2 à 3.00 m	494577.00	4067231.00
	<b>C02</b>	Corps de chaussée	494499.00	4068549.00
Lot 03	<b>K9</b>	2 à 3.00 m	496221.48	4066118.28
	<b>K10</b>	2 à 3.00 m	496588.00	4064222.00
Lot 04	<b>K11</b>	2 à 3.00 m	496155.00	4063112.00
	<b>K12</b>	2 à 3.00 m	496018.00	4061710.00
	<b>K13</b>	2 à 3.00 m	494948.00	4060796.00
	<b>C01</b>	Corps de chaussée	494886.87	4060834.26

### Nomenclature des symboles

**K** : Puits de reconnaissance.

**C** : carottage.

### IX.3.2 Description lithologique des puits de reconnaissance

✚ LOT 01(entre carrefour n°01(RN11) et trémie RN 41)

Dans cette section il a été réalisé cinq (05) puits et une (01) carotte sous chaussée dont les coupes lithologiques révélées se présentent dans le tableau IX.2 :

Tableau IX.2 : aperçu des résultats des puits de reconnaissance du LOT01 (rapport géotechnique SETS).

puits	profondeur	Nature lithologiques
Puits n°01	0.00 – 0.30 m	Terre végétale
	0.30 – 2.00 m	Sable argileux renfermant des graves
Puits n°02	0.00 – 0.10 m	Terre végétale
	0.50 – 2.50 m	Sable argileux renfermant des blocs de grès
Puits n°03	0.00 – 0.20 m	Terre végétale
	0.20 – 2.60 m	Argile sableuse
Puits n°04	0.00 – 1.00 m	Terre végétale
	1.00 – 2.50 m	Argile marneuse renfermant des graves
Puits n°05	0.00 – 0.30 m	Terre végétale
	0.30 – 2.10 m	Marne

#### ▪ Carottes N° 03

0.00-5.50 cm : béton bitumineux (BB).

5.50 -17.5 cm : Grave bitume (GB).

✚ LOT 02 (entre carrefour n°02(RN41) et carrefour n°07 (Ouled Fayet)) :

Au niveau de cette section, il a été exécuté trois (03) puits et une (01) carotte sous chaussée. Les coupes lithologiques illustrent les différentes formations se présentent dans le tableau IX.3:

Tableau IX.3 : aperçu des résultats des puits de reconnaissance du LOT02 (rapport géotechnique SETS).

puits	profondeur	Nature lithologique
Puits n°06	0.00 – 0.30 m	Terre végétale
	0.30 – 2.30 m	Sable argileux
Puits n°07	0.00 – 0.20 m	Terre végétale
	0.20 – 2.00 m	Sable argileux
Puits n°08	0.00 – 0.10 m	Terre végétale
	0.10 – 2.00 m	Argile sableuse

#### ▪ Carottes N° 02

0.00-7.50 cm : béton bitumineux (BB).

7.50 -27.0 cm : Grave bitume (GB).

✚ LOT 03 (entre carrefour n°07 (Ouled Fayet) et échangeur n°1 (voie express))

Dans cette section il a été réalisé deux (02) puits dont les coupes lithologiques révélées se présentent comme suit:

Tableau IX.4 : aperçu des résultats des puits de reconnaissance du LOT03 (rapport géotechnique SETS).

puits	profondeur	Nature lithologique
Puits n°09	0.00 – 0.20 m	Terre végétale
	0.20 – 1.50 m	Argile marneuse
	1.50 – 2.20 m	Marne
Puits n°10	0.00 – 0.30 m	Terre végétale
	0.30 – 2.00 m	Argile

✚ **LOT 04** (entre échangeur n°1 (voie express) et l'échangeur avec la 2<sup>ème</sup> rocade d'Alger))

Au niveau de cette section, il a été exécuté trois (03) puits et une (01) carottes sous chaussée, la description visuelle des échantillons récupérés de ces sondages à ciel ouvert nous a permis d'établir les coupes lithologiques suivantes :

Tableau IX.5 : aperçu des résultats des puits de reconnaissance du LOT04(rapport géotechnique SETS).

puits	profondeur	Nature lithologique
Puits n°11	0.00 – 0.20 m	Terre végétale
	0.20 – 2.00 m	Argile
Puits n°12	0.00 – 0.20 m	Terre végétale
	0.20 – 2.00 m	Argile marneuse
Puits n°13	0.00 – 0.30 m	Terre végétale
	0.30 – 2.00 m	Sable argileux reformant des blocs de grès

▪ **Carottes N° 01**

**0.00-7.50 cm** : Béton Bitumineux (**BB**).

**7.50 -28.5 cm** : Grave Bitume (**GB**).

#### IX.4 Essais en laboratoire

##### IX.4.1 Programme des essais

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants ont été effectués :

##### Essais physiques :

- Teneur en eau naturelle (**NF P 94-050**).
- Analyse granulométrique (**NF P 94-056**).
- Limite d'Atterberg (**NF P 94-051**).
- Valeur au bleu de méthylène (**NF P 94-68**).

##### Essais mécaniques

- Essai Proctor modifié (**NF P 94-093**)
- Essai **CBR** imbibé (**NF P 94-078**)

##### IX.4.2 Résultats de la reconnaissance en laboratoire

Les résultats de la reconnaissance en laboratoire des puits sont dans l'ANNEXE 4. Les résultats de la reconnaissance en laboratoire des sondages sont regroupés dans le tableau IX.6:

Tableau IX.6 : aperçu des résultats de reconnaissance en laboratoire des sondages des déblais.

Sections Profil	Nature de sol	Profondeur (m)	Résultats des essais physiques									Résultats des essais	
			Paramètres d'état				Paramètres de nature					Cisaillement	
			W <sub>n</sub> %	$\gamma_h$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	Sr (%)	80 $\mu$ m %	WL %	IP%	VBS	I <sub>c</sub>	C (bars)	$\Phi$ (°)
SC 01													
Déblai du P142 – P144	Sable limoneux	06.00-06.50	14.15	2.07	1.82	82.19	38.03	/	/	2.10	/	0.3056	16.04
	Argile marneuse	10.70-11.00	27.11	1.98	1.56	99.66	98.57	73	45	/	1.02	0.3446	14.84
	Marne	13.50-14.00	29.73	1.95	1.51	99.90	98.32	67	37	/	1.01	0.2580	22.66
SC 01													
Déblai du P47 – P53	Argile marneuse	0.50-05.0	22.98	1.90	1.54	84.49	92.70	56	28	/	1.17	0.239	7.125
	Marne	05.00-08.00	24.31	2.02	1.62	98.46	86.31	44	17	/	1.19	0.495	14.71
		08.00-10.00	22.98	2.04	1.66	99.01	98.03	72	42	/	1.16	0.278	13.22
SC 01													
Déblai du P211-P226	Argile marneuse	01.50-05.00	21.32	2.04	1.68	97.85	95.79	58	35	/	1.05	0.312	14.57
	Argile sableuse	05.00-9.00	19.15	2.05	1.72	93.83	98.79	41	21	/	1.06	0.190	21.43
	Argile marneuse	09.00-12.00	16.215	2.06	1.77	87.40	99.22	57	31	/	1.30	0.295	15.96
	Marne	12.00-20.00	16.21	2.06	1.77	86.40	99.10	54	30	/	1.25	0.363	16.96

## IX.5 Matériaux de gîtes d'emprunt

### IX.5.1 Prospection de gîtes d'emprunt

D'après la prospection (04 gîtes d'emprunt) réalisée aux alentours du projet, deux (02) gîtes d'emprunts indiqués aux endroits cités au tableau IX.7 ont été choisis, sur ces gîtes ont été effectués des essais de laboratoire d'identifications.

Tableau IX.7 : Implantation des gîtes.

Gîte	Lieu	X(M)	Y (M)	Volume m <sup>3</sup>	Distance km
Gîte 01	Tabainet	503364.00	4039823.00	3 589 800	30
Gîte 02	Httatba	4049338.00	4049338.00	1 583 025	34



Figure IX.1 : Localisation du gite 01



Figure IX.2 : Illustration du gite 01.



Figure IX.3 : Localisation du gite 02



Figure IX.4 : Illustration du gite 02.

### IX.5.2 Caractéristiques géotechniques des matériaux de gîtes d'emprunt

Le matériau prélevé de gîte d'emprunts ont fait l'objet des analyses suivantes :

- Teneur en eau.
- Analyse granulométrique.
- Limite d'Atterberg.
- Essai Proctor modifié.

Tableau IX.8 : Résultats des essais laboratoire des Gîtes.

Gîte	Wn%	Granularité			Argilosité		OPN		Classe GTR
		Dmax	%2mm	80μ	wl%	IP%	$\gamma_d(T/m^3)$	W%	
Gite 01	/	>50	19	3.16	/	/	2.09	8.0	C1B4
Gite 02	13.28	>50	65	31.43	36	18	1.89	12.23	C1B6

#### Observation

**C1B4, C1B6** ces sols ne posent pas de problème d'utilisation en remblai sauf par pluie forte, donc autorisé à utiliser en remblai et en couche de forme à condition de respecter les conditions météorologiques et les prescriptions du GTR.

## IX.6 Prospection des carrières

Au cours de visite du site les carrières sont localisées comme suit :

Tableau IX.9 : localisation des carrières.

Carrière	Lieu	X(M)	Y (M)	Distance(km)
Carrière 01 (Kerouche)	Tabainet	4040707.00	4040707.00	30
Carrière 02 (Jobert)	Bab el oued	503175.00	4071658.00	12

**NB :** concernant la carrière de la ville d'Alger (Bab el Oued), le propriétaire a refusé l'accès des géotechniciens ainsi que le prélèvement des échantillons des agrégats.



Figure IX.5: localisation de carrière.

### IX.6.1 Interprétation des résultats

#### ✚ Granularité

- graviers

Tableau IX.10 : Résultats des essais laboratoire des matériaux concassés (carrière Tabainet)

Classe granulaire	carrière 01 (Tabainet)						Propreté superficielle P (%)
	Passants (%)						
	2D	1.58D	D	(d+D) /2	d	0.63 d	
<b>Gravillon 3/8</b>	100	100	94.4	48	16.0	00	6.04
<b>Gravillon 8/15</b>	100	100	80.0	28.0	3.23	00	0.50
<b>Gravillon 15/25</b>	100	100	95.7	32.3	4.50	00	1.095
<b>Spécifications</b>	V <sub>si</sub> =100	V <sub>si</sub> =99	Li=80, Ls=99	Li=25, Ls=75	Li=1,	V <sub>ss</sub> =5	V <sub>ss</sub> =3

#### Observation

Les classes des granulats sont conformes aux exigences.

Les valeurs exposées dans le tableau IX.11 caractérisent des granulats propres mis à part la fraction 3/8 qui est un peu non propre.

- **Sable 0/3**

Tableau IX.11 : Résultats des essais laboratoire du sable 0/3 (carrière Tabainet).

Carrière 01 (Tabainet)						ES(%)
Catégorie	Passants %					
Granulats	2D	1.58D	D	Tamis intermédiaires	0.08 mm	
Sable 0/3	100	100	90	53	27	21.85
Spécification	Vsi 100	Vsi 99	Li 85 Ls 99 e 10	e 15	e 6	Vsi =60

### Observation

Le sable **0/3** analysé présente une courbe qui s'inscrit dans le fuseau de spécification, mais il est très riche en filler (de l'ordre de 27%), pour ce qui est de la propreté l'essai de l'équivalent de sable a donné une valeur insatisfaisante.

- **Grave concassée GC 0/31.5**

Tableau IX.12 : Résultats des essais granulométriques GC 0/31.5 (carrière Tabainet).

TAMIS (mm)	40	31.5	25	20	16	8	2.5	0.63	0.08
TAMISAT (%)	100	94.11	87.02	7.0	68.63	36.25	24.16	16.88	10.53

### Observation

La courbe granulométrique de (GC) ayant une fraction granulaire continue.

- **TVC**

Tableau IX.13 : Résultats des essais laboratoire de TVC (carrière Tabainet).

TVC	Granulométrie										W%	VBS	$\gamma_{OPM}(t/m^3)$
	40	31.5	20	10	6.3	4	2	0.5	0.2	0.08			
ECH 1	100	93	84	65	53	42	34	24	21	18.7	2.96	0.69	2.12

### Observation

#### Granulométrie

Au vu des résultats des essais granulométrie, nous pouvons considérer que nous sommes en présence d'une grave grenue, ayant une dimension maximale de l'ordre de **31.5 mm** présentant une allure uniforme.

#### Proctor Modifié

Les caractéristiques de compactage qui sont la teneur en eau optimale et la masse volumique sèche optimale permettent de définir les modalités de compactage.

C'est ainsi que l'essai a donné les résultats suivants :  $\gamma_{OPM} = 2.12 t/m^3$ ,  $W_{OPM} = 8.10\%$ .

## ✚ Caractéristiques intrinsèques

Tableau IX.14 : Les valeurs de la résistance à la fragmentation et la résistance à l'attrition.

Désignation	Coefficient de Los – Angeles (LA)	Coefficient de Micro Deval (MDE)
Classe 10/14	21.87	30.69
Spécification	45	45

### Observation

Les valeurs de la résistance à la fragmentation et la résistance à l'attrition sont acceptables.

### IX.7 Conclusion

L'investigation géotechnique a fait ressortir que le projet traverse dans l'ensemble des formations sédimentaires de texture fine à grenue, à savoir :

- Sable argileux renfermant des graves et blocs de grès.
- Argile sableuse.
- Argile marneuse.
- Sable argileux.
- Argile.
- Marne.

L'examen de l'ensemble des caractéristiques physiques et mécaniques et suivant le guide du terrassement routier (G.T.R 2000) et d'après le CTTTP, les sols étudiés se situent dans les classessuivantes :

#### ✚ LOT 01

- K1et K2

Sols sableux et graveleux avec fines : sable argileux (B2, B5), dont la portance est de classe S2 ( $10 < \text{CBR} < 25$ ).

- K3, K4 et K5

Sols fins : argile sableuse, argile marneuse et la marne (A2, A3), dont la portance est de classe S4 ( $\text{CBR} < 5$ ).

Nous signalons la présence de remblais dispatchés sur l'ensemble de l'assiette du lot, dont nous recommandons la vérification de la portance du sol support par des essais à la plaque en assurant une portance (EV2) de 50 Mpa avant la réalisation du corps de chaussée.

#### ✚ LOT 02

Sols sableux et graveleux avec fines : sable argileux et argile sableuse (B5), dont la portance est de classe S2 ( $10 < \text{CBR} < 25$ ).

#### ✚ LOT 03

Les essais de portance ont montré un terrain de qualité mécanique faible ( $\text{CBR} < 5$ ) d'où le tracé pourrait être classé dans les catégories S4.

#### ✚ LOT 04

- K11 et K12

Sols fins : argile, argile marneuse (A2, A3), dont la portance est de classe S4 ( $\text{CBR} < 5$ ) le long du lot 04 jusqu'au l'échangeur avec la 2<sup>ème</sup> rocade d'Alger.

- K13

Sols sableux et graveleux avec fines : sable argileux (B3), dont la portance est de classe S2 ( $10 < \text{CBR} < 25$ ) au niveau de l'échangeur de 2<sup>ème</sup> rocade d'Alger.

**Pour le cas des sols rencontrés à faible portance (S4), il est nécessaire de prévoir une couche de forme en matériau de bonne qualité.**

**CHAPITRE X**  
**DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSÉE**

## X.1 Introduction

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier. Il s'agit simultanément de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Afin d'assurer de bonnes caractéristiques mécaniques qui lui permettra de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie. Tout cela en fonction de paramètres fondamentaux suivants :

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

## X.2 La chaussée

### X.2.1 Définition de la chaussée

Au sens géométrique : la surface aménagée de la route sur laquelle circule les véhicules.

Au sens structurel : l'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

### X.2.2 différents types de chaussée

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

- **Chaussée souple** : est constituée de deux éléments constructifs :
  - Les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
  - Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.
- **Chaussée rigide** : se compose d'une dalle de ciment portland fléchissant élastiquement sous les charges, reposant sur un sol compacté ou sur une mince fondation de pierre ou de gravier concassé, ou sur une fondation stabilisée.
- **Chaussée semi-rigide** : C'est un cas intermédiaire entre les chaussées souples et les chaussées rigides.

## X.3 Principales méthodes de dimensionnement

On distingue deux familles des méthodes :

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

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisées sont :

- La méthode de **C.B.R** (California -Bearing - Ratio).
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- La méthode **L.C.P.C** (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).

Pour le dimensionnement du corps de chaussée du présent projet on va utiliser deux méthodes qui sont :

- La méthode de catalogue algérien.
- La méthode **CBR**.

### X.3.1 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support. Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée. La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelle qui se base sur deux approches :

- Approche théorique.
- Approche empirique.

#### X.3.1.1 Application au projet

Le taux d'accroissement du trafic est de 4 %

Les données de bases pour le dimensionnement de chaussée sont :

- Le trafic.
- La durée de vie.
- Les données climatiques.
- Le sol support de chaussée.
- Le risque de calcul considéré.
- Les caractéristiques des matériaux.

#### ✚ Les données climatiques

Le dimensionnement de corps de chaussée s'effectue avec une température consistante, c'est à-dire température équivalente  $\theta_{eq}$ , en tenant compte du cycle de variation de température de chaque année. La température équivalente est généralement déterminée selon le zonage climatique du site d'après le « catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (2001 CCTP) », le site de projet est classé en zone 1.

Donc on prend une température équivalente égale à 20°C, comme montré dans la figure X.1:

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

Figure X.1: température équivalente.

#### ✚ Les données du trafic

Détermination du type de réseaux principaux :

D'après le catalogue, on a la classification suivante:

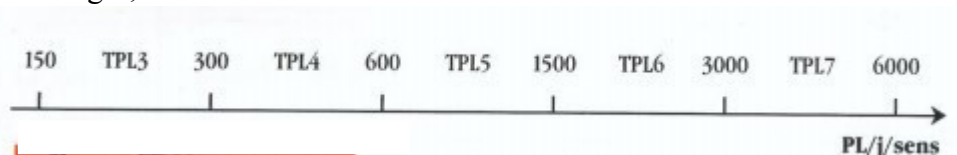


Figure X.2: classes de TPL<sub>i</sub> pour PR1.

Pour les sections 1 et 3 on a :

$TJMA_{2025} > 1500 \text{ V/J} \rightarrow$  Donc : le réseau principal est **RP1**.

Donc la durée de vie de projet c'est : **20 ans**.

### Dimensionnement de corps de chaussée

Les classes de trafic (**TPL<sub>i</sub>**) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre **PL** par jour et par sens à l'année de mise en service.

#### ➤ Section 1 : LOT 01

Année de mise en service :  $TJMA_{2025} = 32435 \text{ v/J}$ .

Pourcentage du poids lourds est  $Z = 3,28\%$

$TJMA_{2025/sens} = 32435/2 = 16218 \text{ v/j/sens}$ .

$TPL_{2025} = Z * TJMA_{2025} = 0,0328 * 16218$

$TPL_{2025} = 532 \text{ PL/j/sens}$ .

#### ▪ Répartition transversale du trafic

Nous avons une chaussée unidirectionnelle à **2** voies. D'après le catalogue algérien du dimensionnement, la répartition du poids lourds est de **90%** sur la voie de droite la plus chargée. Donc :  $TPL_{2025} = 532 * 0.9 = 479 \text{ (PL/j/sens/voie plus chargée)}$ . Nous sommes dans un réseau principal de classe 4, un TPL « entre 300 et 600 »

Alors : La classe de trafic est **TPL4**.

#### ▪ Caractéristiques du sol support

Dans le présent cas :

On distingue la présence de deux portances de sol support de chaussée, soit :

- ❖ **le tronçon 01** : de P1 à P60, il est caractérisé par une bonne portance ne nécessitant pas une amélioration par une couche de forme. La classe de portance visée avant la réalisation du corps de chaussée est **S2**.
- ❖ **le tronçon 02** : de P60 à P101, il est caractérisé par une faible portance ( $CBR < 5$ ) classé **S4**. Selon le catalogue de dimensionnement de corps de chaussée, ce tronçon nécessite une amélioration par une Couche De Forme de **60cm** (en 2 couches).

#### ▪ Amélioration de la portance du sol support

Pour améliorer la portance d'un sol, on a recours aux couches de formes. Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du **CBR** selon les différentes épaisseurs de **CF**, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la **CF**. Les résultats de ces recherches sont résumés dans tableau **X.3**:

Classe de portance de sol tassé (S <sub>i</sub> )	Matériau de couche de forme	Épaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (S <sub>j</sub> )
< 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

Figure X.3: sur classement avec couche de forme en matériau non traité.

▪ **Choix de dimensionnement :**

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique I, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement moyen (4%), la portance du sol (S2) et une classe de trafic (TPL4). Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (fascicule N°3) propose la structure suivante :

On a choisi cette structure : **6 BB + 15 GB + 35 GNT.**

➤ **section 03 : LOT 03**

Année de mise en service :  $TJMA_{2025} = 26510 \text{ v/J}$ .

Pourcentage du poids lourd est  $Z = 13,17\%$

$TJMA_{2025/\text{sens}} = 26510/2 = 13255 \text{ v/j/sens}$ .

$TPL_{2025} = Z * TJMA_{2025} = 0,1317 \times 13255$

$TPL_{2025} = 1746 \text{ PL/j/sens}$ .

▪ **Répartition transversale du trafic**

Nous avons une chaussée unidirectionnelle à 3 voies. D'après le catalogue algérien du dimensionnement la répartition du poids lourds est de 80% sur la voie de droite la plus chargée. Donc :

$TPL_{2025} = 1746 \times 0.8 = 1397 \text{ (PL/j/sens/voie plus chargée)}$ . Nous sommes dans un réseau principal de classe 5, un TPL entre 600 et 1500

Alors : La classe de trafic est **TPL5**.

▪ **Caractéristiques du sol support :**

Dans notre cas :

On distingue la présence de deux portances de sol support de chaussée, soit :

❖ **T 01** : de P1 à P25, il est caractérisée par une bonne portance ne nécessitant pas une amélioration par une couche de forme. La classe de portance visée avant la réalisation du corps de chaussée est **S2**.

❖ **T02** : du P25 à P108, il est caractérisée par une faible portance ( $CBR < 5$ ) - classé **S4**. Selon le catalogue de dimensionnement de corps de chaussée, ce tronçon nécessite une amélioration par une Couche De Forme de 60cm en Tuf (en 2 couches).

▪ **Choix de dimensionnement**

La portance du sol (S2) et une classe de trafic (TPL5). :

On a choisi cette structure : **6 BB + 20GB + 30GNT.**

➤ **section 03 : LOT 04**

Année de mise en service :  $TJMA_{2025} = 36425 \text{ v/J}$ .

Pourcentage du poids lourd est  $Z = 13,17\%$

$TJMA_{2025/\text{sens}} = 36425/2 = 18213 \text{ v/j/sens}$ .

$TPL_{2025} = Z * TJMA_{2025} = 0,1317 \times 18213$

$TPL_{2025} = 2399 \text{ PL/j/sens}$ .

▪ **Répartition transversale du trafic**

Nous avons une chaussée unidirectionnelle à 3 voies. D'après le catalogue algérien du dimensionnement la répartition du poids lourd est de 80% sur la voie de droite la plus chargée. Donc :  $TPL_{2025} = 2399 \times 0.8 = 1919 \text{ (PL/j/sens/voie plus chargée)}$ . Nous sommes dans un réseau principal de classe 6, un TPL entre 1500 et 3000

Alors : La classe de trafic est **TPL6**.

La portance du sol (S2) et une classe de trafic (TPL6). :  
On a choisi cette structure : **8 BB + 15 GB + 20 GNT.**

### X.3.1.2 Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support

D'après le fascicule 02 du catalogue Algérien, Il n'est pas nécessaire de vérifier que les déformations  $\varepsilon_x$  et  $\varepsilon_z$  de la structure calculées à l'aide d'alize, sont inférieures aux valeurs admissibles ( $\varepsilon_x \text{ adm}$  et  $\varepsilon_z \text{ adm}$ ) pour les chaussées à matériaux traités.

*La vérification  $\varepsilon_z < \varepsilon_{z,ad}$  sera surtout à faire dans le cas des chaussées à matériaux non traités, car c'est le critère prépondérant dans le calcul de dimensionnement.*

*Dans le cas des chaussées traitées au bitume et aux liants hydrauliques, la pression sur le sol support sera tellement faible que le critère  $\varepsilon_z < \varepsilon_{z,ad}$  sera pratiquement toujours vérifié.*

Figure X.4 : extrait du fascicule 02.

### X.3.2 Méthode De 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. Pour que la chaussée tienne, 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 :

$$E_{\text{éq}} = \frac{100 + \sqrt{(75 + 50 \log \frac{N}{10})}}{ICBR + 5}$$

Avec :

- E: épaisseur équivalente.
- ICBR: indice CBR (sol support).
- N: désigne le nombre journalier de poids lourd à vide à l'année horizon.
- P: charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).
- Log: logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$E = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3.$$

Où:

- a1, a2, a3 : coefficients d'équivalence de matériau par référence à une grave concassée.
- e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couches.

Le tableau X.1 indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

Tableau X.1 : coefficients d'équivalence pour les matériaux.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobé dense	2.00
Grave-ciment, grave-laitier	1.50
Grave-bitume	1.20- 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée, grave sableuse, TVO	0.75

✚ **Données de l'étude :**

▪ **Section 01-S2 :**

Année de mise en service :  $TJMA_{2025} = 32435$  v/J.

Pourcentage du poids lourd est  $Z = 3,28\%$

$TJMA_{2025/sens} = 32435/2 = 16218$  v/j/sens.

$TPL_{2025} = Z * TJMA_{2025} = 0,0328 \times 16218$

$TPL_{2025} = 532$  PL/j/sens.

Année horizon 2045 :  $N_{2045} = 532(1+0,04)^{20} = 1166$  PL/j/sens.

$P = 6.5$  t.

$ICBR = 17$ .

$$E_{\text{éq}} = \frac{100 + \sqrt{6.5(75 + 50 \log \frac{1166}{10})}}{17 + 5}$$

$E_{\text{éq}} = 26$  cm.

Pour dimensionner la structure de chaussée, il faut résoudre l'équation :  $E = a_1 * e_1 + a_2 * e_2 + a_3 * e_3$ .

Pour la résoudre, on fixe deux paramètres (épaisseurs) et on calcule le troisième.

**Donc :**

Couche de roulement en béton bitumineux (**BB**) :  $a_1 * e_1 = 2 * 6 = 12$  cm.

Couche de base en grave bitume (**GB**) :  $a_2 * e_2 = 1.2 * 8 = 10$  cm. Ce qui donne l'épaisseur  $e_3$  de la couche de fondation en **GNT** :

$$e_3 = \frac{26 + (10 + 12)}{1} = 4 \text{ cm.}$$

On a choisi cette structure : **6 BB + 8 GB + 8 GNT.**

▪ **Section 01-S4 :**

Année horizon 2045 :  $N_{2045} = 532(1+0,04)^{20} = 1166$  PL/j/sens.

$ICBR = 2,7$ .

$$E_{\text{éq}} = \frac{100 + \sqrt{6.5(75 + 50 \log \frac{1166}{10})}}{2,7 + 5}$$

$E_{\text{éq}} = 72$  cm.

Couche de roulement en béton bitumineux (**BB**) :  $a_1 * e_1 = 2 * 8 = 16$  cm.

Couche de base en grave bitume (**GB**) :  $a_2 * e_2 = 1.2 * 20 = 24$  cm. Ce qui donne l'épaisseur  $e_3$  de la couche de fondation en **GNT** :

$$e_3 = \frac{72 + (16 + 24)}{1} = 32 \text{ cm.}$$

On a choisi cette structure : **8BB + 20 GB + 32 GNT.**

▪ **La section 03-T1/S2 :  $ICBR = 10,53$**

Année de mise en service :  $TJMA_{2025} = 26510$  v/J.

Pourcentage du poids lourd est  $Z = 13,17\%$

$TJMA_{2025/sens} = 26510/2 = 13255$  v/j/sens.

$TPL_{2025} = Z * TJMA_{2025} = 0,1317 \times 13255$

$TPL_{2025} = 1746$  PL/j/sens

Année horizon 2045 :  $N_{2045} = 1746(1+0,04)^{20} = 3825$  PL/j/sens.

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5(75 + 50 \log \frac{3825}{10})}}{10.53 + 5}$$

$$E_{eq} = 41 \text{ cm.}$$

Couche de roulement en béton bitumineux (**BB**) :  $a_1 * e_1 = 2 * 6 = 12 \text{ cm.}$

Couche de base en grave bitume (**GB**) :  $a_2 * e_2 = 1.2 * 10 = 12 \text{ cm.}$  Ce qui donne l'épaisseur  $e_3$  de la couche de fondation en **GNT** :

$$e_3 = \frac{41 + (12 + 12)}{1}$$

$$e_3 = 17 \text{ cm.}$$

On a choisi cette structure : **6 BB + 12 GB + 17 GNT.**

▪ **La section 03-T1/S4 : ICBR = 1,63**

Année horizon 2045 :

$$N_{2045} = 1746 (1 + 0,04)^{20} = 3825 \text{ PL/j/sens.}$$

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5(75 + 50 \log \frac{3825}{10})}}{1.63 + 5}$$

$$E_{eq} = 94 \text{ cm.}$$

Couche de roulement en béton bitumineux (**BB**) :  $a_1 * e_1 = 2 * 8 = 16 \text{ cm.}$

Couche de base en grave bitume (**GB**) :  $a_2 * e_2 = 1.2 * 20 = 24 \text{ cm.}$  Ce qui donne l'épaisseur  $e_3$  de la couche de fondation en **GNT** :

$$e_3 = \frac{94 + (24 + 16)}{1}$$

$$e_3 = 54 \text{ cm.}$$

On a choisi cette structure : **8 BB + 20 GB + 54 GNT.**

**La section 03-T2/S4 : ICBR = 4,5**

Année de mise en service :  $TJMA_{2025} = 36425 \text{ v/J.}$

Pourcentage du poids lourd est  $Z = 13,17\%$

$$TJMA_{2025} / \text{sens} = 36425 / 2 = 18213 \text{ j/sens.}$$

$$TPL_{2025} = Z * TJMA_{2025} = 0,1317 * 18213$$

$$TPL_{2025} = 2399 \text{ PL/j/sens.}$$

Année horizon 2045 :  $N_{2045} = 2399 (1 + 0,04)^{20} = 5256 \text{ PL/j/sens.}$

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5(75 + 50 \log \frac{5256}{10})}}{4.5 + 5}$$

$$E_{eq} = 68 \text{ cm.}$$

Couche de roulement en béton bitumineux (**BB**) :  $a_1 * e_1 = 2 * 8 = 16 \text{ cm.}$

Couche de base en grave bitume (**GB**) :  $a_2 * e_2 = 1.2 * 20 = 24 \text{ cm.}$  Ce qui donne l'épaisseur  $e_3$  de la couche de fondation en **GNT** :

$$e_3 = \frac{68 + (16 + 24)}{1}$$

$$e_3 = 28 \text{ cm.}$$

On a choisi cette structure : **8BB + 20GB + 28GNT.**

**La section 03-T2/S2 : ICBR = 12,19**

Année horizon 2045 :  $N_{2045} = 5256 \text{ PL/j/sens.}$

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5(75 + 50 \log \frac{5256}{10})}}{12.19 + 5}$$

$$E_{eq} = 37 \text{ cm.}$$

Couche de roulement en béton bitumineux (**BB**) :  $a_1 * e_1 = 2 * 6 = 12 \text{ cm}$ .

Couche de base en grave bitume (**GB**) :  $a_2 * e_2 = 1.2 * 10 = 12 \text{ cm}$ . Ce qui donne l'épaisseur  $e_3$  de la couche de fondation en GNT :

$$e_3 = \frac{37 + (12 + 12)}{1}$$

$$e_3 = 13 \text{ cm}$$

On a choisi cette structure : **6 BB + 10 GB + 13 GNT**.

Le tableau X.2 résume les Structures proposées et les épaisseurs de chaque couche pour chaque section :

Tableau X.2 : Structures proposées par la méthode CBR.

SECTION 3				SECTION 1	
T01		T02			
2X3		2X3		2X2	
S2	S4	S4	S2	S2	S4
E=35 cm	E=82 cm	E=56 cm	E=29 cm	E=18 cm	E=63 cm
6BB +12 GB + 17GNT	8BB +20 GB + 54GNT	8BB +20GB + 28GNT	6BB +10GB + 13GNT	6 BB + 8GB + 4GNT	8BB + 20GB + 32GNT

#### X.4 Conclusion

La méthode **CBR** donne le corps de chaussée le moins économique alors la méthode retenue pour le projet est celle de catalogue Algérien, pour les raisons suivantes :

- Elle se base sur les performances des matériaux.
- Elle se base sur les déformations admissibles.
- Elle tient en compte la fatigue des matériaux.
- En plus de cela cette méthode est une méthode algérienne établie et conçue par le **CTTP** et valide par le ministère des travaux publics.

L'utilisation de ce catalogue fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussée d'où nous avons adopté les structures suivantes :

Tableau X.3: Structures adopté par le catalogue Algérien.

SECTION 3		SECTION 1	
T01	T02		
2x3	2x3	2x2	
S4	S4	S2	S4
6BB+20GB+30GNT+ 60TUF	8BB+15GB+20GNT+ 60TUF	6BB+15GB+35GNT+ 20TUF	6BB+15GB+35GNT+ 60TUF

Avec une couche d'accrochage entre la couche de roulement en **BB** et la couche de base en **GB**, et une couche d'imprégnation entre la couche de fondation en **GNT** et la couche de forme en **TUF**.

**CHAPITRE XI**  
**STABILITÉ DES PENTES ET CUBATURES**

## **XI.1 Stabilité des pentes**

### **XI.1.1 Introduction**

Le tronçon qui fait l'objet de l'étude est caractérisé par une succession de remblais et de déblais. Les contraintes topographiques et géotechniques d'implantation du tracé de l'autoroute en zone vallonnée induisent à la nécessité d'exécution de terrassements de grande magnitude, de ce fait une étude de stabilité de talus, que ce soit dans le cas d'un remblai ou d'un déblai, doit être établie pour identifier tout type de risque mis en jeux par la construction de ces ouvrages.

### **XI.1.2 Les glissements**

Les glissements se caractérisent par l'apparition de surfaces de cisaillement relativement bien définies à l'intérieur du milieu. La forme des surfaces de rupture observées permet de classer ces glissements en trois catégories :

- Glissement plane.
- Glissement circulaire.
- Glissement quelconque.

### **XI.1.3 Principales causes de glissement**

Les facteurs déclenchant un glissement peuvent être d'origine :

#### **XI.1.3.1 Naturelle**

Une diminution des résistances du sol, le cas le plus fréquent est la diminution de l'angle de frottement interne des argiles sous l'effet de l'eau. Dans quelques rares cas, cette dernière est vaporisée, son effet est alors multiplié.

- Forte pluies et fonte des neiges qui entraînent une augmentation des pressions interstitielles.
- Affouillement des berges.
- Charges sismiques.

#### **XI.1.3.2 Anthropique**

- Une augmentation des charges en tête d'un talus déjà instable.
- Une diminution des appuis en pied de pente (suppression d'une butée stabilisatrice).
- Rejets d'eau.
- Déboisement.

### **XI.1.4 Talus de déblais**

L'inclinaison des talus de déblais a été définie en fonction de plusieurs aspects comme la hauteur des déblais, la nature et résistance du terrain, la stabilité à court et long terme, nous avons adopté des talus d'inclinaison 3(H):2(V) pour les formations argileuses et marneuses.

#### **XI.1.4.1 Calcul de stabilité**

Les calculs à la rupture sont des calculs dans lesquelles on suppose que lors d'un glissement de terrain, il y a séparation d'une masse mobile, du massif stable et sain le long d'une surface de rupture. Pour évaluer la stabilité des talus par une méthode à l'équilibre limite, il existe des méthodes linéaires et non linéaires.

Les méthodes linéaires sont des méthodes directes de calcul de **FS** et les méthodes non linéaires nécessitent un processus itératif.

Les analyses de stabilité globale ont été effectuées en employant la méthode de **BISHOP**, pour l'analyse des surfaces de rupture circulaires, cela étant fait de manière automatique à l'aide du logiciel (**GEO STUDIO 2018**).

Il s'agit d'une méthode de tranches pour la détermination du facteur de sécurité à la rupture par cisaillement le long de surfaces de glissement, pour la situation d'un équilibre limite.

Dans cette étude on va traiter le cas du déblai le plus défavorable, qui a une hauteur de **23.41m** situé à la section 03 Profil **174**.

Les paramètres moyens obtenus lors des essais de cisaillement rectiligne pour le déblai sont les suivants :

**0-5 m** : argile marneuse.

**5-9 m** : argile sableuse.

**9-12 m** : argile marneuse.

**12-23 m** : marne.

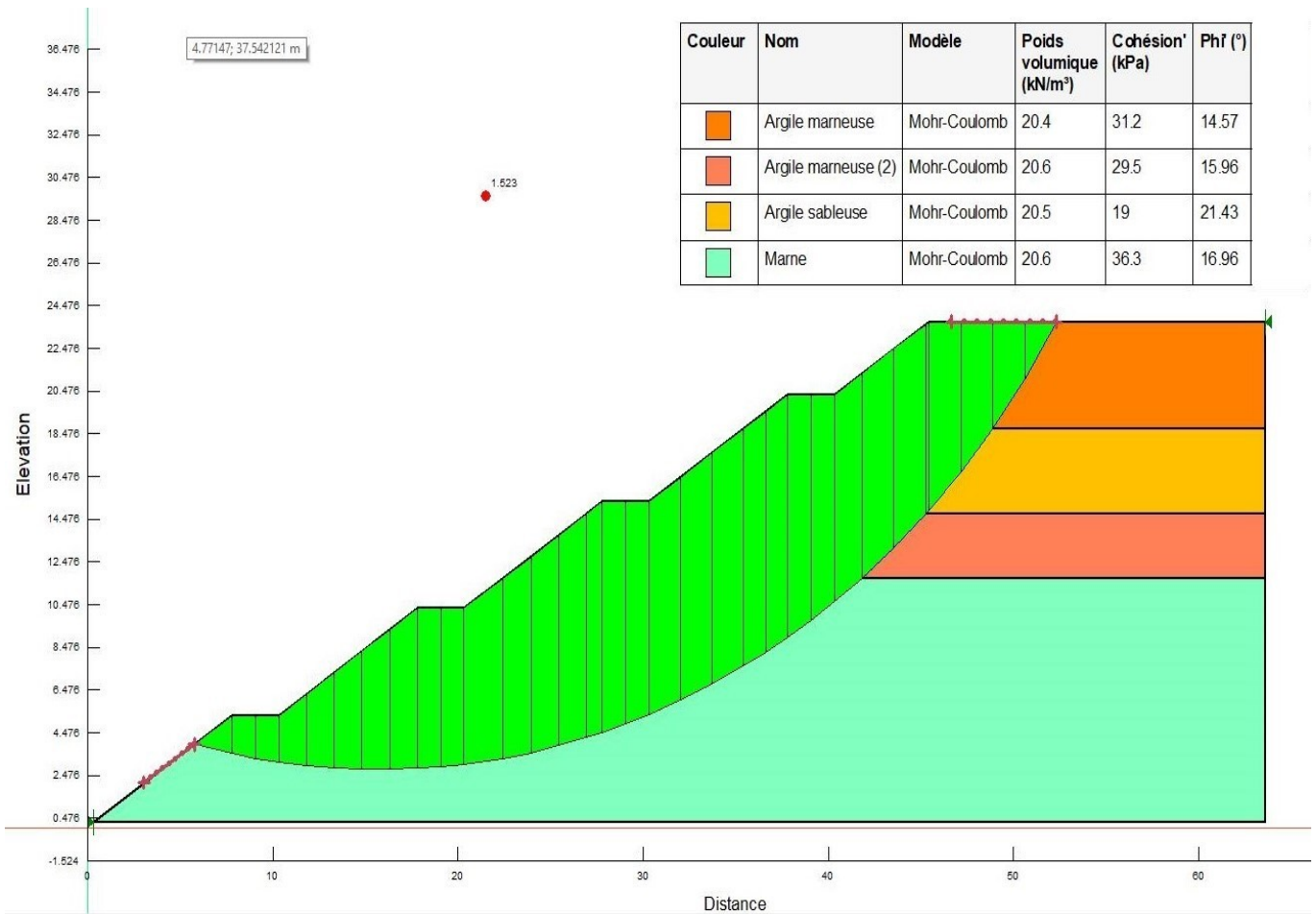


Figure XI. 1 vérification de la stabilité globale avec la surface de rupture le cas statique P 174.

Le cas statique donne un FS=1.523 → le talus est stable.

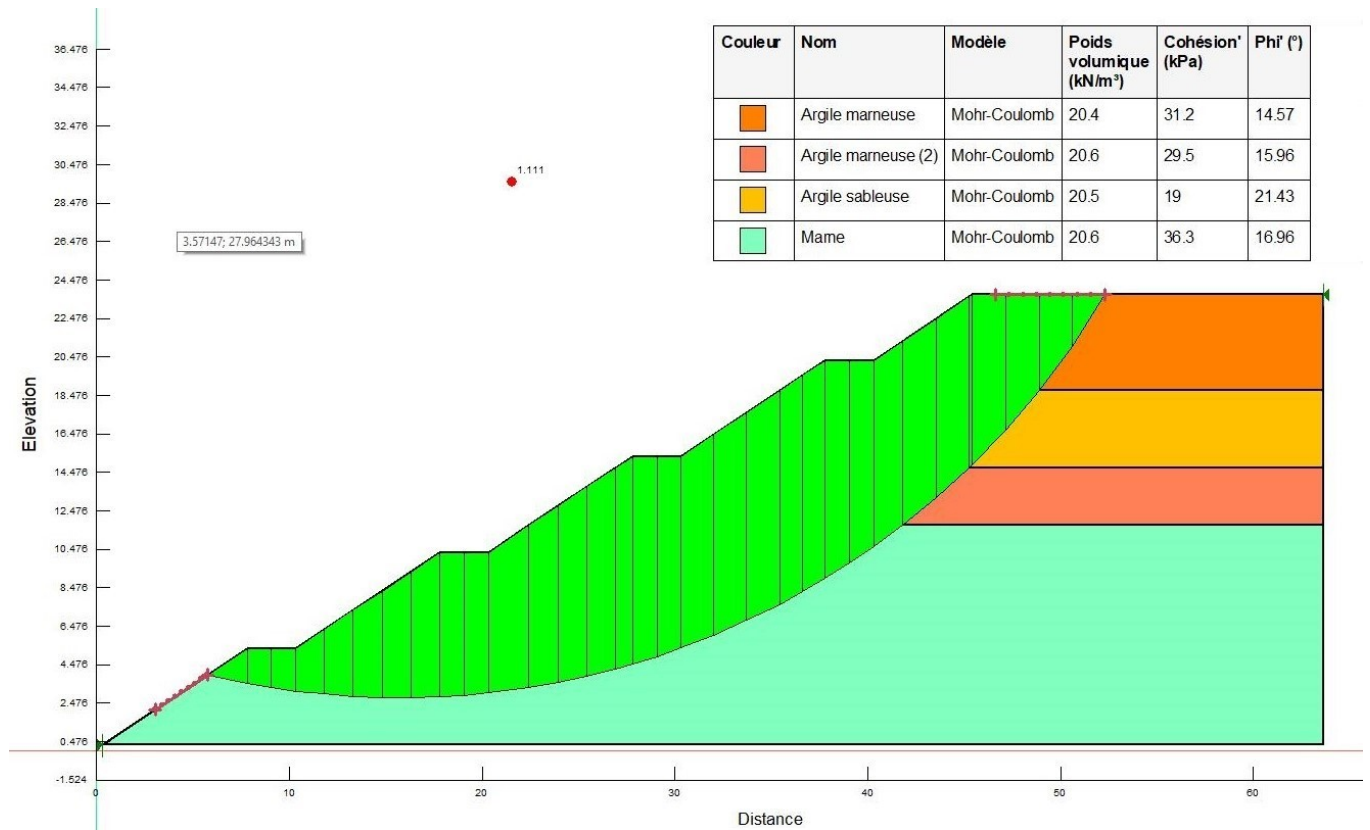


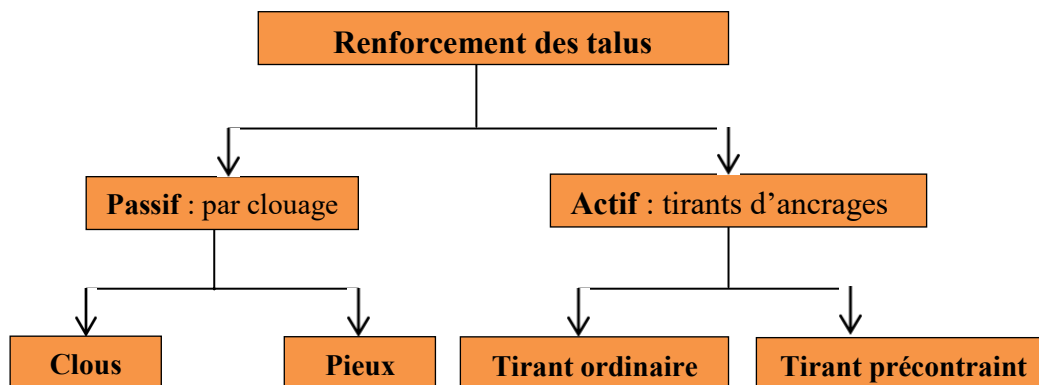
Figure XI. 2 : vérification de la stabilité globale avec la surface de rupture le cas sismique P 174.

Le cas sismique donne un FS=1.111 → le talus est stable.

**XI.1.4.2 Mesures de sécurité**

**XI.1.4.2.1 Renforcement des talus**

Le renforcement consiste à fixer le talus sous la surface de rupture en utilisant les éléments structuraux représentés dans le diagramme ci-dessous :



pour le projet, nous avons choisi les pieux forés simples pour le renforcement des talus.

### XI.1.4.2.2 Pieux forés simples

#### ✚ Principe de réalisation

Dans le cas des pieux forés, le forage s'exécute à sec à même le sol dans des terrains avec une bonne stabilité à court et moyen termes, un tubage provisoire peut être installé en tête de forage. Une cage d'armatures est mise en place dans le forage qui est ensuite bétonné à l'aide d'un tube plongeur. Ces types de pieux peuvent être forés à des profondeurs supérieures à 60 m et les diamètres habituels peuvent aller jusqu'à 2,4 m.

#### ✚ Avantage

- Peut supporter des charges élevées.
- Tassement et déformation minimales.
- Vibration minimale.

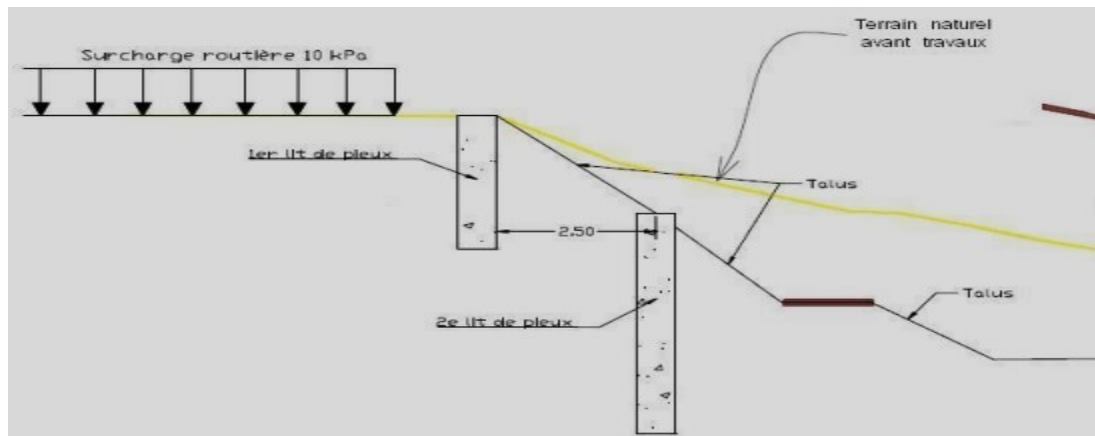


Figure XI.3 : Renforcement par pieux forés simples.

Après le renforcement par pieux, le FS passe de **1.111** à **1.565** donc le talus devient plus stable en ce qui concerne le cas sismique.

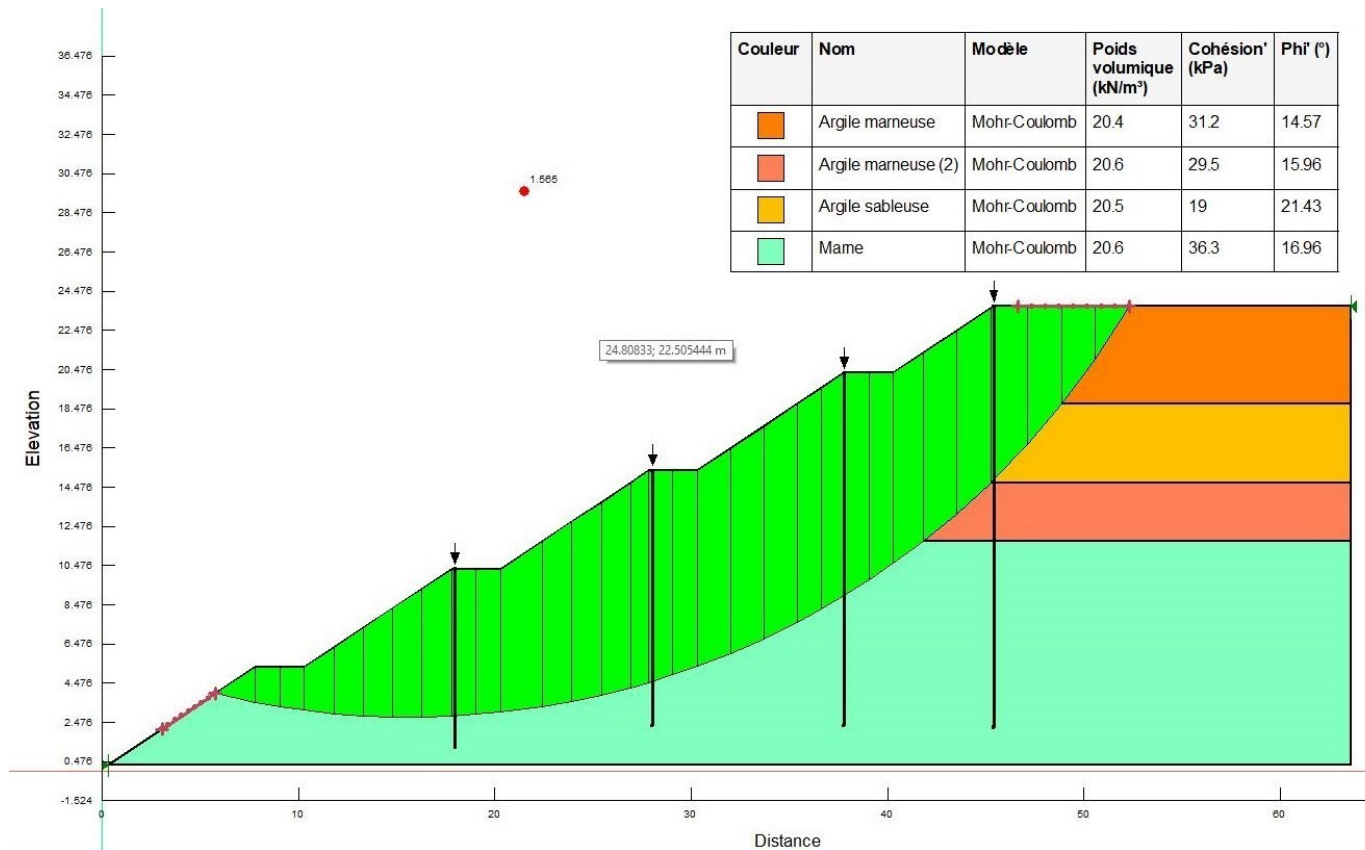


Figure XI. 4 : vérification de la stabilité globale avec la solution des pieux.

### XI.1.5 Talus de remblai

Dans la partie inférieure des remblais, où les tensions sont plus élevées et les matériaux sont sujets à l'action de l'eau, on devra utiliser des matériaux peu sensibles à l'eau.

Dans le corps des remblais, on peut envisager l'utilisation des matériaux de qualité inférieure. Les matériaux marneux et marno-argileux exigent la prise de mesures dans sa réutilisation, basées sur une analyse spécifique.

Pour les couches de la partie supérieure des terrassements (PST), il est recommandable la sélection des sols de meilleure qualité.

#### XI.1.5.1 Calculs de stabilité

Les analyses de stabilité globale ont été effectuées en employant la méthode de **BISHOP** simplifiée, pour l'analyse des surfaces de rupture circulaires, cela étant fait de manière automatique à l'aide du logiciel (**GEO STUDIO 2018**).

Pour la détermination du facteur de sécurité à la rupture par cisaillement le long de surfaces de glissement à la situation d'un équilibre limite.

Dans le profil en remblai, la largeur de la plate-forme a considéré une surcharge uniformément distribuée de **10 kN/m<sup>2</sup>** pour comptabiliser l'action de la surcharge routière. Dans le cas du remblai, on va traiter le cas le plus défavorable qui a une hauteur de **14.19m** et situé à la section 01 Profil 79.

La figure **XI.5** montre la vérification du stabilité dans le cas statique :

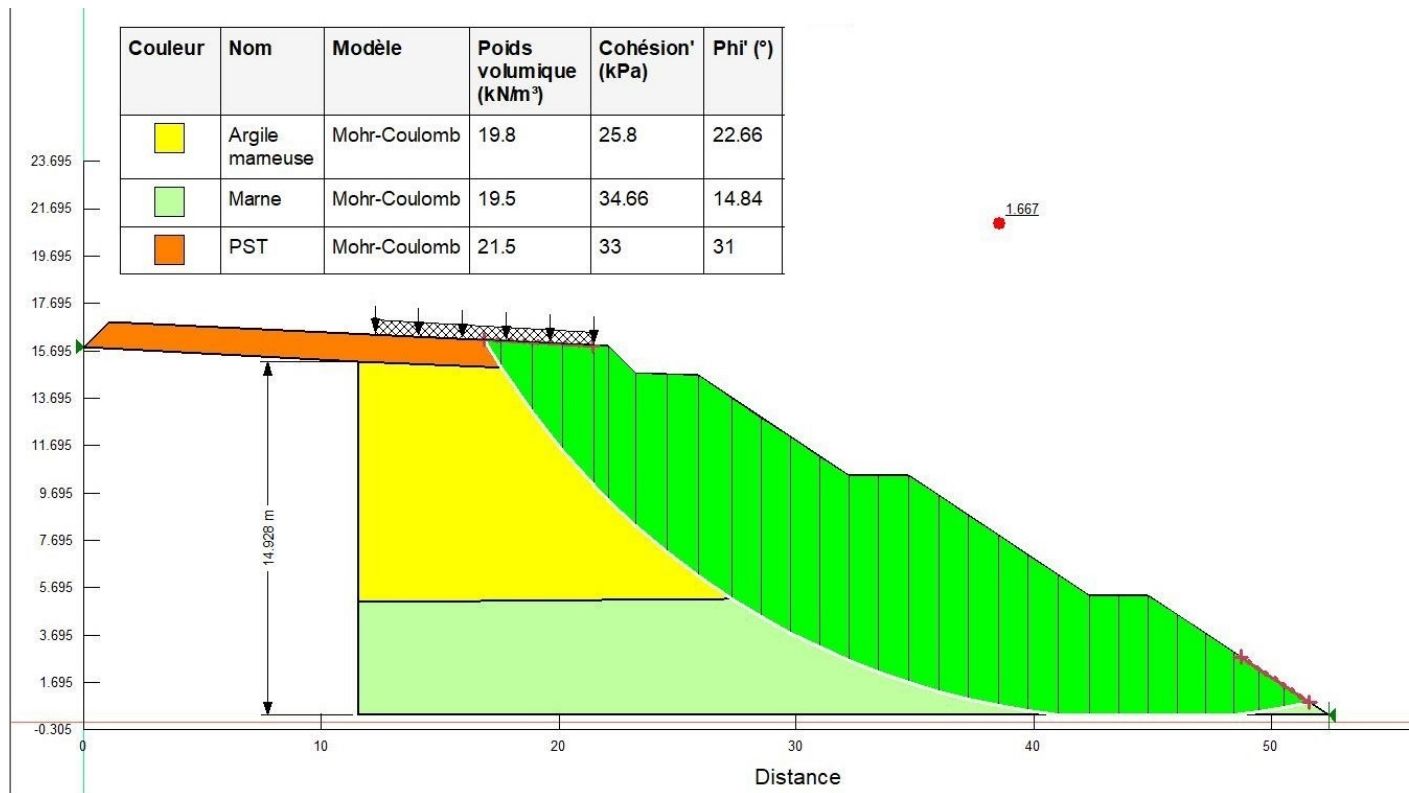


Figure XI. 5 : vérification de la stabilité globale avec la surface de rupture le cas statique P 79.

Le cas statique donne un **FS=1.667** donc le talus est stable.

La vérification de la stabilité dans le cas sismique :

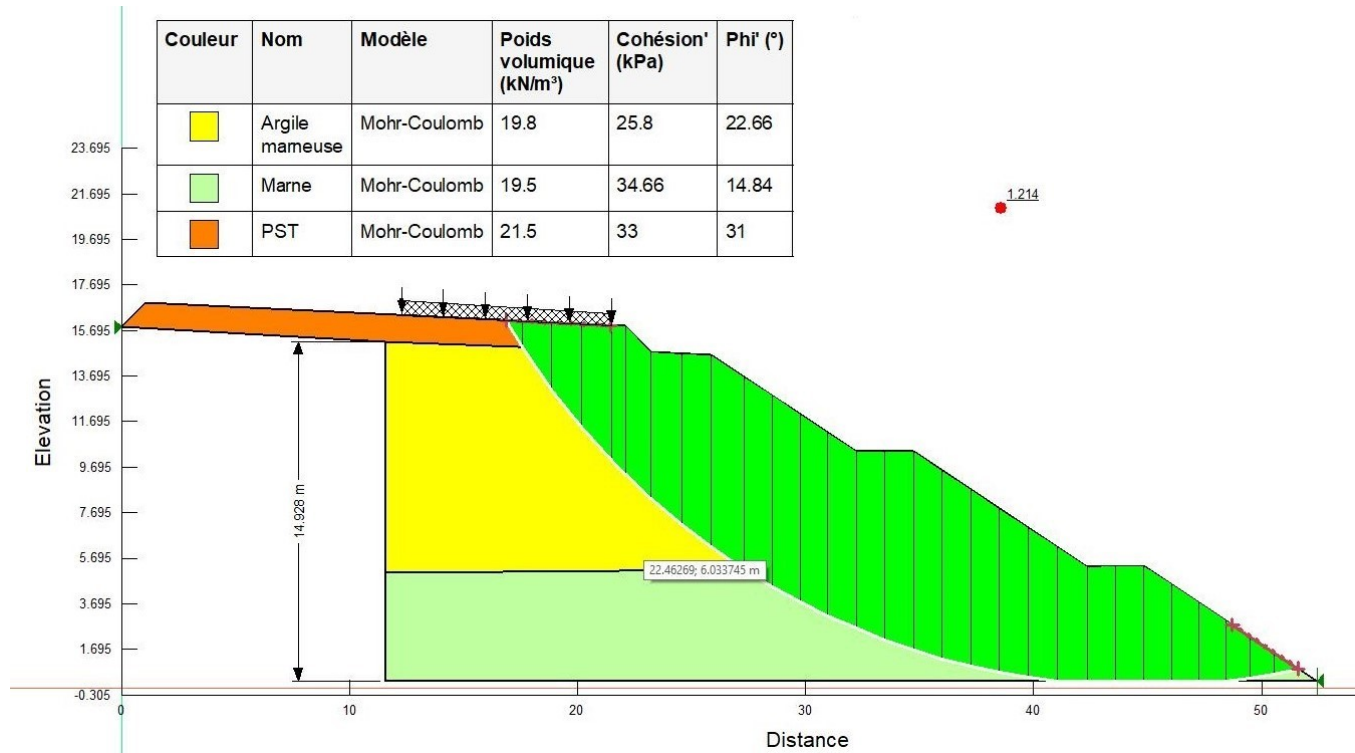


Figure XI.6 : vérification de la stabilité globale avec la surface de rupture le sismique P 79.

Le cas sismique donne un **FS=1.214** donc le talus est stable.

### XI.1.6 Revêtements des Talus

On propose le revêtement de tous les talus de remblai pour combattre l'érosion au niveau de leur surface avec une couche de terre végétale de 20 à 30 cm d'épaisseur.

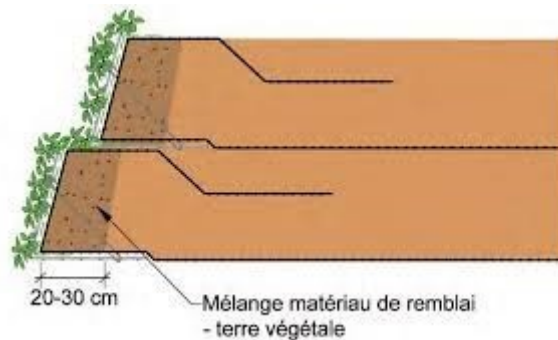


Figure XI.7 : revêtement des talus de remblai.

### XI.1.7 Conclusion

L'étude d'un talus comporte, outre la reconnaissance du site et le choix des caractéristiques mécaniques des sols, un calcul de stabilité pour déterminer d'une part la courbe de rupture le long de laquelle le risque de glissement est le plus élevé, d'autre part la valeur correspondante du coefficient de sécurité.

A l'aide de l'outil informatique (le logiciel **GEO STUDIO 2018**), qui est basé sur la méthode de **Bishop**, pour l'analyse des surfaces de rupture circulaires, on a pu faire un calcul de stabilité, ensuite déterminer la surface de rupture où le risque de glissement est le plus élevé.

Finalement, due aux grandes hauteurs des talus étudiés et par mesures de sécurité, on doit considérer aussi le besoin de structures de renforcement ou de soutènement.

## XI.2 Calcul des cubatures

### XI.2.1 Introduction

La cubature des terrassements consiste à calculer les volumes de terre à enlever (déblais) et les volumes à apporter (remblais) afin de minimiser le coût des terrassements et donner à la route une allure uniforme et homogène pour recevoir un corps de chaussée qui permettra aux véhicules de circuler en toute sécurité.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

### XI.2.2 Méthodes de calcul des cubatures

Les cubatures sont calculées pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet:

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

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

### XI.2.3 Description de 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 :

- **H** : hauteur entre deux profils.
- **S<sub>0</sub>** : surface limitée à mi- distance des profils.
- **S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>** : surfaces des deux profils.

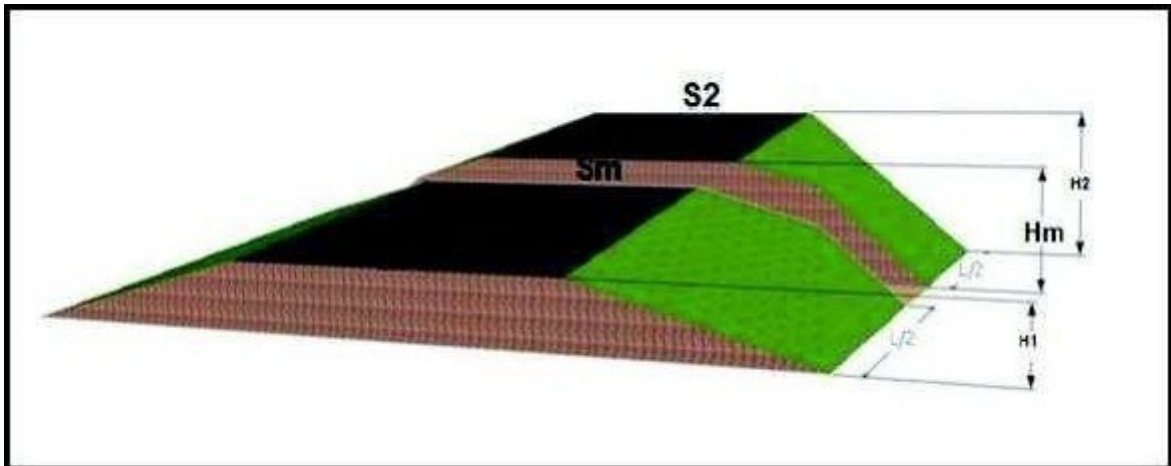


Figure XI.8 : Les sections des profils en travers d'un tracé donné.

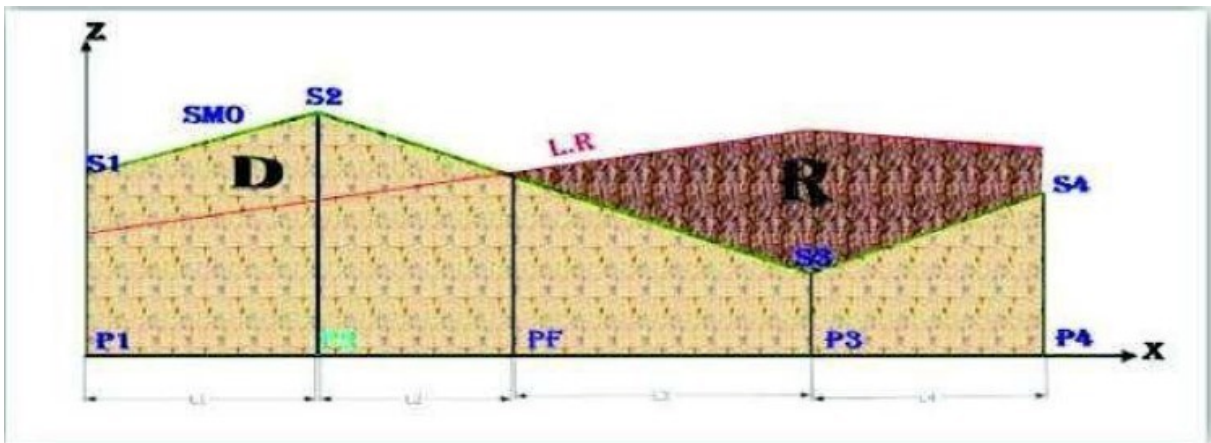


Figure XI.9 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné.

### XI.2.4 Application

Le volume compris entre les deux profils en travers  $p_i$  et  $p_{i+1}$  de section  $S_i$  et  $S_{i+1}$  égale a :

$$V = H/6 * (S_1 + S_2 + 4 * S_m)$$

Pour un calcul plus simple, on a considéré que :  $S_m = (S_i + S_{i+1})/2$

**Donc :**

- Entre P1 et P2:  $V_1 = L_1 (S_1 * S_2) / 2$ .
- Entre P2 et PF:  $V_2 = L_2 (S_1 * 0) / 2$ .
- Entre PF et P3:  $V_3 = L_3 (0 * S_2) / 2$ .
- Entre  $P_i$  et  $P_{i+1}$ :  $V_4 = L_4 (S_3 * S_4) / 2$ .

Le volume total :  $V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_{i+1}$

#### Calcul des cubatures de projet

Dans le présent projet, le calcul des cubatures a été effectué à l'aide de logiciel **Covadis** « **Autopiste** » et les résultats complets de calcul sont joints en annexe 5.

CHAPITRE XII  
ÉTUDE HYDRAULIQUE ET HYDROLOGIQUE

## XII.1 Introduction

Dans le cadre de l'étude du projet de la 7<sup>ème</sup> transversale Chéraga - Draria, la présente étude prend en compte l'incidence de ce projet sur l'écoulement généré par les principaux sous bassins versants intercepté par le couloir du tracé, pour la détermination des débits de crues pour T = 10 ans ; T = 50 ans et T = 100 ans et de prévoir ainsi l'aménagement hydraulique le plus approprié.

## XII.2 Description du projet

Le couloir d'étude situé dans un champ caractérisé par un réseau hydrographique moyen dense parvient de montagnes du massif de Bouzaréah.

Le projet se développe entre le pont d'oued Beni Messous sur la RN 11 et la deuxième Rocade d'Alger.

Le tracé suit une première fois la vallée d'oued Beni Messous en aval, puis il franchit ce dernier pour arriver à l'échangeur de la première rocade d'Alger entre la ville de Chéraga et la ville de Ouled Fayet, cette dernière franchit l'oued Bouchbouk à côté du Parc Des Grands Vents.

Cette fois-ci le tracé tourne et passe par plusieurs chenaux hydrauliques du bassin d'oued Bridja et le bassin d'oued Ettarfa, pour arriver à la Rocade Ouest d'Alger au niveau de l'échangeur de la RN 36 Nord-Ouest de Baba Hassen, puis il continue et franchit l'oued Ben Brahim, pour arriver à l'échangeur de la deuxième Rocade d'Alger.

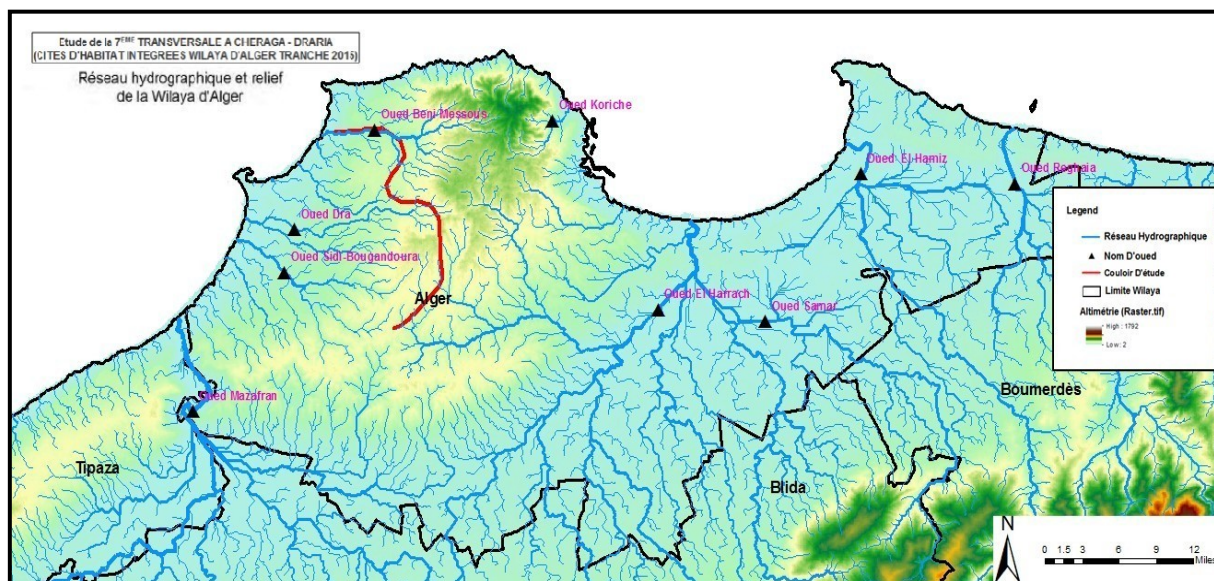


Figure XII.1 : Carte de réseaux hydrographiques de la Wilaya d'Alger.

## XII.3 L'Objectif de l'étude

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

- Présentation des réseaux hydrographiques de la zone d'étude.
- Délimitation du bassin versant sur support topographique 1/25000.
- Analyse des données aux stations pluviométriques et hydrométriques existantes sur le bassin versant ou sur des bassins versants voisins.
- Estimation des quantiles des débits de pointe Q (T) par la méthode rationnelle.

## XII.4 Les eaux souterraines

Le substratum rattaché aux nappes phréatiques du sahel est caractérisé par une bonne perméabilité. Les grés et poudingues cartésiennes qui affleurent à Alger dans la commune de Béni Messous contiennent une nappe qui s'épanche par quelques petites sources descendant vers l'Oued Béni Messous. Cette nappe, liée dans la zone de l'affleurement à la nappe phréatique des terrains anciens, se met en charge vers le sud sous les marnes bleues. De petites nappes libres existent, elles sont alimentées exclusivement par la pluviométrie et s'écoulent vers la mer.

## XII.5 Délimitation des bassins versants

Le bassin versant, appelé aussi bassin de drainage d'un oued, en un point donné de son cours, est l'aire limitée par le contour à l'intérieur duquel l'eau précipitée se dirige vers ce point de l'oued.

Le bassin versant a une fonction de collecteur, il recueille les pluies et les transforme en écoulement à l'exécutoire. Cette transformation est en fonction des conditions climatiques et des caractéristiques physiques du bassin versant.

Les grands bassins versants du projet sont illustrés dans les figures **XII.2** :

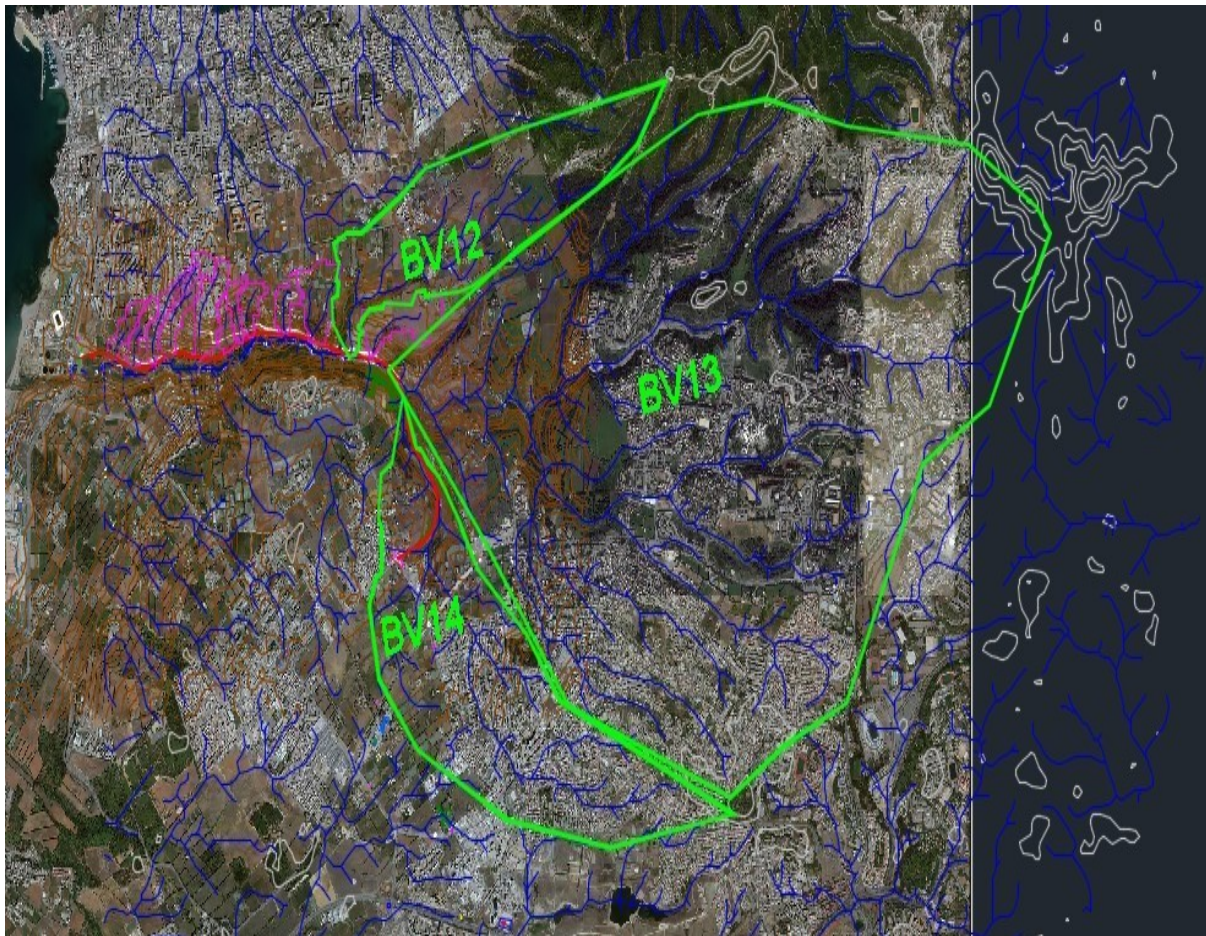


Figure XII.2 : Bassins versants de la première section.

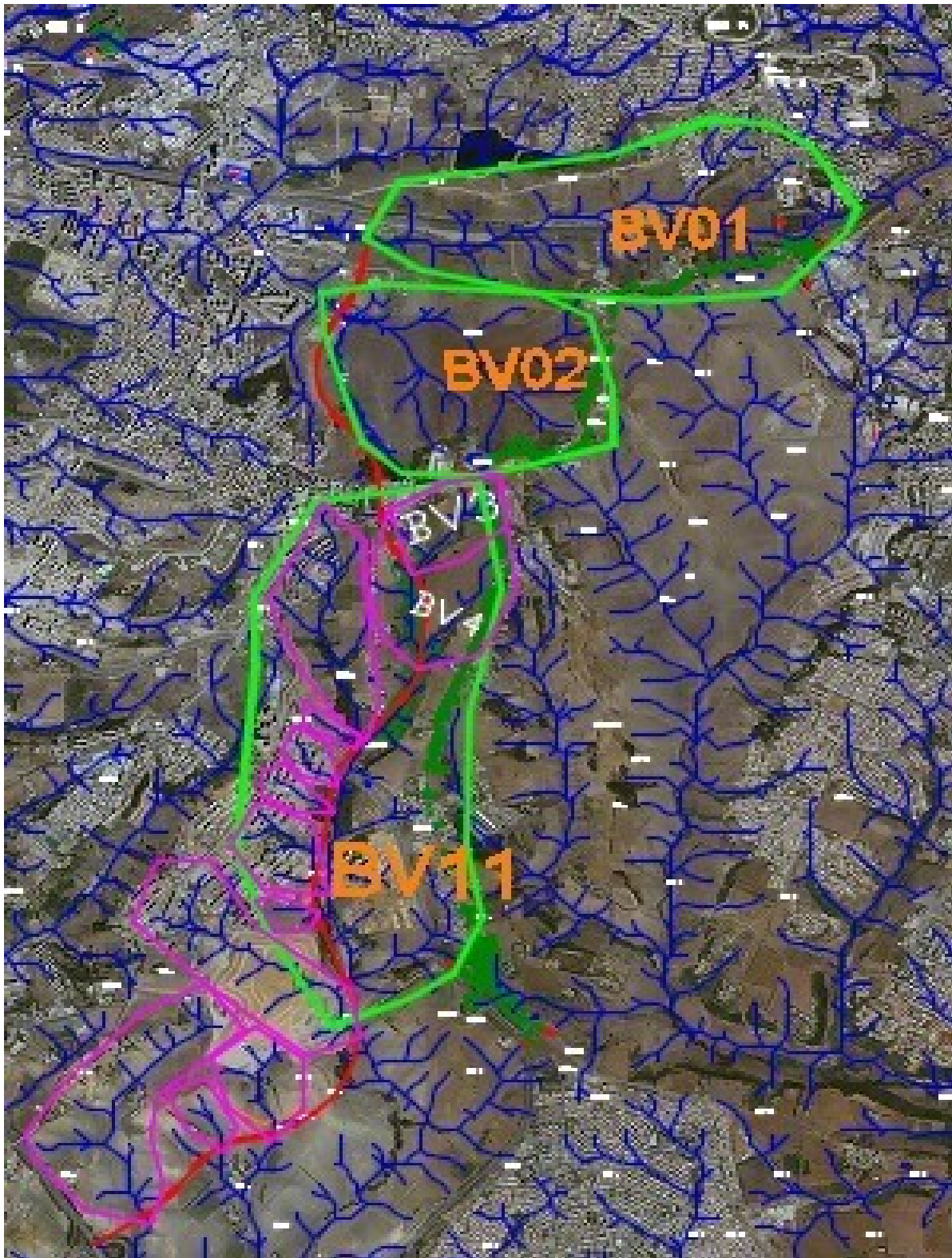


Figure XII.3 : Bassins versants de la troisième section.

## XII.6 Les Caractéristiques des bassins versants

Tableau XII.1 : caractéristiques morpho-métriques des bassins versants.

Bassin versant	Surface	Périmètre	Longueur du TW	Hmin	Hmax	K <sub>G</sub>	I moy
	(ha)	(km)	(m)	(m)	(m)	/	m/m
<b>Bassin AXE 01 (entre le pont d'oued Beni Messous sur la RN 11 et la RN41)</b>							
BV01	6,2	1,472	275	14	42	1,65	0,12
BV02	5,96	1,38	285,4	14	49	1,58	0,13
BV03	13,45	2,454	906,8	18	108	1,87	0,1
BV04	11,38	1,76	748,9	37	108	1,3	0,1
BV05	15,2	1,811	655,5	38	115	1,3	0,12
BV06	5,3	1,287	271,8	45	90	1,56	0,17
BV07	4,82	1,448	271,7	56	90	1,8	0,13
BV08	6,6	1,399	352,8	58	89	1,52	0,09
BV09	6,5	1,423	343	68	110	1,56	0,122
BV10	17,35	1,956	623	75	116	1,31	0,065
BV11	15,91	1,907	396,3	78	112	1,33	0,085
BV12	193,7	9,016	4018,4	80	255	1,81	0,044
BV13	2006,12	1,9192	7364,3	80	350	0,12	0,037
BV14	363,9	1,092	5031,3	85	261	1,6	0,035
<b>Bassin AXE 02 (entre la première rocade d'Alger et deuxième rocade d'Alger)</b>							
BV01	159.7	5,6	2631	167	229	1,24	0,023
BV02	125.4	4,29	1613	162	250	10,73	0,054
BV03	20.7	1,8	643	217	244	1,10	0,041
BV04	58	2,9201	1211.5	204	244	1,27	0,033
BV05	41.7	2,934	1516.5	184	242	1,27	0,038
BV06	3.25	0,87	354	184	215	1,35	0,087
BV07	5.31	0,954	330	184	213	1,15	0,087
BV08	5.3	1,010	363.6	181	212	1,22	0,085
BV09	16.4	1,582	645.7	175	209	1,09	0,052
BV10	3.7	0,79	241	180	200	1,14	0,082
BV11	296.5	7,466	3169	162	244	1,21	0,0258
BV12	55	33.4	1378	160	205	1,26	0,032
BV13	19.1	16.7	586.3	158	187	1,069	0,0494
BV14	7.5	11.15	337.4	157	188	1,13	0,091
BV15	65.8	37.3	1626	154	199	1,24	0,023

## XII.7 Données pluviométriques

L'étude sera basée sur les données enregistrées au niveau de la station pluviométrique de Bouzaréah disponible pour le service de l'ONM concernant les données des pluies maximales journalières.

### XII.7.1 Étude fréquentielle des pluies journalières maximales

Les données sont tirées de l'étude effectuée par l'A.N.R.H dans la région d'Alger.

Les données nécessaires aux calculs concernent :

- Les précipitations moyennes de 24h :  $P_{24} = P_j$ .
- Le coefficient de variation de la région considéré  $C_v$ .
- L'exposant climatique de la région  $b$ .
- Variable de Gauss  $U$ .
- Les précipitations maximales journalières de fréquence donnée (%)
- Le calcul de la précipitation  $P_j$  (%) est obtenu par la formule de « GALTON » :

$$P_j(\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{u\sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

La pluie de référence pour le calcul de dimensionnement des ouvrages correspond à une durée de pluie  $t$  minute et une période de retour de 10ans, 50ans, 100 ans. Les valeurs des pluies journalières maximales fréquentielles sont présentées dans le tableau XII.2 :

Tableau XII.2 : pluies journalières maximales fréquentielles.

Fréquence	Période de retour	Variable de gauss	$C_v$	$P_j$ max (mm)
10	10	1.28	0.66	161.4
2	50	2.05	0.66	235.73
1	100	2.327	0.66	267.15

## XII.8 Estimations empiriques des débits de pointe

L'estimation des débits de crue correspondant aux bassins versants naturels du projet est en fonction de plusieurs facteurs ayant des effets plus ou moins déterminants sur la formation des crues, notamment, la topographie, la climatologie, la morphologie des bassins versants, la géologie, etc...

Le débit maximum instantané  $Q_{max}$  peut être estimé pour différentes fréquences de retour à partir des nombreuses formules empiriques appliquées aux conditions de l'Algérie :

Formule rationnelle :

$$Q = K C I A \quad (\text{m}^3/\text{s}).$$

Avec :

**K**: coefficient de conversion des unités (de mm/h en l/s), égale à : **0.278**.

**C** : coefficient de ruissellement.

**I** : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

**A**: l'air du bassin versant  $\text{km}^2$ .

### ▪ Temps de concentration

Le calcul des débits de projet requiert l'évaluation du temps de concentration du bassin versant ( $T_c$ ) soit le temps le plus long que met une goutte d'eau du bassin versant pour atteindre l'exutoire. Le temps de concentration peut être estimé selon plusieurs formules comme Ventura, Passini, Giandotti, chacune ayant son propre domaine de validité d'application.

- Méthode de Ventura : (S inférieur à 5 km<sup>2</sup>) :

$$T_c = 0.127\sqrt{A}$$

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

**A** : surface (Km<sup>2</sup>) .

**P**: pente moyenne du BV (m/m).

- Méthode de Passini : (compris entre 5 km<sup>2</sup> et 25 Km<sup>2</sup>) :

$$T_c = 0.108 AL \sqrt{P}$$

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

**A** : surface (Km<sup>2</sup>).

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

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

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

$$T_c = 0.108 \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

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

**S** : surface (Km<sup>2</sup>).

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

**H** : Différence entre l'altitude. Hmin : altitude minimale, Hmoy = altitude moyenne.

#### ▪ Ruissellement

Le coefficient de ruissellement définit la proportion de la composante superficielle de la précipitation d'intensité **I**, et dépend du quotient entre la précipitation quotidienne **Pd**, correspondant à la période de retour et du seuil de ruissellement **Po**, à partir duquel ce dernier débute.

La méthode utilisée est celle du Service d'études sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements (**SETRA**).

Couverture végétale	Morphologie	Pente %	Terrain sable grossier	Terrain limoneux	Terrain argileux
Bois	presque plat ondulé montagneux	p < 5	0,10	0,30	0,40
		5 ≤ p < 10	0,25	0,35	0,50
		10 ≤ p < 30	0,30	0,50	0,60
Pâturage	presque plat ondulé montagneux	p < 5	0,10	0,30	0,40
		5 ≤ p < 10	0,15	0,36	0,55
		10 ≤ p < 30	0,22	0,42	0,60
Culture	presque plat ondulé montagneux	p < 5	0,30	0,50	0,60
		5 ≤ p < 10	0,40	0,60	0,70
		10 ≤ p < 30	0,52	0,72	0,82

Figure XII.4 : valeurs de coefficient de ruissellement.

Tableau XII.3 : débits critiques maximaux.

BV	S(ha)	Le (m)	Tc(h)	C.Ruissellement	Q10	Q50	Q100
					(m <sup>3</sup> /s)		
<b>Bassin AXE 01 (entre le pont d'oued Beni Messous sur la RN 11 et la RN41).</b>							
BV01	6,2	275	0,1	0.42	1,42	2,26	2,67
BV02	5,96	285,4	0,088	0.42	1,47	2,33	2,75
BV03	13,45	906,8	0,15	0.42	2,43	3,86	4,56
BV04	11,38	748,9	0,14	0.42	2,13	3,39	4,00
BV05	15,2	655,5	0,14	0.42	2,79	4,43	5,23
BV06	5,3	271,8	0,071	0.42	1,27	2,01	2,38
BV07	4,82	271,7	0,078	0.42	1,27	2,02	2,39
BV08	6,6	352,8	0,11	0.36	1,22	1,94	2,29
BV09	6,5	343	0,09	0.42	1,56	2,47	2,92
BV10	17,35	623	0,20	0.36	2,20	3,50	4,13
BV11	15,91	396,3	0,17	0.36	2,24	3,57	4,21
BV12	193,7	4018,4	0,84	0.4	11,70	18,59	21,96
BV13	2006,12	7364,3	2,83	0.3	58,78	93,40	110,33
BV14	363,9	5031,3	1,21	0.4	17,04	27,07	31,98
<b>Bassin AXE 02 (entre la première rocade d'Alger et deuxième rocade d'Alger).</b>							
BV01	159.7	2631	1,045	0,3	6,38	10,13	11,97
BV02	125.4	1613	0,60	0,3	6,93	11,00	13,00
BV03	20.7	643	0,62	0,36	2,18	3,46	4,09
BV04	58	1211.5	0,53	0,42	4,86	7,72	9,12
BV05	41.7	1516.5	0,42	0,3	2,88	4,58	5,41
BV06	3.25	354	0,077	0,36	0,74	1,18	1,39
BV07	5.31	330	0,09	0,36	1,05	1,67	1,97
BV08	5.3	363.6	0,1	0,36	1,04	1,65	1,95
BV09	16.4	645.7	0,22	0,3	1,65	2,62	3,10
BV10	3.7	241	0,08	0,42	0,93	1,48	1,75
BV11	296.5	3169	1,35	0,36	12,14	19,28	22,78
BV12	55	1378	0,52	0,36	4,00	6,36	7,51
BV13	19.1	586.3	0,25	0,36	2,16	3,43	4,06
BV14	7.5	337.4	0,11	0,36	1,35	2,15	2,54
BV15	65 .8	1626	0,62	0,36	4,32	6,86	8,10

S: surface du bassin versant (km<sup>2</sup>).

Le: Longueur du cours d'eau principal (km).

Tc : Temps de concentration du bassin versant (heures).

### XII.9 Analyse hydrologique

L'étude détaillée a été menée au niveau de tous les points d'intersection des écoulements avec le tracé, nous avons fait en sorte de donner une zone d'influence pour chaque ouvrage même s'il s'agit d'un petit bassin.

En général l'axe **01** ne présente pas de particularité ou de point singulier en termes d'hydrologie, par contre une partie de l'axe **02** qui a été projeté sur le lit d'oued ben Brahim, cette partie a été considérée comme un canal couvert. La délimitation des bassins versants de cette partie est des deux côtés de l'oued.

### XII.10 Ouvrages hydrauliques

L'étude des ouvrages hydrauliques a pour objectif de déterminer les dimensions des ouvrages hydrauliques en fonction du débit de projet et de la configuration de la route et du terrain naturel tout en assurant la transparence hydraulique.

Trois types d'ouvrages hydrauliques (**OH**) courants sont utilisés :

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

Le diamètre minimal des buses est **1500 mm** dans le cas d'un écoulement.

L'ouverture minimale d'un dalot est de **1,50 m** de largeur par **1,50 m** de hauteur.

#### XII.10.1 Dimensionnement des ouvrages hydrauliques (OH)

Tous les ouvrages hydrauliques seront en béton. Le coefficient de Manning adopté est de 0,014 (pour tenir compte du vieillissement des ouvrages). Le dimensionnement des OH se fait suivant les critères ci-dessous :

- Le nombre de cellules est limité à deux (2) pour les dalots et les buses.
- Les vitesses maximales à la sortie des buses et dalots ne doivent pas dépasser 5,0 m/s, cas d'un écoulement non permanent.
- À l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage respectivement, une tête amont et une tête aval sont prévues avec des angles appropriés.
- La hauteur d'eau amont doit être inférieure à 1.2, la hauteur de l'ouvrage ( $H_{am} < 1.2H$ ).
- La méthode retenue pour le dimensionnement est celle du guide Setra d'assainissement routier.

#### ✚ Cas des buses

Pour dimensionner les buses, on a deux paramètres à envisager Q et I. Le débit Q est Calculé par la formule :  $Q = k \cdot C \cdot I \cdot A$

I : L'intensité de l'averse pour un temps de concentration de Tc.

Selon la formule de **MANNING STICKLER** :

$$\text{Le diamètre des buses : } D = 2 * \left( \frac{Q}{k * C * I * A} \right)^{3/8}$$

i : est la pente de radier qui prend au maximum une valeur de 4% (Manning Strickler) et ceci pour éviter les glissements des conduites sous l'effet des fortes charges. Avec un rapport de remplissage ( $\rho = 0.8$ ).

#### XII.10.2 Exemple de calcul

On prend le cas du **BV03 / axe 01** :

On a:  $K_s=70$ .  $C=0,42$   $I=1046,16$  mm/h

$A=0,1345$  km<sup>2</sup>  $P=0,099$  m/m.

$$T_c = 0.127 \sqrt{(A/P)} = 0.127 \sqrt{\frac{0,1345}{0,099}} \quad T_c = 0,148 \text{ h.}$$

$$Q = K \cdot C \cdot I \cdot A = 0.278 * 0,42 * 1046,16 * 0,1345 = 4,56 \text{ m}^3/\text{s.}$$

D'après la formule de **MANNING STICKLER** :

$$i = 1\%$$

$$D = 2 * \left( \frac{Q}{k * C * I * A} \right)^{3/8}$$

$$D = 1313 \text{ mm}$$

**Donc on prend une buse de  $\phi$  1500.**

### ✚ Cas d'un dalot

Le dimensionnement des dalots est en fonction du débit maximum des eaux de ruissellement captées pendant le temps de concentration (t c).

$K_s = 70$ .

La surface mouillée :  $S_m = 0.8 H \times B$

Le périmètre mouillé :  $P_m = 1.6 H + B$

Le rayon hydraulique :  $R_h = (0.8H \times B) / (1.6 H + B)$

$Q_a = Q_s = S_m * K * R_h^{2/3} * I^{1/2}$

Et par calcul itératif on tire la valeur de H qui vérifie cette égalité.

On fixe B et on trouve H.

Tableau XII.4 : récapitulatif des ouvrages hydrauliques.

Bassin versant	Nombre de cellule	Largeur B(m)	Hauteur ou diamètre H(m)	Débit total à évacuer Q(mt/s)	Type d'ouvrage
<b>Bassin AXE 01 (entre le pont d'oued Beni Messous sur la RN 11 et la RN41 cheraga)</b>					
BV01	1	/	1.5	2,67	Buse
BV02	1	/	1.5	2,75	Buse
BV03	1	/	1.5	4,56	Buse
BV04	1	/	1.5	4,00	Buse
BV05	1	1,5	1.5	5,23	Dalot
BV06	1	/	1,5	2,38	Buse
BV07	1	/	1.5	2,39	Buse
BV08	1	/	1,5	2,29	Buse
BV09	1	/	1.5	2,92	Buse
BV10	1	/	1.5	4,13	Buse
BV11	1	/	1,5	4,21	Buse
BV12	1	3	2	21,96	Dalot
BV13	1			110,33	OA
BV14	1	3	3	31,98	Dalot
<b>Bassin AXE 02 (entre la première rocade d'Alger et deuxième rocade d'Alger)</b>					
BV01	1	/	/	11,97	O.A
BV02	1	/	/	13,00	O.A
BV03	1	/	1.5	4,09	Buse
BV04	1	2	2	9,12	Dalot
BV05	1	/	1.5	5,41	Buse
BV06	1	/	1.5	1,39	Buse
BV07	1	/	1.5	1,97	Buse
BV08	1	/	1.5	1,95	Buse
BV09	1	/	1.5	3,10	Buse
BV10	1	/	1.5	1,75	Buse
BV11	1	3	2	22,78	Dalot
BV12	1	2	2	7,51	Dalot
BV13	1	/	1.5	4,06	Buse
BV14	1	/	1.5	2,54	Buse
BV15	1	2	2	8,10	Dalot

### XII.10.3 Conditions d'Auto curage

La saturation des dispositifs d'évacuation des eaux de ruissellement peut détériorer la route et augmenter le coût de son entretien, donc il faut choisir des ouvrages qui donnent une vitesse d'écoulement faible tout en assurant l'auto curage.

Pour se faire, on calcule  $Q_{ps}$  et  $V_{ps}$  : débit et vitesse à pleine section, ensuite on détermine les rapports des vitesses  $V/V_{ps}$ .

On calcule la vitesse d'écoulement correspondant à  $Q/Q_{ps} = 0.1$  et  $0.01$ . On doit vérifier les conditions d'auto curage pour tous les tronçons :

- $V > 0.6$  m/s pour  $Q=0.1 Q_{ps}$ .
- $V > 0.3$  m/s pour  $Q=0.01 Q_{ps}$ .

#### ✚ Pour les buses de diamètre $\phi$ 1500

$$Q_{ps} = 70 * S_m * R h^{2/3} \sqrt{i}$$

$$Q_{ps} = 70 * (\pi * \frac{1,5^2}{4}) * (\frac{1,5}{4})^{2/3} \sqrt{0,01}$$

$$Q_{ps} = 6,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = Q_{ps}/S_m = 6,4 / (3,14 * 1,5^2) / 4$$

$$V_{ps} = 3,62 \text{ (m/s)}$$

Les résultats sont présentés dans le tableau XII.5 :

Tableau XII.5 : vitesse d'écoulement pour les buses.

Q/Q <sub>ps</sub>	V/V <sub>ps</sub>	V <sub>ps</sub> (m/s)	V(m/s)	Q/Q <sub>ps</sub>	V <sub>ps</sub>	V/V <sub>ps</sub>	V(m/s)
0,1	0,64	3,62	2,32	0,01	3,23	0,32	1,15

D'après les résultats du tableau on remarque que les conditions d'Auto curage sont tous vérifiés.

#### ✚ Pour les dalots

Les résultats sont présentés dans le tableau XII.6 :

Tableau XII.6: vitesse d'écoulement pour les dalots.

Q/Q <sub>ps</sub>	V/V <sub>ps</sub>	V <sub>ps</sub> (m/s)	V(m/s)	Q/Q <sub>ps</sub>	V/V <sub>ps</sub>	V <sub>ps</sub> (m/s)	V(m/s)
0,1	0,64	5,33	3,41	0,01	0,32	5,33	1,7
0,1	0,64	5,33	3,41	0,01	0,32	5,33	1,7
0,1	0,64	4,97	3,18	0,01	0,32	4,9	1,59
0,1	0,64	4,9	3,18	0,01	0,32	4,9	1,5
0,1	0,64	4,9	3,18	0,01	0,32	4,9	1,5
0,1	0,64	6,3	4,04	0,01	0,32	6,3	2,0

D'après les résultats du tableau on remarque que les conditions d'auto curage sont tous vérifiés.

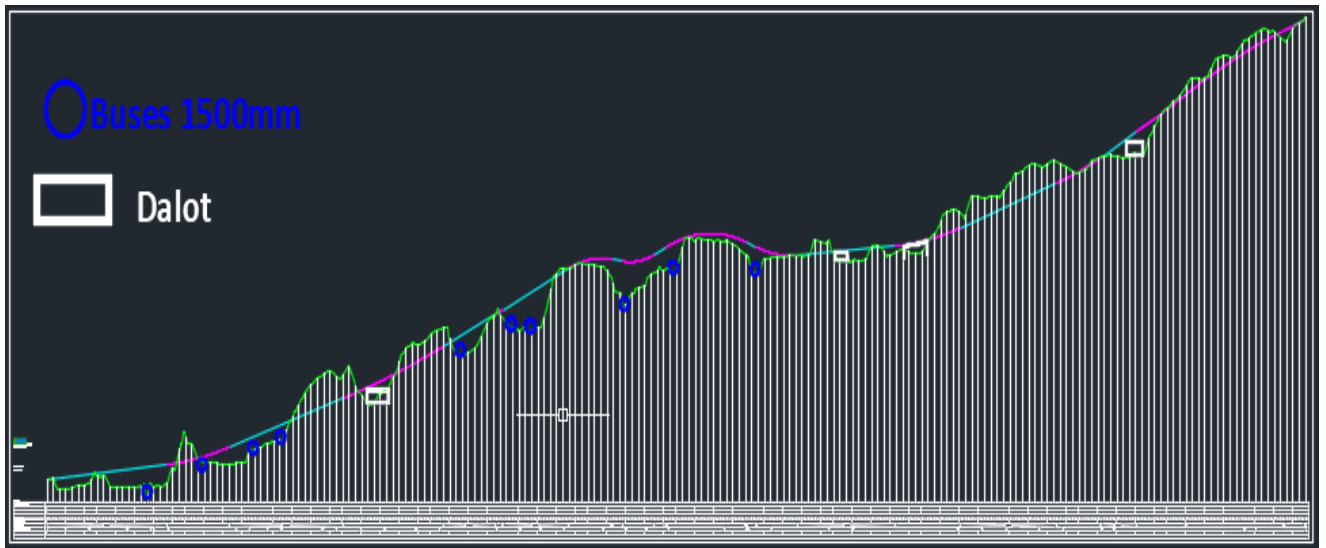


Figure XII.5 : Localisation des ouvrages hydrauliques de S1.

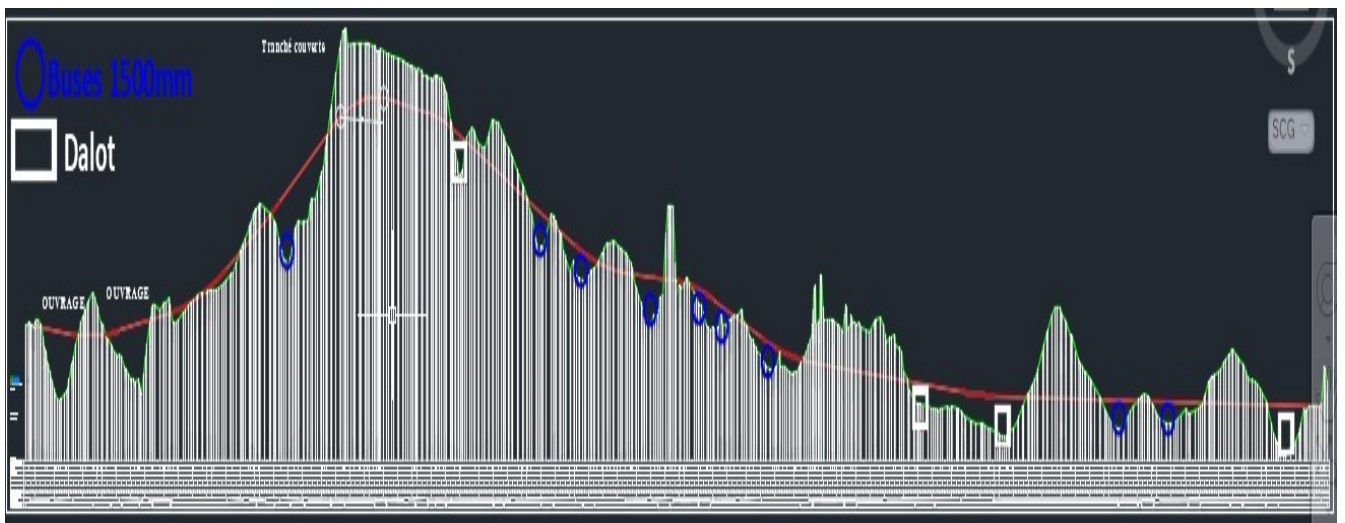


Figure XII.6 : Localisation des ouvrages hydrauliques de S3.

### XII.11 Dimensionnement du réseau d'assainissement

Les fossés récupèrent les eaux issues de la chaussée, de l'accotement et du talus, ils sont proposés de forme trapézoïdale.

Dans les zones de déblais, les fossés sont doubles par des collecteurs lorsqu'ils s'avèrent insuffisants et le contact (collecteur-fossés) se fait au moyen d'avaloirs.

Afin de protéger la chaussée et la plate-forme des infiltrations, on a prévu une pente déversée vers l'extérieur, c.à.d. vers les fossés.

Ces dispositifs sont dimensionnés comme suit :

A debit d'apport  $Q_a$ :

$$Q_a = K.C.I.A = Q_s = S_m * K * R_h^{2/3} * I^{1/2}$$

- Calcul de l'intensité horaire :

Tableau XII.7 : valeur de pluviométrie en fonction de fréquence.

Fréquence	Période de retour	Pj max (mm)
10	10	161.4
2	50	235.73

D'après la formule :

$$I (f\%) = P_{jmax} (f\%) / 24$$

$$I (10\%) = 6.73 \text{ mm/h.}$$

$$I (2\%) = 9.8 \text{ mm/h.}$$

Le dimensionnement se fait dans le cas défavorable, où il y a un grand espace en déblai, entre le P211 à P227 de longueur 378 m.

$$Q_a = Q_c + Q_b + Q_t.$$

Avec :

$$Q_c = K * C_c * I_t * A_c.$$

$$Q_a = K * C_a * I_t * A_a.$$

$$Q_t = K * C_t * I_t * A_t.$$

Surface des sous bassins versants :

Tableau XII.8 : valeurs des surfaces des sous bassins.

SBV	A (km <sup>2</sup> )
Chaussée	$0.0115 * 0.378 = 4.347 \cdot 10^{-3}$
Berme	$0.0005 * 0.378 = 1.89 \cdot 10^{-4}$
Talus	$0.02855 * 0.378 = 0.012$

- L'intensité de l'averse  $I_t$  :

$$I_t = I \cdot (T_c / 24)^B \text{ et } T_c = 0.127 * \sqrt{\frac{A}{P}} \quad B = -0.7.$$

Tableau XII.9 : caractéristiques des sous bassins.

SBV	A (km <sup>2</sup> )	Pente (%)	I (mm/h)	Tc (h)	I <sub>t</sub> (mm/h)
Chaussée+BAU	$4.347 \cdot 10^{-3}$	2.5	6,73	0,05	506,85
Berme	$1.89 \cdot 10^{-4}$	4	6,73	0,009	1683,42
Talus	0.012	100	6,73	0,014	1235,58

Calcul des débits ( $Q_{ai}$ ) :

Tableau XII.10 : débit des sous bassins.

SBV	K	C	I <sub>t</sub> (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Q <sub>ai</sub> (mt/s)
Chaussée	0.278	0.95	237.12	$4.347 \cdot 10^{-3}$	0.16
Berme	0.278	0.20	724.73	$1.89 \cdot 10^{-4}$	0.0049
Talus	0.278	0.30	1235.6	0.012	0.345
<b>totale</b>					0.51

Donc le débit total :

$$Q_{\text{tot}} = Q_c + Q_b + Q_t$$

Calcul de débit de saturation ( $Q_s$ ) :

- **Surface mouillée**  $S_m = b \cdot h + e \cdot h$

On pose  $\tan \alpha = h/e = 1/n$

donc :  $e = n \cdot h$

On aura :

$$S_m = (n \cdot h + b) \cdot h$$

- **Périmètre mouillé**  $P_m = b + 2c$

$$C = h \cdot \sqrt{n^2 + 1}$$

$$P_m = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{n^2 + 1}$$

- **Le rayon hydraulique**  $R_h = S_m / P_m$

On trouve :

$$Q_s = K_s \cdot [h \cdot (n \cdot h + b)] \cdot J^{1/2} \cdot \left( \frac{h \cdot (n \cdot h + b)}{b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{n^2 + 1}} \right)$$

J : pente longitudinale du fossé égale à 0.5%.  $K_s = 70$ .

Le calcul se fera par itération, on fixe les paramètres b et n et on fait varier h et on calcule à chaque fois le débit de réception qui doit être légèrement supérieur ou égal au débit d'apport :

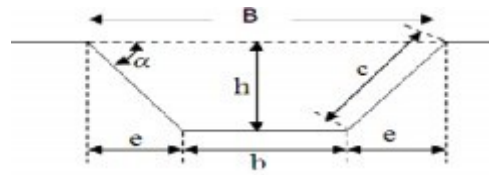


Figure 7 : schéma d'un fossé.

Tableau XII.11 : Les valeurs d'itérations de H.

N° itération	B(m)	n	H(m)	Qs (mt/s)
1	0,5	1	0,2	0,214
2	0,5	1	0,25	0,278
3	0,5	1	0,3	0,346
4	0,5	1	0,35	0,417
5	0,5	1	0,4	0,491
6	0,5	1	0,5	0,646

Donc les dimensions du fossé : (**b=0.5, h=0.5 et  $\alpha=45^\circ$**  (pente des berges.))

L'assainissement longitudinal du TPC est composé de cunettes en béton, on inclue aussi les tranchées remplies de matériel filtrant et tube-drain de PVC et les regards de décharge vers l'extérieur du terre-plein, lorsque la capacité hydraulique de celle-ci est dépassée, pour l'exutoire du terre-plein central et des drains, un collecteur sera employé sous le fossé de la TPC, pour qu'on puisse drainer dans les alentours des lignes de passage déblai-remblai.

## XII.12 Conclusion

L'étude hydraulique a traité principalement le dimensionnement des ouvrages hydrauliques et des principes de calcul des dispositifs de drainages adoptés pour assainir l'infrastructure. Nous avons répertorié **14** ouvrages hydrauliques sur l'axe **01**, dont **10** buses de  **$\Phi 1500$**  et **01** dalot de (**1.5 x 1.5**) ; **01** dalot de (**3 x 2**) ; **01** dalot de (**2 x 2**) avec un ouvrage d'art sur oued Beni Messous.

L'axe **02** contient : **13** ouvrages hydrauliques, dont **09** buses  **$\Phi 1500$**  et **01** dalot de (**3 x 2**) et **03** dalots de (**2 x 2**), avec un fossé de dimension: (**b=0.5, h=0.5**).

CHAPITRE XIII  
ÉCHANGEUR ET OUVRAGE D'ART

## XIII.1 Conception de l'échangeur

### XIII.1.1 Introduction

Un échangeur est un croisement dénivelé sur lequel les transferts de trafic sont séparés les uns des autres et sont assurés par des bretelles autoroutières affectées à cet effet. Les échangeurs se trouvent donc aux intersections entre autoroutes, ou entre une autoroute et un autre type de route.

Un échangeur autoroutier compte au minimum un pont permettant à une autoroute d'enjamber l'autre et d'un système de bretelles.

La conception des échangeurs doit satisfaire à quelques règles :

- Privilégier les conceptions simples.
- Dissocier les échanges autoroutiers des échanges locaux.
- Éviter les implantations dans des points singuliers (courbe en plan de rayon inférieur à 1.5Rdn, forte pente...).
- Ne pas implanter les échangeurs dans des courbes déversées.
- Éviter les interférences fonctionnelles entre accès.

Définition de quelques termes au niveau des échangeurs :

- **Diffuseur** : Croisement dénivelé entre une autoroute et une route ordinaire.
- **Nœuds** : sont des points d'échanges dénivelés, qui assurent les échanges entre deux voies rapides sans cisaillement sur les chaussées principales de ces deux voies, ni sur les bretelles.
- **Bifurcation** : Échangeur entre autoroutes de forme "Y" ou de "T".
- **Croix (ou croisement)** : Échangeur entre autoroutes de forme "X", similaire au croisement en trèfle.
- **Bretelle** : voie qui raccorde un échangeur à une autoroute ou à une route.

### XIII.1.2 Rôle d'échangeur

Les échangeurs permettent notamment de :

- Assurer la continuité du réseau autoroutier, et la fluidité de la circulation.
- Faciliter à l'utilisateur le déplacement dans des bonnes conditions de confort et de sécurité.
- Éviter les points de conflit qui peuvent être la cause des graves accidents.
- Éviter les points d'arrêts qui provoquent des pertes de temps considérable.
- Éviter les contraintes d'arrêt et de reprise.

### XIII.1.3 Type des échangeurs

- **Échangeur majeur** : raccordement Autoroute- Autoroute. (Trèfle complet, bifurcation «Y »)
- **Échangeur mineur** : raccordement Autoroute -Route. (Losange, Demi-trèfle, Trompette).

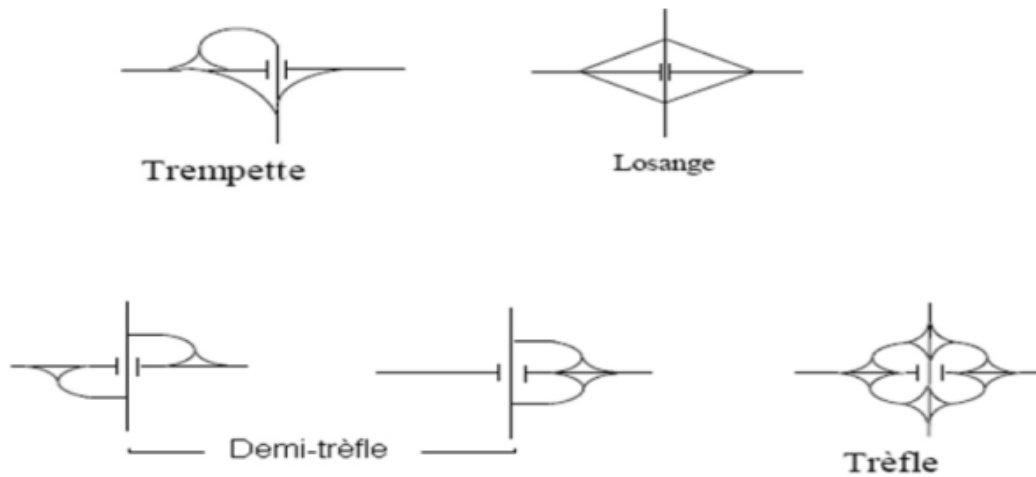


Figure XIII.1 : Type des échangeurs.

#### XIII.1.4 Choix du type de l'échangeur

Le choix du type d'échangeur est fonction des liaisons à assurer, de l'intensité de trafic, de la configuration du site et du mode d'exploitation.

- Pour le cas présent, l'échangeur va assurer la liaison entre la 7<sup>ème</sup> transversale (2x 3 voies) et la 2<sup>ème</sup> rocade d'Alger (2x2 voies) au niveau de la trompette existante allant vers Rahmania.
- La configuration du site:

Figure XIII.2 : La trompette de la 2<sup>ème</sup> rocade d'Alger.

Pour relier ces deux axes routiers, nous avons proposé :

- Un trèfle complet qui assure la liaison dans tous les sens avec la conservation de la branche existante.

**La conception du projet a été faite selon l'ICTAAL 2015.**

#### XIII.1.4.1 Vitesses conventionnelles dans les rayons

La valeur de la vitesse est en fonction du rayon (R), du dévers associé à la courbe (d) et d'une mobilisation du coefficient de frottement transversal correspondant au seuil de sécurité (Cfts).

$$R = V^2 / g (Cfts + d).$$

**Tableau XIII.1 : Vitesse conventionnelle dans le rayon.**

Rayon en m	Vitesse, en km/h
40	45

#### XIII.1.4.2 Caractéristiques géométriques des bretelles

##### ✚ Tracé en plan

##### ❖ Valeurs limites des rayons

Les valeurs limites des rayons sont représentées dans le tableau **XIII.2** :

**Tableau XIII.2 : Valeurs limites des rayons en plan.**

	Rayon minimal au dévers normal R <sub>dn</sub>	Rayon minimal R <sub>m</sub> déversé à 7%
Bretelle à 1 voie circulaire à 70km/h ou moins.	300m	40 (avec 100m minimum pour le 1er rencontré hors sortie en boucle)

##### ❖ Enchaînement des éléments du tracé en plan

- les branches doivent respecter les règles suivantes:
  - deux courbes successives doivent satisfaire à la condition :  $R_1 \leq 1.5 R_2$  où R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrées dans le sens de circulation sauf si  $R_2 \geq 1.5 R_{dn}$ .
  - deux courbes successives de rayon inférieur à 1.5R<sub>dn</sub> doivent être séparées par un alignement droit d'au moins 100m, sauf pour 2 courbes de sens contraires introduites par des raccordements progressifs.
- Les bretelles doivent respecter les règles suivantes :
  - Deux courbes successives doivent satisfaire à la condition :  $R_1 \leq 2R_2$  ou R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrées dans le sens de circulation sauf si  $R_1 > 1.5 R_{dn}$ .

- Deux courbes successives de même sens et de rayons inférieurs à  $R_{dn}$  doivent être séparées par un alignement droit d'au moins 60m hors clothoïdes, sauf si  $R_1 < R_2$ .

Tableau XIII. 3 : récapitule les différents enchainements entre les rayons d'une bretelle (ou branche à une voie en déboitement).

	$R1 \leq R2$	$R2 < R1 < 2R2$ (seulement si $R2 < 1,5R_{dn}$ )
Courbes de même sens	Alignement Droit + clothoïdes Ou Ove $L=7(d2-d1)$ Ou Courbe en C	Alignement Droit 3 s à 70km/h + clothoïdes
Courbes de sens contraire	Courbe en S ou Alignement Droit + clothoïdes	Courbe en S ou Alignement Droit + clothoïdes

❖ **Raccordement Progressif**

Une courbe circulaire de rayon inférieur ou égal à  $1.5R_{dn}$  est encadrée par deux arcs de clothoïde. Si cette condition est trop contraignante, on peut limiter son application aux courbes de rayon inférieur ou égal à  $R_{dn}$  dans les bretelles.

- Pour les bretelles ou branches à une voie, à la plus grande des 2 valeurs :  $6R^{0.4}$  et  $7(\Delta d)$  (la différence des pentes transversales%).
- Pour les bretelles ou branches à deux voies, à la plus grande des 2 valeurs :  $R/9$  et  $14(\Delta d)$ .

❖ **La zone de décélération**

Doit permettre à l'usager de passer de la vitesse conventionnelle de 70km/h au niveau de point S 1.00m, à la vitesse associée au rayon de la première courbe rencontre, avec une décélération en palier de  $1.5m/s^2$ .

$L_{min}$  est donnée par :  $L_d = (V_S^2 - V_R^2) / 2(1.5 + 10p)$ .

Avec : **p** : déclivités en valeur algébrique.

$V_S$  : (m/s) la vitesse conventionnelle au point S1.00m.

$V_R$  : (m/s) la vitesse cible dépendant du rayon de la première courbe aval.

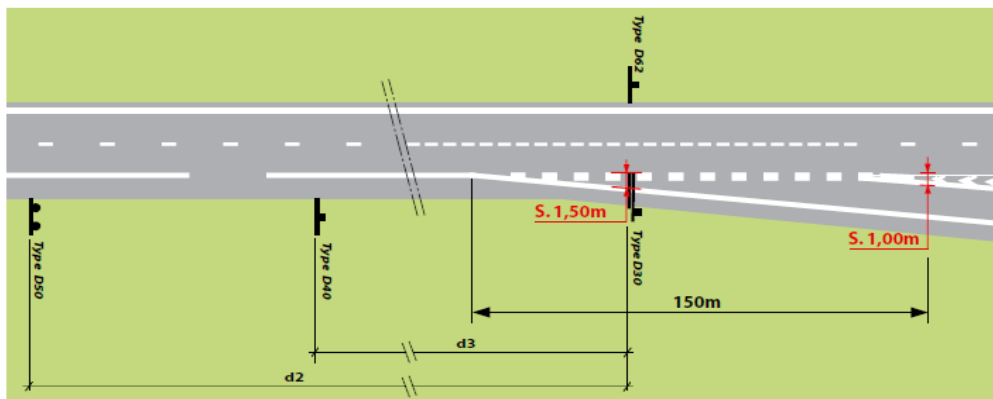


Figure XIII.3 : dispositif de sortie par déboitement.

Avec :

Tableau XIII.4 : distances d'implantation de la signalisation directionnelle en sortie en déboitement.

	Vitesse		
	90km/h	110km/h	130km/h
Pré-signalisation d3	750m	900m	1000m
Avertissement d2	1500m	1800m	2000m

### ❖ La zone d'accélération

L'obliquité avec l'axe de l'autoroute est comprise entre 3 et 5%, doit permettre à l'utilisateur de passer à la vitesse associée au rayon de la dernière courbe parcourue, à une vitesse conventionnelle de 55km/h au niveau du point E.1.00m, avec une accélération du palier de  $1\text{m/s}^2$ .  $L_{\text{min}}$  est donnée par :  $L_{\text{a}} = (V_{\text{E}}^2 - V_{\text{R}}^2) / 2(1-10p)$ .

Avec :  $p$  : déclivités en valeur algébrique.

$V_{\text{E}}$  : (m/s) la vitesse conventionnelle au point E1.00m.

$V_{\text{R}}$  : (m/s) la vitesse initiale dépendant du rayon de la courbe amont.

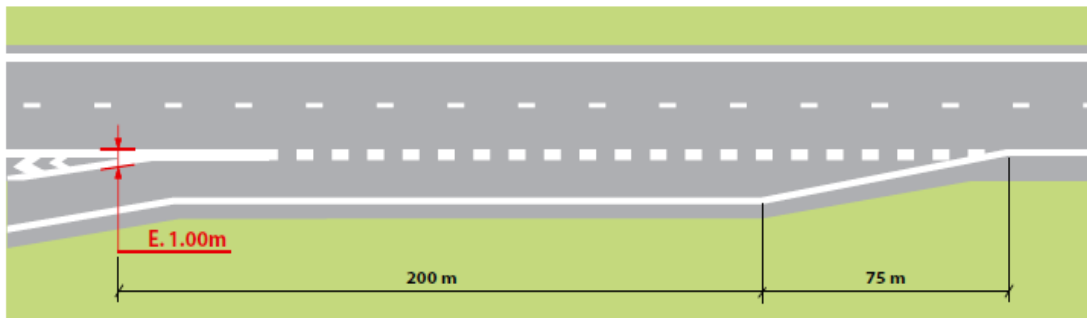


Figure XIII.4 : distances d'implantation de la signalisation directionnelle en sortie en déboitement.

### ✚ Profil en long

Les valeurs limites du profil en long sont données dans le tableau XIII.5 :

Tableau XIII.5 : valeurs limites des paramètres de profil en long des branches et bretelles.

	Rmin en angle saillant	Rmin en angle rentrant	Déclivité max
Bretelle à 1 voie circulaire à 70km/h ou moins.	1500m	800m	6%

### Profil en travers

La chaussée est bordée de part et d'autre par une bande dérasée ou une bande d'arrêt d'urgence et par une berme qui peut être intégrée au dispositif d'assainissement si ce dernier est non agressif (pente transversale < 25%).

Tableau XIII.6 : Bretelle unidirectionnelle à une voie.

Berme	BDG	Chaussée	BDD	Berme
1m	0.5m	3.5m	1m	1m

### pente transversale

Tableau XIII.7 : Dévers de la chaussée.

	Pente transversale entre Rnd et Rm
Bretelle à 1 voie circulaire à 70km/h ou moins.	Pour $125m < R < 300m$ , $d = (964/R) - 0.7$ Pour $R \leq 125m$ , $d=7\%$

## XIII.2 Conception des giratoires

### XIII.2.1 Introduction

Le carrefour giratoire est le carrefour plan qui offre le meilleur niveau de sécurité.

Toutefois, cette performance peut être dégradée si certaines précautions ne sont pas prises tant au niveau de la conception générale (le choix de la dimension et de la position du giratoire, le soin apporté aux conditions de lisibilité et de visibilité, le tracé des différentes branches, le dessin des différents éléments qui constituent l'aménagement, etc.), que de la réalisation de détail (l'aménagement de l'îlot central, le choix et le positionnement de la signalisation, etc.).

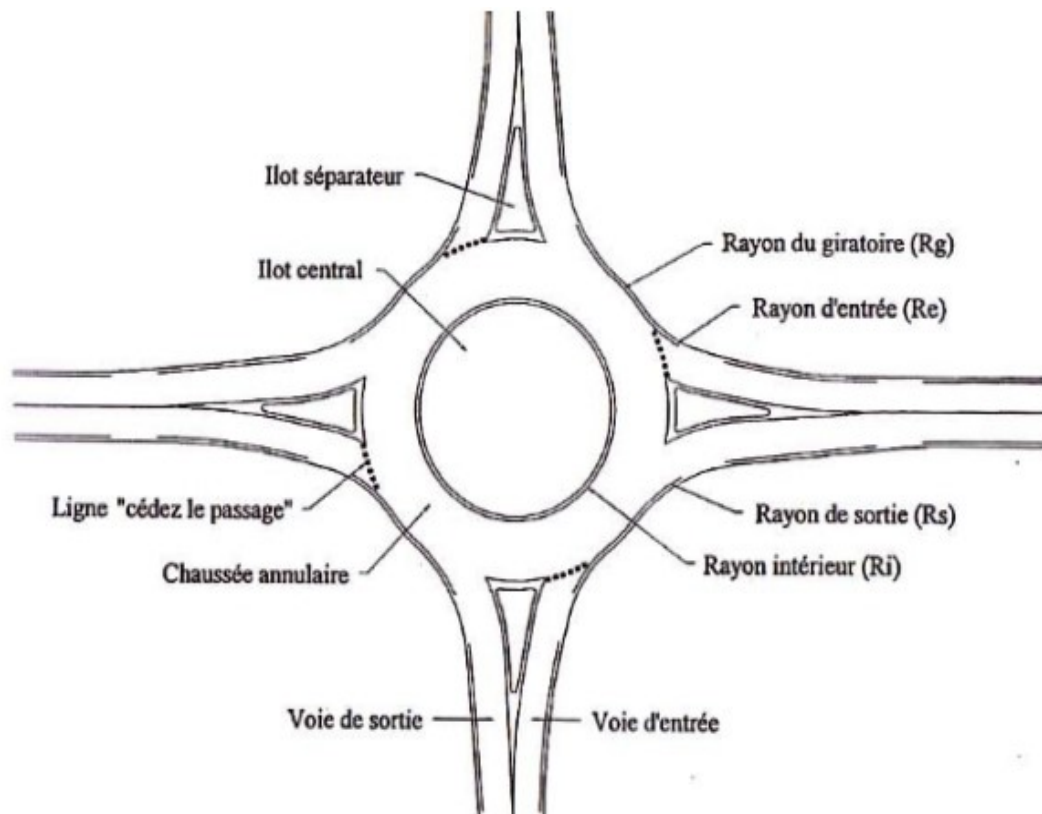


Figure XIII.5 : Caractéristiques géométriques des carrefours giratoires.

### XIII.2.2 Application au projet

Pour le projet on a choisi  $R_g = 25\text{m}$ .

Tableau XIII.8 : Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie SETRA.

	Notations	Paramétrage	
Rayon du giratoire	$R_g$	$12\text{ m} < R_g < 25\text{ m}$	$R_g = 25$
Largeur de l'anneau	$f^{\wedge}$	$6\text{ m} < f^{\wedge} < 9\text{ m}$	<b>8</b>
Rayon intérieur	$R_i$	$R_g \cdot f_a \cdot s_l_f$	<b>18</b>
Rayon d'entrée	$R_e$	$10\text{ m} \leq R_e \leq 15\text{ m}$ et $\leq R_g$	<b>15</b>
Largeur de la voie entrante	$f_e$	$f_e = 4\text{ m}$	<b>4</b>
Rayon de sortie	$R_s$	$15\text{ m} < R_s < 30\text{ m}$ et $> R_i$	<b>20</b>
Largeur de la voie sortante	$f_s$	$4\text{ m} \leq f_s \leq 5\text{ m}$	<b>5</b>
Rayon de raccordement	$R_r$	$R_r = 4 R_g$	<b>100</b>

On a créé trois carrefours giratoires dans le présent projet :

- Le premier au niveau du point de départ de la section 01 sur la **RN 11**, c'est un giratoire de trois branches qui relie la **RN11** avec la 7<sup>ème</sup> transversale.
- Le deuxième à la fin de la section 01, un giratoire de quatre branches reliant la 7<sup>ème</sup> transversale avec la **RN41**.

- Le troisième relie la 7<sup>ème</sup> transversale avec la rocade sud, c'est un passage supérieur dans le quelle on a créé une trémie pour que la rocade sud passe au-dessous de la 7<sup>ème</sup>.

### XIII.3 Conception des ouvrages

#### XIII.3.1 Introduction

D'une façon générale, on appelle un pont tout ouvrage permettant à une voie de circulation de franchir un obstacle naturel ou une autre voie de circulation. Selon le cas, on distingue : Pont-route, Pont-rail, Pont canal.

#### XIII.3.2 Choix des types d'ouvrage

Le but est de déterminer du point de vue technique et économique le type d'ouvrage le plus adéquat et de satisfaire le mieux possible toutes les conditions (économique et technique).

Les principaux facteurs qui influent sur le type d'ouvrage sont :

- La nature du sol.
- Le gabarit à respecter.
- Le profil en long de la chaussée.
- La portée de l'ouvrage.
- Position possible des appuis.

#### XIII.3.3 Présentation des ouvrages

Tableau XIII.9 : présentation des ouvrages.

Type d'ouvrage	Type de voie	pk	Longueur
Trémie	La rocade sud	P1	100m
Viaduc(1)	Oued Bouchebouk	P4 – P12	200m
Viaduc (2)	Oued	P17 – P27	250m
Tranchée couverte	Stade ouled fayet	P67 – P76	225m

#### XIII.3.4 Gabarit à réserver

On appelle gabarit le minimum à dégager au-dessus de la voie franchie, mesuré perpendiculairement à cette voie.

En Algérie, il est réglementé que le passage sur :

- Les autoroutes et les routes express doivent respecter un gabarit de **5.25m**.
- Les routes ordinaires doivent respecter un gabarit de **4.50 à 4.80 m**.
- Pour le chemin de fer on doit respecter un gabarit de **6.2 m**.

### XIII.3.4 Profil en travers

Le profil en travers de l'ouvrage est l'ensemble des éléments qui définissent la géométrie et les équipements de la route dans le sens transversal. Il doit être soigneusement étudié car il est très difficile de le modifier (par exemple de l'élargir).

Pour le projet on a :

Tableau XIII.10 : profil en travers des différents ouvrages.

Les caractéristiques	La trémie	Viaduc 01	Viaduc 02	Tranchée couverte
Largeur	11.25x2m	12m	12m	11.25x2m
Nombre de voies	(2x3) voies	(2x3) voies	(2x3) voies	(2x3) voies
Dévers	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%

### XIII.3.5 Solution technique retenue

Tableau XIII.11 : Solution technique retenue.

OA	Longueur	largeur	Typologie	Gabarit
La trémie	40m	22.5m	Pont poutre en béton précontraint	5.25
Viaduc 01	200m	12m	Pont à poutres	/
Viaduc 02	250m	12m	Pont à poutres	/
Tranchée couverte	225m	22.5m	Eléments préfabriquées	5.25

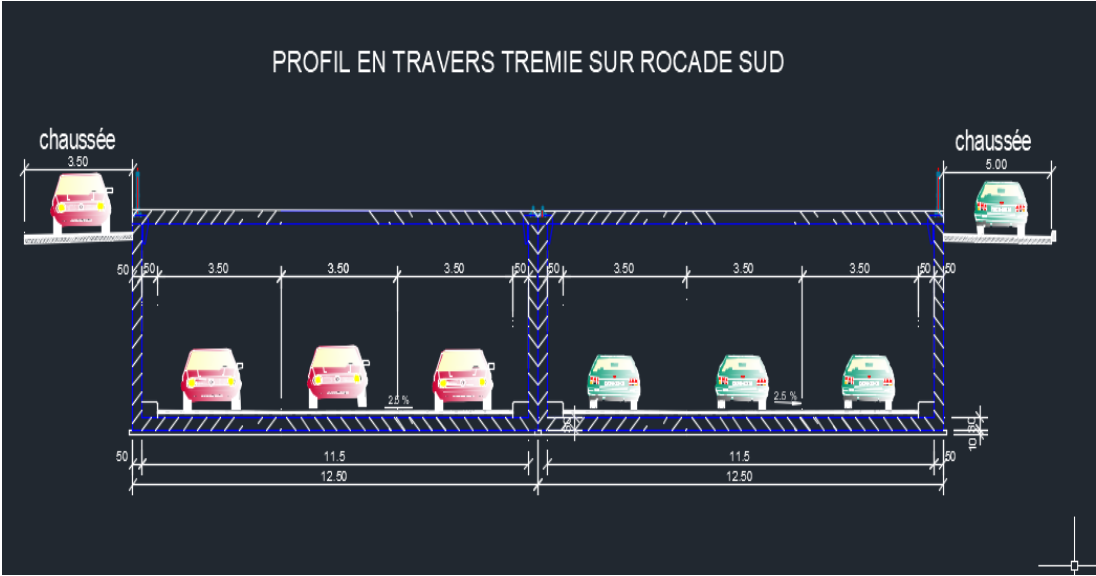


Figure XIII.6 : Profil en travers de la trémie.

CHAPITRE XIV  
SIGNALISATION ET ÉCLAIRAGE

## **XIV.1 Signalisation**

### **XIV.1.1 Introduction**

La signalisation routière est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée d'une manière à aider les usagers tout au long de leurs parcours en leur permettant d'adapter leur conduite aux diverses situations qui se présentent à lui.

Le présent rapport a pour objectif de définir les types d'équipements autoroutiers adoptés pour le projet de la 7<sup>ème</sup> transversale, notamment la signalisation horizontale et verticale ainsi que des points singuliers (échangeurs), le long de la section concernée.

Ce chapitre traite des installations liées à la sécurité du trafic présente les critères appliqués pour la signalisation.

### **XIV.1.2 Critères à respecter pour les signalisations**

Il est indispensable avant d'entamer la conception de la signalisation de respecter certains critères, afin que celle-ci soit bien vue, lue et comprise :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur.

### **XIV.1.3 L'objet de la signalisation routière**

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.
- De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.

### **XIV.1.4 Catégories de signalisation**

On distingue :

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

#### **✚ Catégories de panneaux**

- Panneaux de danger :(type **A**) triangle équilatéral, pointe en haut.
- Signaux de réglementation, se subdivisent en :
  - Signaux de priorités (type **B**) .
  - Signaux d'intersection ou de restriction (type **C**).
  - Signaux d'obligation (type **D**).
  - Signaux d'indication.

### XIV.1.5 Types de signalisation

On distingue deux types de signalisation :

#### XIV.1.5.1 Signalisation verticale

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

##### Signalisation avancée

- Le signal **A24** est placé à une distance de **150 m** de l'intersection.
- Le signal **B3** accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle **G5**) est implanté sur la route prioritaire.

##### Signalisation de position

Le signal de type **B2** « arrêt obligatoire » est placé sur la route ou les usagers doivent marquer l'arrêt.

##### Signalisation de direction

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

##### Signaux de position des dangers

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

##### Signaux comportant une prescription absolue

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

#### XIV.1.5.2 Signalisation horizontale

Elle concerne uniquement les marquages sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation.

La signalisation horizontale se divise en trois types :

##### Marquages longitudinale

- Lignes axiales, on distingue les lignes continues infranchissables, lignes discontinues, lignes de dissuasion.
- Lignes de rive.
- Lignes de délimitation de vitesse.

##### Marquages transversales

- Lignes d'arrêt.
- Lignes « céder le passage ».
- Passage pour piétons.

##### Marquages complémentaire

- Flèches de sélection de rives.
- Flèches de rabattement.
- Indications particulières.

### ✚ Marquages longitudinale

#### ▪ lignes continues:

Elles ont un caractère impératif (non franchissable sauf du côté où elles sont doublées par une ligne continue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où lorsque le dépassement est interdit.

#### ▪ Lignes discontinues:

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits par rapport à leurs intervalles.

On distingue :

- Les lignes axiales ou lignes de délimitation des voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.
- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits dans ces cas est égale à celle de leurs intervalles.
- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, la longueur des traits de ces lignes est triple de celle de leurs intervalles.

Les lignes de délimitation de voies sont de type t1 de largeur 2u :



Figure XIV.1 : lignes de délimitation.

### ✚ Marquages transversales

**Ligne stop:** C'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt.

#### Autre signalisation

##### ▪ Les flèches de rabattement :

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent (Voir Annexe).

##### ▪ Les flèches de sélection:

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée. (Voir Annexe)

### ✚ Caractéristiques générales des marques

- Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route, à savoir :

U = **7.5cm** sur les autoroutes et voies rapides urbaines.

U = **6cm** sur les routes et voies urbaines.

U = **5cm** pour les autres routes.

U = **3 cm** pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

La valeur de “ U ” doit être homogène sur tout un itinéraire. En particulier, elle ne doit pas varier au passage d'un département à l'autre.

#### XIV.1.6 Application au projet

Les différents types de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants (voir annexe) :

### ✚ Signalisations vertical

Dans cette étude, la signalisation verticale comporte deux catégories :

- ⊖ Signaux d'avertissement de danger, de prescription et d'indication.
- ⊖ Signalisation de direction.
- ⊖ Signaux de priorité.
- ⊖ Signaux d'interdiction.
- ⊖ Signaux d'obligation.
- ⊖ Signaux de pré signalisation.
- ⊖ Signaux de localisation.
- ⊖ Signaux de confirmation.
- ⊖ Portique de signalisation.
- ⊖ Signaux indiquant des installations.

- La signalisation de danger et de prescription seront utilisées en vue de régler les restrictions du trafic et d'assurer la sécurité.
- La signalisation de direction est implantée à l'approche des giratoire et échangeur.

### ✚ Signalisation horizontale :

#### ▪ Bandes longitudinales :

- ⊖ Lignes latérales continues infranchissables (de largeur 3 u) délimitant le terre-plein centrale.
- ⊖ Lignes médianes discontinues aux dimensions 2u de largeur, 3 m de longueur et 10 m d'intervalle (2u /3/10 m).
- ⊖ Lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgences.

En ce qui concerne l'unité de largeur des lignes de signalisation horizontale elle est de :

- ⊖ U = **6cm** sur les routes et voies urbaines.

### ✚ Marque transversaux :

Ligne « cédez le passage » sa largeur est de type 2.

### ✚ Autres marquages :

- ⊖ Flèche de rabattement.
- ⊖ Flèche de sélection unidirectionnelle.

## XIV.2 Eclairage

### XIV.2.1 Introduction

Dans un trafic en augmentation constante, l'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts sont de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

Pour l'automobiliste, il s'agit de pouvoir localiser avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de voiture ou de croisement. Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

### XIV.2.2 Catégories d'éclairage

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie **A**.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie **B**.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie **C**.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie **D**.

### XIV.2.3 Paramètre de l'implantation des luminaires

- L'espacement (**e**) entre luminaires qui varie en fonction du type des voies.
- La hauteur (**h**) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de **8 à 10m** et parfois **12 m** pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (**l**) de la chaussée.
- La porte à faux (**p**) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (**s**) par rapport au bord de la chaussée.

### XIV.2.4 Eclairage d'un point singulier

Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes :

- A longue distance **800 à 1000 m** du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste.
- A distance moyenne **300 à 500m**, idée de la configuration du point singulier.
- A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.
- A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

### XIV.2.5 Application au projet

- **Eclairage de la voie**

La bordure du **TPC** doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux en place, ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plages d'éclairement se raccordent sans discontinuité. La hauteur des foyers est en général de **8 à 12m**, ainsi l'espacement des supports varie de **20 à 30 m** de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de la route.

- **Le giratoire**

Pour l'éclairage de l'échangeur, des lampadaires sont implantés de part et d'autre de la voie espacés de **20 m** l'un par rapport à l'autre.

- **Le croisement des autres routes**

La bordure du trottoir doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs réfléchissants ou lumineux, on place ensuite des foyers de l'ordre de **12m** de hauteur de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour différents sens.

- **Croisement de deux éclairages**

Il ne faut pas créer un point lumineux au centre du croisement car il se produirait à l'entrée du carrefour une zone très éclairée qui rendait moins visible la zone du carrefour proprement dit.

- **Eclairage des trottoirs et passage pour piétons**

La bordure du trottoir doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs réfléchissants ou lumineux, et on place des foyers de d'ordre de **12m** de hauteur pour tous les sens. On prévoit aussi plusieurs foyers pour assurer un bon éclairage aux passages pour piétons placés de part et d'autre du passage.



Figure XIV.2 : éclairage public.

CHAPITRE XV  
IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

## XV.1 Introduction

L'étude d'impact permet d'apprécier les effets naturel et humain. Elle s'inscrit dans l'enquête publique du projet. Sa réalisation et son contenu sont imposés par le code de l'environnement. En application des dispositions du décret exécutif n° 18-255 du 29 Moharram 1440 correspondant au 9 octobre 2018 modifiant et complétant le décret exécutif n° 07-145 du 2 Jomada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement est le suivant :

- La délimitation de la zone d'étude en fonction des limites définies par le rayon d'affichage.
- une analyse de l'état initial du site et de son environnement, conformément aux dispositions du décret exécutif n° 07-144 du 2 Jomada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007, susvisé, pour les installations classées, et sur un rayon ne dépassant pas trois (3) Km pour les projets cités en annexes du présent décret.
- La description détaillée des différentes phases du projet, notamment la phase de construction et la phase d'exploitation.
- L'estimation des catégories et des quantités de résidus, d'émissions et de nuisances susceptibles d'être générés lors des différentes phases de réalisation et d'exploitation du projet.
- L'évaluation des impacts prévisibles directs et indirects, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement.
- Les mesures envisagées pour supprimer, réduire et si possible, compenser les conséquences dommageables.
- Les incidences financières allouées aux mesures préconisées.

## XV.2 Impact des routes sur l'environnement

La particularité de la route est son caractère linéaire et son impact sur des milieux de natures totalement différentes. On peut les inventorier avec un minimum de bon sens. Le domaine foncier pris au sens large est le premier impacté. La route interagit avec les zones urbaines, qu'elle la traverse, où qu'elle la desserve.

Elle impacte l'environnement, au sens étymologique, donc des écosystèmes définis par leurs composants : eau, air, faune, flore, sol et sous-sol. Les exigences sociales ont peu à peu forgé des outils législatifs et réglementaires qui encadrent ces domaines. La route touche aussi les zones urbaines.

## XV.3 Incidence de la 7<sup>ème</sup> transversale sur l'environnement

Dans le cadre de la réalisation de la 7<sup>ème</sup> transversale, l'étude d'impact sur l'environnement de ce projet d'infrastructure routière est indispensable afin d'assurer l'intégration du projet dans le milieu et de déduire les répercussions environnementales de ce dernier sur le milieu récepteur.

## XV.4 Délimitation de la zone d'étude

### XV.4.1 Description générale de la zone d'étude

La wilaya d'Alger est de par son statut, sa taille, ses fonctions, la Capitale du pays. Elle s'étend sur une superficie de 809,22km<sup>2</sup> au Centre Nord du pays.





Figure XV.4 : la conduite de gaz.



Figure XV.5 : ligne MT.



Figure XV.6: regard en béton.

✚ section 03



Figure XV.7: stade d'Ouled Fayet.



Figure XV.8 : parc Dounia.

## XV.5 Analyse de l'état initial

L'analyse de l'état initial est une phase indispensable et déterminante pour la qualité et l'utilité de l'étude d'impact. En effet, avant la mise en place du projet, il est nécessaire d'étudier les différentes composantes du milieu pouvant être affectées par le projet. Cette phase est la base des prévisions des impacts mais n'est jamais une fin en soi. Elle doit répondre à des critères de pertinence vis à vis du problème posé et non d'exhaustivité.

L'étude d'impact d'un projet autoroutier nécessite une bonne analyse de l'état initial du site et de son environnement.

### XV.5.1 Description du milieu physique

#### ✚ Données météorologiques

- La zone d'étude appartient à la zone climatique A (caractérisée par un climat tempéré Subhumide).
- La température moyenne annuelle à Alger Centre est de **18.2 °C**.
- Les précipitations annuelles moyennes sont de **615 mm**.
- la zone d'étude est traversée généralement par des vents faibles à modérés pendant toute l'année.

#### ✚ Contexte géologique

La région d'étude est caractérisée par une couverture géologique important :

- Le primaire : Correspond au massif de Bouzaréah qui s'étend sur une longueur de **20 km** et sa largeur maximale est de 6 km selon une direction Est -Ouest.
- Le tertiaire : Marqué par une lacune de l'Eocène et de l'Oligocène, il recouvre en discordance le substratum métamorphique.
- Le Miocène inférieur (Burdigalien) : Formé de grès et poudingues, ils affleurent d'Alger à la commune de Beni Messous, et plongent vers le sud sous les formations plaisanciennes.
- Le Pliocène inférieur (Plaisancien) : Rencontré dans le sud de la commune de Beni Messous et il affleure aussi dans le Sahel et au Télémly.

#### ✚ Sismicité régionale

La wilaya d'Alger est classée dans la zone sismique **III** à forte activité sismique.

#### ✚ Hydrographie

La wilaya d'Alger possède un réseau hydrographique riche avec beaucoup de cours d'eau dont: - Oued El Harrach, Oued Smar, Oued Ouchaiah, Oued Kniss, Oued El Kerma, Oued El Hamiz, Oued M'kacel, Oued Reghaia, Oued Beni Messous.

### XV.5.2 Description du milieu biologique

#### XV.5.2.1 Flore

La région d'étude présente une grande diversité biologique dans sa flore, L'essentiel du paysage végétal de la région est constitué par des formations végétales issues essentiellement des peuplements naturels et spontanés, On y trouve notamment et d'une façon abondante (le Pin d'Alep, Pin Pignon, Pin des Canaries Eucalyptus, cyprès, Oléastre).



Figure XV.9 : *Pinus pinea*.



Figure XV.10 : *Eucalyptus globulus*.



Figure XV.11: *Pinus halepensis*.

#### ✚ Les principales essences forestières

Le patrimoine forestier de la wilaya d'Alger occupe une superficie de **5 000** hectares répartie sur **113** sites. Il est reparti en **02** catégories :

- **Bois urbains** : Superficies de **0,5** Ha à **10** Ha, répartis à travers **33** communes, notamment celles se trouvant au Centre et Est de la Wilaya.
- **Grandes Etendues Boisées** : Superficies entre **10** à **600** Ha, répartis à travers **24** communes, notamment celles se trouvant à l'Ouest et au Sud-Ouest de la Wilaya.

#### XV.5.2.2 Faune

La faune locale qui est constituée d'espèces domestiques telles moutons, chèvres, reconnues suite à l'identification des traces et excréments trouvés aux alentours du site. De même qu'ont été observées des espèces ornithologiques et une grande variété de petit gibier : sanglier, chacal, renard, belette, lièvre, hérisson.



Figure XV.12 : Canis aureus.



Figure XV.13 : Erinaceus europaeus



Figure XV.14: La belette.



Figure XV. 15 : chèvres.

### XV.5.3 Environnement socio-économique

#### XV.5.3.1 Population et Habitat

Au dernier RGPH 2008, la wilaya d'Alger comptait une population de **2 947 466** habitants. Au 31/12/2017, cette population est estimée à **3 213 000** habitants, soit un accroissement annuel moyen de **29 504** habitants. Elle se caractérise par son extrême jeunesse.

#### XV.5.3.2 Infrastructures routières

La wilaya d'Alger dispose un réseau routier qui atteint selon les dernières statistiques :

Tableau XV. 1 : Réseau routier de la wilaya d'Alger.

Désignation	Longueur (km)
Autoroutes	171
Routes voie express	171
Routes double voie	261
Routes nationales	318
Chemins de wilaya	254
Chemins communaux	1547
<b>Longueur totale du réseau</b>	
2551	

### XV.5.3.3 Agriculture

Le sol agricole et même forestier constitue une partie considérable du territoire de la Wilaya d'Alger, il occupe d'une manière expressive le système montagneux du Sahel et la plaine de la Mitidja. Dans le cas de présent projet la zone d'étude recèle des terres agricoles de haute fertilité en outre des vingtaines d'hectares de terres qui sont destinées à l'agrumiculture.

### XV.5.4 Sites sensibles

#### Parc Dounia

Le parc Dounia des Grands Vents est l'un des grands espaces de détente et loisir pour les habitants d'Alger, il a ouvert ses portes depuis 17-05-2013 au grand bonheur des férus de la nature et des habitants et riverains du grand Alger. En effet, c'est un espace de **1059 ha** sur la superficie totale de l'immense ceinture verte qui se partage entre les communes de Dély Brahim, El Achour, Draria, Chéraga, Baba Ahcène et Ouled Fayet. Le parc abrite plus de jumenterie, une ferme énergétique qui abrite quelque **1.008** panneaux photovoltaïques et éoliens d'une capacité de 150 watts, les trois parkings du parc qui peuvent accueillir jusqu'à **1500** voitures en même temps.



Figure XV.16 : parc Dounia.

## XV.6 Description générale des différentes phases du projet

### XV.6.1 Phase de construction

Cette phase comprend plusieurs étapes, dont les plus importantes sont le dégagement des emprises, les terrassements généraux, la réalisation des ouvrages d'arts, des ouvrages de drainages, la réalisation de la chaussée proprement dite, des accotements, de la signalisation finale, de l'éclairage et de l'aménagement.

### XV.6.2 Phase d'exploitation

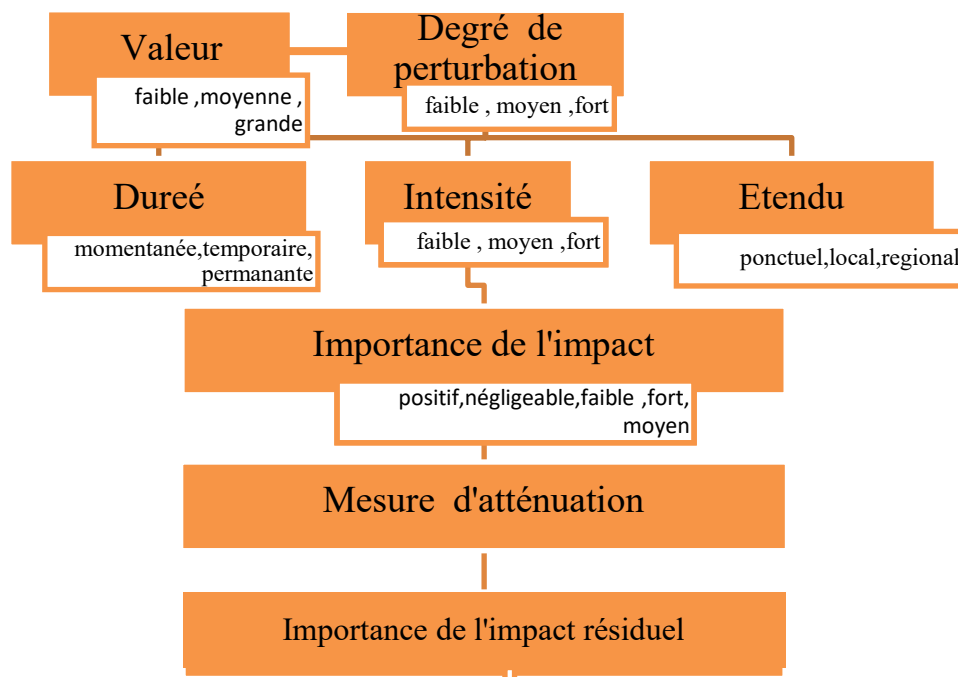
L'exploitation de la route concerne son utilisation par les routiers, cette exploitation sera l'effet de différentes émanations atmosphériques, notamment d'oxyde de carbone (**CO**) et de dioxyde d'azote (**NO<sub>2</sub>**), qui vont contribuer à contaminer l'air, cette contamination aura des effets négatifs sur les populations riveraines, sur la composition paysagère qui sera objet de contamination par des particules de plomb.

## XV.7 Évaluation des impacts prévisibles du projet sur l'environnement

L'identification des impacts du projet est basée sur l'analyse des relations conflictuelles possibles entre le milieu récepteur et la nature des travaux à réaliser. Cette analyse permet de mettre en relation les sources d'impact associées aux phases de construction, exploitation et post-exploitation du projet. Avec les différentes composantes du milieu susceptibles d'être affectées.

### XV.7.1 Démarche générale

Les principales étapes menant à l'appréciation de l'importance de l'impact résiduel sont présentées dans le diagramme suivant :



### XV.7.2 Impacts et mesures en phase réalisation du projet

L'analyse des impacts prévisibles du projet en différenciant les impacts temporaires et les impacts permanents, directs ou indirects. elle est menée sur le couloir de l'étude, et étendue selon les besoins en fonction des enjeux environnementaux de la zone. Les mesures que ces impacts sont susceptibles d'entraîner sont résumées dans le tableau XV.2:

 **Section 01**

Tableau XV.2 : Évaluations des impacts prévisibles et les mesure à prendre pour la section 01.

localisation	Impact	Mesure
giratoire RN11	<p><b>Effet de coupure :</b> Le chantier de construction provoque une gêne à la circulation (coupure de route, limitation des possibilités de liaison entre les deux côtés du projet)</p> <p><b>nature d'impact :</b> direct et temporaire</p>	<p>La création de chemins latéraux à l'emprise envisagée va permettre de faciliter le déplacement des usagers de la route.</p>
P17 - P26	<p><b>Impact sur l'habitation :</b></p> <p>-Impacts sonores : les nuisances sonores liées à la présence d'engins de terrassements et au trafic des camions transportant les déblais, les remblais et les matériaux de construction pouvant atteindre plus de <b>90 dB</b>.</p> <p>-Risque d'accidents : L'accroissement de la circulation liée à la présence d'engins de chantiers et de camions de transport accroît les risques d'accident.</p> <p><b>nature d'impact :</b> direct et temporaire</p>	<p>-Pour les nuisances sonores et atmosphériques en phase de travaux, la circulation des engins sera limitée, dans des horaires bien définis.</p> <p>- Les travaux de nuit ne seront effectués qu'en cas d'urgence (rétablissement de routes ou de réseaux).</p> <p>-L'utilisation de la bonne signalisation dans les bons lieux (virages, pentes, entrées des villes...) aide les utilisateurs d'éviter les situations dangereuses</p>
P60 - P65	<p>La démolition des serres</p> <p><b>nature d'impact :</b> direct et permanent</p>	<p>Identification (par les services concernés) des bâtis et terres agricoles touchées puis à déterminer les montants d'indemnisation.</p>
P141 - P144	<p><b>Impact sur la Forêt :</b></p> <p>La pollution des racines par des huiles, des produits chimiques, des eaux usées, des eaux chargées de résidus de ciment, ...est à proscrire Tout dépôt de fûts dans le périmètre des racines est à éviter.</p> <p><b>nature d'impact :</b> direct et permanent</p>	<p>autour d'un périmètre de protection élargi comprenant arbres et/ou zones arborées à protéger. Préférer des protections physiques permettant d'éviter le passage des engins de chantier.</p>

<p><b>Tout le long du tracé</b></p>	<p>Impacts sur le milieu physique :</p> <p>-Les impacts probables attendus sur ce thème sont surtout liés aux terrassements, de stabilisation des matériaux des talus (déblais et remblais).</p> <p>-la perte des sols qui est le premier support de la végétation par décapage de l'emprise.</p> <p><b>nature d'impact</b> : direct et permanent</p>	<p>-La réutilisation des déblais pour les sections en remblais chaque fois que la qualité des matériaux extraits le permet.</p> <p>-éviter de laisser à nu des surfaces de sol pendant le printemps ou l'été, en replantant, réensemencant ou recouvrant par des géotextiles.</p>
<p><b>Tout le long du tracé</b></p>	<p>Impact des rejets liquides : Ces liquides se chargent en matières en suspensions (MES), et peuvent être contaminées par les produits manipulés sur le chantier. Ils peuvent notamment contaminer le milieu naturel (cours d'eau, retenues, terrains agricoles, ...) comme elles peuvent s'infiltrer en contaminant la nappe phréatique.</p> <p><b>nature d'impact</b> : direct et temporaire.</p>	<p>- équiper de dispositifs étanches et/ou de confinement, empêchant toute infiltration ou écoulement des produits à l'extérieur.</p> <p>- localiser les aires de stockage en dehors d'une zone soumise à ruissellement ou inondation et dans la mesure du possible, à plus de 30 m de tout milieu aquatique.</p>

 **Section 03**

Tableau XV. 3 : Évaluations des impacts prévisibles et les mesure à prendre pour la section 0 3.

localisation	Impact	Mesure
<p>La Rcade sud</p>	<p>une gêne à la circulation <b>nature d'impact</b> : direct et temporaire</p>	<p>La création de chemins latéraux à l'emprise envisagée va permettre de faciliter le déplacement des usagers de la route.</p>
<p><b>P78 - P81</b></p>	<p>La démolition des serres <b>nature d'impact</b> : direct et permanent</p>	<p>Identification (par les services concernés) des bâtis et terres agricoles touchées puis à déterminer les montants d'indemnisation.</p>

<p><b>P75 - P79</b>  <b>P81- 88</b>  <b>P118 - P125</b>  <b>P137 - P142</b>  <b>P156 - P163</b>  <b>P235 - P245</b></p>	<p><b>Impact sur l'habitation :</b>  Impacts sonores : les nuisances sonores liées à la présence d'engins de terrassements et au trafic des camions transportant les déblais, les remblais et les matériaux de construction pouvant atteindre plus de <b>90 dB</b>.  Risque d'accidents : L'accroissement de la circulation liée à la présence d'engins de chantiers et de camions de transport accroît les risques d'accident.  <b>nature d'impact :</b> direct et temporaire.</p>	<p>Pour les nuisances sonores et atmosphériques en phase de travaux, la circulation des engins sera limitée, à des horaires bien définis.  - Les travaux de nuit ne seront effectués qu'en cas d'urgence (rétablissement de routes ou de réseaux).  L'utilisation de la bonne signalisation dans les bons lieux (virages, pentes, entrées des villes...) aide les utilisateurs à éviter les situations dangereuses</p>
<p><b>P135 - P137</b></p>	<p>Intersection de la 7<sup>ème</sup> avec la Rocade ouest.  <b>nature d'impact :</b> direct et permanent</p>	<p>Passage inférieur</p>
<p><b>P205 - 208</b></p>	<p>Intersection de la 7<sup>ème</sup> avec la conduite de gaz.  <b>nature d'impact :</b> direct et permanent</p>	<p>Ouvrage de protection en béton  L = 60m.  L = 3,25m.</p>
<p><b>la 2<sup>ème</sup> rocade</b></p>	<p>-congestion automobile.  -un allongement des temps de parcours.  <b>nature d'impact :</b> direct et permanent</p>	<p>La conception d'un échangeur (trèfle complet)</p>

#### Impacts sur la qualité de l'air

Différentes sources de pollution de l'air et de mauvaises odeurs peuvent être rencontrées pendant les activités du chantier :

- fumées de combustion : feux, engins de chantier, soudure, etc.
- gaz d'échappement des outillages à essence.
- fluides frigorigènes des groupes de froid ou pompe à chaleur .

- poussières dues aux activités de démolition, percement, découpe, sciage, polissage, manipulation d'éléments volatiles (ciment, plâtre, sable fin et granulats...), nettoyage des façades, circulation de véhicules en périodes sèches.

**Nature d'impact :** direct et permanent.



Figure XV. 17 : Arrosage des pistes.



Figure XV.18: Bâchage des camions.

### Les mesures prises pour minimiser les impacts

Pour réduire au minimum le dégagement de poussières, on peut avoir recours aux éléments suivants :

- Couvrir de bâches les bennes, camions, conteneurs et façades subissant un traitement
- Humidifier les zones de circulation en terre ou sable, surtout en été, en utilisant une lance d'arrosage (camion arroseur, etc.).
- Interdire les brûlages sur chantier : les déchets sont triés et évacués du chantier dans les filières adéquates (revalorisation ou mise en décharge).
- Pour les opérations de concassage et criblage, avoir recours à des écrans de protection.

### ✚ Impact sur les eaux superficielles et souterraines

L'évaluation des impacts prévisibles et les mesure à prendre pour la phase construction de l'impact sur les eaux superficielles et les eaux souterraines sont présentées dans le tableau XV.4:

Tableau XV.4 : Évaluations des impacts prévisibles et les mesure à prendre.

Impact	Mesure
Pollutions par des fines	-Eaux des plates-formes collectées par des fossés périphériques et traitées avant rejet vers le milieu extérieur. - Séparation des activités et des circulations afin d'éviter des accidents.
Diminution de débit, assèchement	- Soit avec branchement sur le réseau de distribution d'eau, soit par la mise en place d'une citerne.
Pollution par hydrocarbures	- Respect des plans départementaux de gestion des déchets du <b>BTP</b> . - Collecte sélective des déchets et filières agréées. - Utilisation de bennes et conteneurs couverts.

## ✚ Impact sur la Faune

Tableau XV. 5 : Évaluations des impacts prévisibles et les mesure à prendre.

Impact	Mesure
Modifications du comportement des animaux, dont Certains sont attirées par les bords de routes ce qui provoque des accidents mortels. D'autres fuient les milieux où la fréquentation par l'homme est accrue.	-veiller à ne pas créer des pièges qui pourraient s'avérer mortels pour certains animaux : poteaux creux, cavités, tuyaux, regards à ouverture libre. -prendre des mesures pour limiter la pollution lumineuse due à l'éclairage artificiel sur chantier.

### XV.7.3 Impact de la phase d'exploitation du projet

#### XV.7.3.1 Impacts positifs

- Le développement du réseau autoroutier de la wilaya d'Alger.
- Le développement et la croissance économiques des régions traversées par le projet.
- Une réponse aux besoins de confort et de la sécurité dans le déplacement.
- Diminution des risques d'accidents.
- Réduction des nuisances sonores liées à la concentration du trafic routier.
- Effet positif pour l'emploi.

#### XV.7.3.2 Impacts négatifs

##### XV.7.3.2.1 Impacts négatifs sur le milieu biologique

Tableau XV.6 : Impacts négatifs sur le milieu biologique et les mesure à prendre.

	impact	mesure
Faune	-Mortalité par collision ou écrasement avec véhicules en phase d'exploitation. Les espèces bien documentées pour cet impact sont les Reptiles, les Amphibiens, les oiseaux, et les Mammifères. -Dispersion d'espèces invasives.	La création des passages à Faune appropriés selon les types d'animaux de la région diminue les risques de mortalité de ces derniers par collision.

<b>la qualité de l'air</b>	distingue deux niveaux de pollution de l'air suivant la nature du polluant : <b>Niveau globale</b> : certains polluants n'ont pas d'impact direct à une échelle locale. Le principal exemple est le <b>CO2</b> <b>Niveau locale</b> : Il s'agit notamment de certains polluants localement gênant ou dangereux comme SO <sub>2</sub> , NOX, O <sub>3</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , métaux lourds.	La pollution gazeuse ne peut être stoppée ou éliminée par un écran physique. Par contre la diffusion particulaire peut être piégée par des écrans physiques et végétaux.
<b>Les eaux superficielles et souterraines</b>	Lors d'exploitation du projet, les rejets de moteurs et des pots d'échappements des véhicules ainsi que les graisses et huile s'accumulent sur la chaussée de la route. Ces polluants peuvent être transmis vers la nappe phréatique et les eaux souterraines par infiltrations.	Bassin de rétention avec déshuileur : Le rôle principal du bassin de rétention est d'abattre la charge polluante des eaux de ruissellement, mais également de confiner une pollution accidentelle.

## XV.8 Conclusion

Le projet de la 7<sup>ème</sup> transversale Cheraga-Draria est un projet d'intérêt local, il sera une source de soulagement des utilisateurs de la route par assurance de confort, diminution du temps de parcours et du taux d'accidents de la circulation, ce qui sera traduit par une diminution des émissions de polluants pour la population et la nature, réduction des niveaux de bruit généré par la circulation routière.

## CHAPITRE XVI

# DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

## XVI.1 Introduction

Le présent chapitre a pour objet d'estimer le coût de construction de la variante analysée pour le tracé.

Le travail d'estimation a été réalisé selon les étapes suivantes :

- L'identification des prix unitaires de construction à utiliser.
- Les hypothèses considérées pour l'estimation des quantités et le calcul des coûts.
- Le calcul de la quantité et le coût de la variante.

## XVI.2 Hypothèses considérées pour l'estimation de coûts

Les travaux prévus pour être exécutés peuvent être décomposés en plusieurs postes de travaux regroupés comme suit :

### + Expropriations

C'est une procédure qui permet à une personne publique de contraindre un particulier ou une personne morale à céder son bien immobilier, moyennant le paiement d'une indemnité.

### + Installation

Elle prend en compte les différents travaux d'installation des bases de l'entreprise ainsi que des sujétions d'amenée et repli de matériel de chantier.

### + Préparation du terrain et chaussée

Ces travaux ont été évalués sur la base des propositions d'aménagement. Ainsi, les différentes quantités ont été évaluées soit en longueur, en surface ou en volume issus des plans et du calage altimétrique des voies. Le logiciel exploité à cet effet est **COVADIS « AUTOPISTE »**.

Les travaux de démolition qui concernent les caniveaux et les déplacements ont été pris en compte dans ce poste de travaux.

### + La chaussée

La structure de la chaussée considérée (pour cette estimation) comporte les couches suivantes :

- Couche de forme.
- Couche de fondation - grave concassée.
- Couche de base - grave bitume.
- Couche de roulement - béton bitumineux.

Sur la base des profils en travers type, les surfaces de revêtues ont été quantifiées à l'aide du logiciel **COVADIS « AUTOPISTE »**.

### + Ouvrage d'assainissement et ouvrage d'art

Les avant-métrés de l'ensemble des ouvrages d'assainissement ont été effectués sur la base de l'étude hydraulique, du dimensionnement structurel des ouvrages, des équipements annexes, des plans et les quantités élémentaires correspondantes aux différents travaux.

### + Sécurité et signalisation

Les quantités portées à ces postes sont déduites du paragraphe « sécurité et signalisation routières » et sont issues des plans. Un pourcentage a été pris pour la réalisation du marquage au sol.

### + Les terrassements

La géométrie et les volumes de terrassements ont été calculés grâce au logiciel **COVADIS « AUTOPISTE »**.

Tableau XVI.1 : Évaluation des coûts.

N°	Désignation	Montant(DA)
1	Préparation de terrain	5 000 000,00
2	Installation de chantier	110 000 000,00
3	Terrassement	2 120 863 411,20
4	Chaussée	4 648 050 781,33
5	Ouvrage d'art	2 785 677 500,00
6	Assainissement	173 525 400,00
7	Signalisation, éclairage et équipements routiers	263 716 000,00
8	Divers	200 000,00
	<b>TOTAL</b>	<b>10 107 033 092,53</b>
	<b>TVA(19%)</b>	<b>1 920 298 287,58</b>
	<b>TTC</b>	<b>12 027 131 380,1</b>

### Conclusion générale

Ce projet de fin d'étude a été une occasion d'exercer et mettre en pratique les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation à l'école nationale supérieure des travaux publics.

Cependant, l'étude **APD** effectuée nous a permis de cerner certains problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier. Elle a été l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

Pour notre étude, nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes directives et recommandations liés au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Encore une fois, ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels « Autocad-Autopiste- Global mapper-Civil 3D, Covadis Géo Studio », vu leur traitement rapide et la précision de leur résultats. Enfin, l'élaboration de ce travail a été bénéfique pour nous et elle nous a ouvert les ports du monde professionnel.

## **Bibliographie**

- [1] L'ICTAAL instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison circulaire édition 2015.
- [2] B40 : Normes techniques d'aménagement des routes octobre 1977.
- [3] Cours de routes. Conception des tracés routiers–normes. Kalli F.Z-Rahal. Edition OPU 2014.
- [4] Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTTP » (2000).
- [5] “ Assainissement Routier” – Guide technique. SETRA (octobre 2006).
- [6] Signalisation routière arrêté et instruction interministériels du 15 Juillet 1974.
- [7] GTR (Guide des Terrassement Routiers, Réalisation des remblais et des couches de formes LCPC, SETRA ,1992) Norme NF-P 11-300.
- [8] MANUEL DE PROJET DE ROUTES .Kalli F.Z- Goumettre Ahmed. Edition OPU.
- [9] ICTAVRU Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines Mars 2009.

### **Site web :**

**<https://www.memoireonline.com>.**

**<https://www.techniques-ingenieur.fr>**

**<https://www.4geniecivil.com>.**

**<https://www.researchgate.net>.**

# ANNEXES

Dans le tableau ci-dessous, ils sont présentés les volumes du comptage réalisé par la SET Sétif ainsi que les résultats d'affectation sur les sections appropriées.

N° Poste	Sens	Volume journalier moyen par sens (v/j/sens)	Résultats d'Affectation (v/j/sens)
P1	Vers Bouchaoui	22371	19554
	Vers Cheraga	23844	22741
P2	Vers Ain Benian	9547	11613
	Vers RN41	9134	13216
P3	Vers palais des nations	30379	21337
	Vers Rocade Sud(1 <sup>er</sup> )	31828	23386
P4	Vers Ain Benian	17831	22952
	Vers Cheraga	19520	17901
P5	Vers Rocade Sud(1 <sup>er</sup> )	47772	52683
	Vers Baba Hacem	53035	57086
P6	Vers Rocade Sud(1 <sup>er</sup> )	42550	40057
	Vers Baba Hacem	41100	40621
P7	Vers Cheraga (RN41)	28113	21168
	Vers Rocade Ouest	27837	26044
P8	Vers Rocade Ouest (RN36)	11336	10541
	Vers Souidania	11788	12247
P9	Vers Ouled Fayet (CW142)	43748	22684
	Vers Baba Hacem (2 <sup>ème</sup> Rocade sud)	45548	28483
P10	Vers Baba Hacem	7743	10634
	Vers Ouled Fayet	7777	9279
P11	Vers Ouled Fayet	4704	7757
	Vers Baba Hacem	5909	8681
P13	Vers Zeralda	30474	28944
	Vers Baba Hacem	31416	30046
P14	Vers Cheraga	69615	50557
	Vers Ben Aknoun	63286	55268

Affectation du trafic en situation avec projet :

Année 2019				
Section	Tronçon		Volume journalier moyen (v/j)	PL (%)
Section 01	T 01		25634	3,28
Section 02	T 01	RN41-7 <sup>ème</sup> -	38946	5,94
		SENS TREMIE	14938	5,94
	T 02		27222	5,94
	T 03		16125	4,2
	T 04		27206	4,2
Section 03	T 01	7 <sup>ème</sup>	19872	9,32
	T 02		20951	13,17
	T 03		28787	13,17



**COVADIS - LISTING DE L'AXE EN PLAN DU PROJET Description**

 Nom du dessin : **SECTION 01.**

 Date du listing : **23/05/2021** à 13:43:48.

Éléments d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
			0.0000	491234.2609	4070790.9155
Alignement droit		72.2215			
Gisement	87.7903				
			72.2215	491305.1583	4070804.6820
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	196.0000				
			168.2615	491400.0334	4070819.1935
Arc de cercle		150.2300			
X Centre	491428.7044				
Y Centre	4070420.2224				
Rayon	400.0000				
			318.4915	491548.3775	4070801.9007
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	-196.0000				
			414.5315	491637.3707	4070765.9553
Alignement droit		9.7809			
Gisement	126.9854				
			424.3124	491646.2860	4070761.9324
Clothoïde		56.2500			
Paramètre	-150.0000				
			480.5624	491698.0744	4070740.0091
Arc de cercle		269.9935			
X Centre	491836.5754				
Y Centre	4071115.2657				
Rayon	400.0000				
			750.5559	491962.9374	4070735.7494
Clothoïde		56.2500			
Paramètre	150.0000				
			806.8059	492015.4040	4070755.9959
Alignement droit		66.8493			
Gisement	75.0621				
			873.6552	492077.1896	4070781.5177
Clothoïde		56.2500			
Paramètre	150.0000				
			929.9052	492129.6563	4070801.7642
Arc de cercle		165.5057			
X Centre	492256.0183				
Y Centre	4070422.2479				
Rayon	400.0000				
			1095.4109	492292.9073	4070820.5433
Clothoïde		56.2500			
Paramètre	-150.0000				

Elements d'axe		Longueur (m)	Abcisse	X	Y
			1151.6609	492348.6008	4070812.7386
Alignement droit		93.3011			
Gisement	110.3557				
			1244.9620	492440.6703	4070797.6285
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	-196.0000				
			1341.0020	492535.9277	4070785.8858
Arc de cercle		124.9369			
X Centre	492552.9691				
Y Centre	4071185.5226				
Rayon	400.0000				
			1465.9389	492659.5560	4070799.9850
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	196.0000				
			1561.9789	492749.7234	4070832.8746
Alignement droit		221.2856			
Gisement	75.1861				
			1783.2646	492954.4113	4070916.9590
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	196.0000				
			1879.3046	493044.5786	4070949.8485
Arc de cercle		79.6867			
X Centre	493151.1656				
Y Centre	4070564.3109				
Rayon	400.0000				
			1958.9913	493122.9853	4070963.3170
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	-196.0000				
			2055.0313	493218.9594	4070962.4025
Alignement droit		152.8272			
Gisement	103.1539				
			2207.8585	493371.5991	4070954.8344
Clothoïde		91.1250			
Paramètre	270.0000				
			2298.9835	493462.4971	4070948.5958
Arc de cercle		80.5403			
X Centre	493377.4628				
Y Centre	4070153.1279				
Rayon	800.0000				
			2379.5238	493542.0154	4070936.0216
Clothoïde		91.1250			
Paramètre	-270.0000				
			2470.6488	493630.4033	4070913.9096
Alignement droit		217.9406			
Gisement	116.8146				
			2688.5894	493840.7862	4070857.0135
Clothoïde		91.1250			
Paramètre	-270.0000				
			2779.7144	493929.1742	4070834.9015

Arc de cercle		7.6990			
X Centre	494093.7267				
Y Centre	4071617.7951				
Rayon	800.0000				
Éléments d'axe		Longueur (m)	Abcisse	X	Y
			2787.4134	493936.7160	4070833.3541
Clothoïde		91.1250			
Paramètre	270.0000				
			2878.5384	494026.6703	4070818.8765
Alignement droit		225.8094			
Gisement	108.9504				
			3104.3478	494250.2516	4070787.2338
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	196.0000				
			3200.3878	494344.6691	4070769.9938
Arc de cercle		417.2116			
X Centre	494241.5885				
Y Centre	4070383.5039				
Rayon	400.0000				
			3617.5994	494627.4020	4070489.0877
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	-196.0000				
			3713.6394	494645.2537	4070394.7840
Alignement droit		1.8150			
Gisement	190.6369				
			3715.4544	494645.5197	4070392.9886
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	-196.0000				
			3811.4944	494663.3714	4070298.6849
Arc de cercle		129.6623			
X Centre	495049.1849				
Y Centre	4070404.2686				
Rayon	400.0000				
			3941.1567	494717.0940	4070181.2987
Clothoïde		96.0400			
Paramètre	196.0000				
			4037.1967	494776.7944	4070106.1474
Alignement droit		152.0654			
Gisement	154.7153				
			4189.2621	494876.0691	4069990.9588
Clothoïde		48.0000			
Paramètre	120.0000				
			4237.2621	494906.4164	4069953.7871
Arc de cercle		519.4894			
X Centre	494664.2435				
Y Centre	4069776.7212				
Rayon	300.0000				
			4756.7514	494800.2420	4069509.3182
Clothoïde		48.0000			
Paramètre	-120.0000				
			4804.7514	494756.3708	4069489.8757
Alignement		217.2547			

---

droit					
Gisement	275.1403				
			5022.0061	494555.4710	4069407.1784
Longueur totale		5022.0061			

Nom du dessin : **SECTION 03**Date du listing : **23/05/2021** à 13:46:40.

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
			0.0000	496403.0765	4066692.0447
<b>Alignement droit</b>		348.7354			
Gisement	213.8342				
			348.7354	496327.8888	4066351.5109
<b>Clothoïde</b>		96.0400			
Paramètre	196.0000				
			444.7754	496303.4634	4066258.6925
<b>Arc de cercle</b>		55.4849			
X Centre	495926.0103				
Y Centre	4066391.0902				
Rayon	400.0000				
			500.2603	496281.5315	4066207.7745
<b>Clothoïde</b>		96.0400			
Paramètre	-196.0000				
			596.3003	496230.8660	4066126.2584
<b>Alignement droit</b>		65.0474			
Gisement	237.9501				
			661.3477	496194.3460	4066072.4304
<b>Clothoïde</b>		96.0400			
Paramètre	-196.0000				
			757.3877	496143.6805	4065990.9143
<b>Arc de cercle</b>		448.5723			
X Centre	496499.2017				
Y Centre	4065807.5986				
Rayon	400.0000				
			1205.9600	496179.6487	4065567.0037
<b>Clothoïde</b>		96.0400			
Paramètre	196.0000				
			1302.0000	496243.3241	4065495.1893
<b>Alignement droit</b>		81.4608			
Gisement	151.2724				
			1383.4609	496299.7630	4065436.4481
<b>Clothoïde</b>		75.0000			
Paramètre	150.0000				
			1458.4609	496349.3934	4065380.2876
<b>Arc de cercle</b>		137.8915			
X Centre	496108.8384				
Y Centre	4065201.0300				
Rayon	300.0000				
			1596.3524	496403.9499	4065254.9669
<b>Clothoïde</b>		75.0000			
Paramètre	-150.0000				

			1671.3524	496411.2408	4065180.3745
Alignement droit		154.5277			
Gisement	196.4494				
			1825.8801	496419.8548	4065026.0870
Clothoïde		64.2857			
Paramètre	-150.0000				
			1890.1658	496425.3990	4064962.0650
Arc de cercle		150.7902			
X Centre	496771.5929				
Y Centre	4065013.5410				
Rayon	350.0000				
			2040.9560	496478.5319	4064822.1899
Clothoïde		64.2857			
Paramètre	150.0000				
			2105.2417	496516.8914	4064770.6331
Alignement droit		38.5288			
Gisement	157.3289				
			2143.7706	496540.8256	4064740.4400
Clothoïde		56.2500			
Paramètre	150.0000				
			2200.0206	496574.7181	4064695.5627
Arc de cercle		248.1165			
X Centre	496244.5755				
Y Centre	4064469.7180				
Rayon	400.0000				
			2448.1370	496644.4928	4064461.5872
Clothoïde		56.2500			
Paramètre	-150.0000				
			2504.3870	496640.7163	4064405.4765
Alignement droit		193.7210			
Gisement	205.7704				
			2698.1080	496623.1813	4064212.5508
Clothoïde		64.2857			
Paramètre	150.0000				
			2762.3937	496615.4086	4064148.7610
Arc de cercle		154.1581			
X Centre	496271.2196				
Y Centre	4064212.2743				
Rayon	350.0000				
			2916.5518	496555.4801	4064008.0784
Clothoïde		64.2857			
Paramètre	-150.0000				
			2980.8375	496514.8655	4063958.2787
Alignement droit		329.0921			
Gisement	245.5034				
			3309.9297	496299.1651	4063709.7330
Clothoïde		64.0000			
Paramètre	-160.0000				
			3373.9297	496258.5321	4063660.3100
Arc de cercle		149.6554			
X Centre	496580.6163				

Y Centre	4063423.1144				
Rayon	400.0000				

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
			3523.5851	496194.1249	4063526.1892
Clothoïde		64.0000			
Paramètre	160.0000				
			3587.5851	496180.9567	4063463.5771
Alignement droit		468.9459			
Gisement	211.4991				
			4056.5309	496096.7120	4063002.2604
Clothoïde		64.0000			
Paramètre	-160.0000				
			4120.5309	496086.9001	4062939.0355
Arc de cercle		166.8441			
X Centre	496484.8766				
Y Centre	4062898.8523				
Rayon	400.0000				
			4287.3751	496104.7423	4062774.3620
Clothoïde		64.0000			
Paramètre	160.0000				
			4351.3751	496127.8682	4062714.7058
Alignement droit		304.6465			
Gisement	174.7591				
			4656.0216	496245.5154	4062433.6922
Clothoïde		104.1667			
Paramètre	250.0000				
			4760.1882	496282.9331	4062336.5153
Arc de cercle		961.5988			
X Centre	495711.4739				
Y Centre	4062153.6646				
Rayon	600.0000				
			5721.7870	495876.0233	4061576.6694
Clothoïde		104.1667			
Paramètre	-250.0000				
			5825.9537	495774.3999	4061553.9512
Alignement droit		18.0918			
Gisement	287.8404				
			5844.0455	495756.6371	4061550.5166
Clothoïde		64.2857			
Paramètre	-150.0000				
			5908.3312	495693.9471	4061536.3917
Arc de cercle		180.6682			
X Centre	495791.6264				
Y Centre	4061200.2983				
Rayon	350.0000				
			6088.9995	495540.7873	4061444.3879
Clothoïde		64.2857			
Paramètre	150.0000				
			6153.2852	495498.8733	4061395.6767
Alignement droit		153.6955			

Gisement	243.2854				
			6306.9807	495402.2397	4061276.1600
Clothoïde		66.6667			
Paramètre	200.0000				

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
			6373.6473	495359.3772	4061225.1107
Arc de cercle		121.7802			
X Centre	494914.4720				
Y Centre	4061627.6768				
Rayon	600.0000				
			6495.4276	495269.0967	4061143.6919
Clothoïde		66.6667			
Paramètre	-200.0000				
			6562.0942	495213.9060	4061106.3126
Alignement droit		254.6486			
Gisement	263.2802				
			6816.7428	495000.4556	4060967.4428
Longueur totale		6816.7428			

**COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Description**

Nom du dessin : **SECTION 01.**

Date du listing : **23/05/2021** à 13:48:49.

Caractéristiques	Longueur 2D (m)	Longueur 3D (m)	S = Abscisse	Z = Altitude
			0.000	15.290
Rampe = 0.944 %	474.266	474.287		
			474.266	19.767
Arc de cercle	251.416	251.470		
Rayon = 12000.0000				
			725.682	24.776
Rampe = 3.041 %	449.370	449.578		
			1175.052	38.439
Arc de cercle	399.798	400.076		
Rayon = 30000.0000				
			1574.850	53.264
Rampe = 4.376 %	205.481	205.678		
			1780.331	62.256
Arc de cercle	30.391	30.420		
Rayon = 30000.0000				
			1810.722	63.601
Rampe = 4.478 %	262.383	262.645		
			2073.104	75.349
Arc de cercle	211.341	211.394		
Rayon = - 3000.0000				
S haut = 2207.059				
Z haut = 78.352				
			2284.445	77.360
Pente = -1.320 %	2.348	2.348		
			2286.793	77.329
Arc de cercle	125.871	125.903		
Rayon = 2200				
S bas = 2316.792				
Z bas = 77.138				
			2412.664	79.270
Rampe = 4.406 %	47.649	47.695		
			2460.313	81.370
Arc de cercle	315.701	315.786		
Rayon = - 4000.0000				
S haut = 2636.256				
Z haut = 85.247				
			2776.014	82.809
Pente = -3.493 %	40.459	40.484		
			2816.472	81.396
Arc de cercle	167.104	167.133		
Rayon = 4000.0000				

S bas = 2956.444				
Z bas = 78.959				
			2983.576	79.053
Rampe = 0.687 %	385.292	385.301		
			3368.869	81.701
Arc de cercle	260.376	260.435		
Rayon = 10000.0000				
			3629.244	86.881
Rampe = 3.293 %	379.353	379.559		
			4008.597	99.372
Arc de cercle	177.412	177.569		
Rayon = 10000.0000				
			4186.009	106.790
Rampe = 5.071 %	142.178	142.361		
			4328.187	114.001
Arc de cercle	193.592	193.874		
Rayon = 30000.0000				
			4521.779	124.446
Rampe = 5.720 %	1.736	1.739		
			4523.515	124.545
Arc de cercle	390.648	391.074		
Rayon = - 18000.0000				
			4914.163	142.634
Rampe = 3.542 %	0.997	0.998		
			4915.160	142.669
Arc de cercle	84.282	84.343		
Rayon = 17000.0000				
			4999.442	145.864
Rampe = 4.039 %	22.564	22.582		
			5022.006	146.775
Longueur totale	5022.006			

Nom du dessin : **SECTION 03.**Date du listing : **23/05/2021** à 13:47:50

Caractéristiques	Longueur 2D (m)	Longueur 3D (m)	S = Abscisse	Z = Altitude
			21.239	184.651
<b>Pente = -0.954 %</b>	224.318	224.328		
			245.557	182.510
<b>Arc de parabole</b>	242.566	242.573		
Rayon = 10000.0000				
S bas = 341.557				
Z bas = 182.054				
			488.123	183.137
<b>Rampe = 1.471 %</b>	276.217	276.247		
			764.340	187.201
<b>Arc de parabole</b>	289.981	290.153		
Rayon = 8000.0000				
			1054.322	196.723
<b>Rampe = 5.096 %</b>	199.738	199.997		
			1254.060	206.902
<b>Arc de parabole</b>	77.387	77.504		
Rayon = 10000.0000				
			1331.447	211.145
<b>Rampe = 5.870 %</b>	264.893	265.349		
			1596.340	226.694
<b>Arc de parabole</b>	288.490	288.627		
Rayon = - 4000.0000				
S haut = 1830.340				
Z haut = 233.586				
			1884.830	233.225
<b>Pente = -1.342 %</b>	215.144	215.163		
			2099.974	230.338
<b>Arc de parabole</b>	127.866	127.913		
Rayon = - 5000.0000				
			2227.839	226.986
<b>Pente = -3.900 %</b>	649.932	650.426		
			2877.771	201.642
<b>Arc de parabole</b>	261.933	262.012		
Rayon = 8000.0000				
			3139.705	195.716
<b>Pente = -0.625 %</b>	249.754	249.759		
			3389.458	194.154
<b>Arc de parabole</b>	215.209	215.257		
Rayon = - 8000.0000				
			3604.667	189.913
<b>Pente = -3.316 %</b>	247.957	248.094		
			3852.624	181.692
<b>Arc de parabole</b>	249.449	249.509		
Rayon = 10000.0000				
			4102.073	176.532

---

Pente = -0.821 %	795.696	795.723		
			4897.770	170.000
Arc de parabole	171.553	171.555		
Rayon = 25000.0000				
			5069.323	169.180
Pente = -0.5 %	1714.135	1714.137		
			6783.458	166.869
Longueur totale	6762.219			

Tableau : Bilan des essais géotechniques.

	Essais in situ						Essais en laboratoire				
	Puits de reconnaissance (U) /	Sondage Carotté (ML)	Essais SPT (U)	tube piézométrique (ML)	(U) Prélèvement des échantillons	Prospection Et cartographie	Essais d'identifications	Essais Mécanique			
								Essais de compactage et de portance Proctor et CBR	Essai œdométrique	Cisaillement à la boîte	
Sols de support	16	/	/	/	16	/	16	13		/	
Assises des remblais	/	85	44	85	16	/	16	/	16	16	
Zones de grands déblais	/	63	33	63	16	/	16	/		16	
Fondations d'ouvrages d'art		272	64	272	32	/	32	/	32	32	
Profils en long géotechnique	/	/	/	/	/	01	/	/	/	/	
Carrière rocheux	/	/	/	/	08	01	04	/	/		
Gite d'emprunt	01	/	/	/	03	01	03	/	/		
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>420</b>	<b>141</b>	<b>420</b>	<b>94</b>	<b>03</b>	<b>84</b>	<b>13</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	

Tableau : aperçu des résultats de reconnaissance en laboratoire des puits (SETS).

Puits	Profondeur (m)	Wn %	Granularité			Plasticité			Proctor modifié		I.CBR	Classif GTR	Classif CTTP
			D <sub>max</sub> %	2mm %	80µ %	WL %	IP %	VBS (%)	δd <sub>max</sub> (t/m <sup>3</sup> )	W <sub>opt</sub> %			
<b>LOT 01</b>													
<b>K1</b>	0.00 – 2.00	5.56	< 50mm	87	10.89	/	/	0.39	1.92	8.80	22.46	<b>B2</b>	<b>S2</b>
<b>K2</b>	0.00 – 2.50	7.49	< 50mm	99	16.59	/	/	0.50	1.93	8.80	11.43	<b>B5</b>	
<b>K3</b>	0.00 – 2.60	13.82	< 50mm	94	77.04	48	20	/	1.85	13.20	4.22	<b>A2</b>	<b>S4</b>
<b>K4</b>	0.00 – 2.50	18.23	< 50mm	94	70.22	49	18	/	1.83	12.30	2.59	<b>A2</b>	
<b>K5</b>	0.00 – 2.10	26.68	< 50mm	99	97.99	65	27	/	1.48	13.00	1.40	<b>A3</b>	
<b>LOT 02</b>													
<b>K6</b>	0.00 – 2.30	8.09	< 50mm	99	28.61	/	/	0.66	1.99	8.10	10.42	<b>B5</b>	<b>S2</b>
<b>K7</b>	0.00 – 2.00	7.40	< 50mm	90	17.34	/	/	0.31	2.04	7.20	13.97	<b>B5</b>	
<b>K8</b>	0.00 – 2.00	10.30	< 50mm	73	28.33	/	/	0.66	2.06	9.80	10.53	<b>B5</b>	
<b>LOT 03</b>													
<b>K9</b>	0.00 – 2.20	22.29	< 50mm	99	98.90	65	29	/	/	/	< 5	<b>A3</b>	<b>S4</b>
<b>K10</b>	0.00 – 2.00	15.13	< 50mm	92	61.45	53	24	/	1.75	16.90	1.63	<b>A2</b>	
<b>LOT 04</b>													
<b>K11</b>	0.00 – 2.00	12.50	< 50mm	95	83.01	53	25	/	1.83	14.80	1.47	<b>A2</b>	<b>S4</b>
<b>K12</b>	0.00 – 2.00	21.61	< 50mm	99	94.37	55	29	/	1.69	18.00	3.04	<b>A3</b>	
<b>K13</b>	0.00 – 2.00	2.95	< 50mm	69	9.30	/	/	0.13	1.73	8.90	12.19	<b>B3</b>	<b>S2</b>

**Légende :****Wn:** Teneur en eau naturelle.**D<sub>max</sub> % :** Diamètre du plus gros élément.**2,00 mm :** Tamisât à 2,00 mm.**80 µm :** Tamisât à 80µm.**WL:** Limite de liquidité.**IP:** Indice de plasticité.**VBS :** Valeur de bleu de méthylène.**W<sub>opt</sub> :** teneur en eau optimum.**δd<sub>max</sub> :** masse volumique optimum.**I.CBR :** indice CBR imbibé.

## VOLUMES DE CHAUSSÉE- SECTION 01-

<b>Num.</b>	<b>Abscisse</b>	<b>BB</b>	<b>GB</b>	<b>GNT</b>	<b>TUF</b>	<b>ACCOTEMENT</b>	<b>TPC</b>
<b>PROF</b>	<b>Curviligne</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>
P 1	0	14,4	37,32	91,14	77,837	5,54	0,9
P 2	25	28,8	74,62	182,3	155,675	11,06	1,82
P 3	50	28,8	74,62	182,3	155,675	11,06	1,82
P 4	75	28,8	74,63	182,3	159,099	11,05	1,82
P 5	100	28,8	74,62	182,36	190,566	10,86	1,82
P 6	125	28,8	74,62	182,41	223,232	10,68	1,81
P 7	150	28,8	74,63	181,29	194,065	5,53	1,81
P 8	175	28,8	74,62	182,43	110,029	10,55	1,79
P 9	200	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 10	225	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 11	250	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 12	275	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 13	300	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 14	325	28,8	74,62	182,43	240,484	10,57	1,8
P 15	350	28,8	74,62	182,43	235,397	10,6	1,81
P 16	375	28,8	74,63	182,39	205,759	10,78	1,81
P 17	400	28,8	74,62	182,33	173,717	10,96	1,82
P 18	425	28,8	74,62	182,29	157,145	11,07	1,82
P 19	450	28,8	74,62	182,39	211,424	10,75	1,81
P 20	475	28,8	74,62	181,13	236,111	5	1,81
P 21	500	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 22	525	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 23	550	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 24	575	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 25	600	28,8	74,63	180,13	104,071	4,93	1,79
P 26	625	28,8	74,63	182,43	109,741	10,55	1,79
P 27	650	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 28	675	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 29	700	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 30	725	28,8	74,63	182,43	110,029	10,55	1,79
P 31	750	28,8	74,62	182,43	110,03	10,55	1,79
P 32	775	28,8	74,62	182,42	225,348	10,66	1,81
P 33	800	28,8	74,63	182,32	170,097	10,99	1,82
P 34	825	28,8	74,62	182,3	155,675	11,06	1,82
P 35	850	28,8	74,62	182,3	155,675	11,06	1,82
P 36	875	28,8	74,62	182,3	158,412	11,05	1,82
P 37	900	28,8	74,63	182,4	447,581	10,74	1,81
P 38	925	28,8	74,63	182,43	473,489	10,57	1,81
P 39	950	28,8	74,63	182,43	327,836	5,62	1,79
P 40	975	28,8	74,63	182,43	326,128	4,93	1,79
P 41	1000	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
P 42	1025	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79

<b>P 43</b>	1050	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 44</b>	1075	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 45</b>	1100	28,8	74,63	182,43	489,46	10,56	1,81
<b>P 46</b>	1125	28,8	74,63	182,4	470,32	10,74	1,81
<b>P 47</b>	1150	28,8	74,63	182,3	412,628	11,04	1,82
<b>P 48</b>	1175	28,8	74,62	182,3	408,631	11,06	1,82
<b>P 49</b>	1200	28,8	74,62	182,3	408,631	11,06	1,82
<b>P 50</b>	1225	28,8	74,62	182,3	378,833	5,53	1,82
<b>P 51</b>	1250	28,8	74,62	182,3	404,213	11,04	1,82
<b>P 52</b>	1275	28,8	74,62	182,36	426,644	10,85	1,82
<b>P 53</b>	1300	28,8	74,62	182,43	461,809	10,66	1,81
<b>P 54</b>	1325	28,8	74,63	182,43	465,392	10,58	1,81
<b>P 55</b>	1350	28,8	74,63	182,43	346,181	10,55	1,79
<b>P 56</b>	1375	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 57</b>	1400	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 58</b>	1425	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 59</b>	1450	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 60</b>	1475	28,8	74,62	182,43	489,637	10,56	1,81
<b>P 61</b>	1500	28,8	74,63	182,44	491,378	10,6	1,81
<b>P 62</b>	1525	28,8	74,63	182,38	458,888	10,8	1,81
<b>P 63</b>	1550	28,8	74,62	182,32	425,096	10,99	1,82
<b>P 64</b>	1575	28,8	74,62	182,3	408,631	11,06	1,82
<b>P 65</b>	1600	28,8	74,62	182,3	384,216	11,06	1,82
<b>P 66</b>	1625	28,8	74,62	182,3	386,675	11,06	1,82
<b>P 67</b>	1650	28,8	74,62	182,3	386,675	11,06	1,82
<b>P 68</b>	1675	28,8	74,62	182,3	386,675	11,06	1,82
<b>P 69</b>	1700	28,8	74,62	182,3	386,675	11,06	1,82
<b>P 70</b>	1725	28,8	74,62	182,3	386,675	11,06	1,82
<b>P 71</b>	1750	28,8	74,62	182,3	397,653	11,06	1,82
<b>P 72</b>	1775	28,8	74,62	182,29	382,328	5,54	1,82
<b>P 73</b>	1800	28,8	74,63	182,33	383,722	5,51	1,82
<b>P 74</b>	1825	28,8	74,63	182,39	443,073	10,76	1,81
<b>P 75</b>	1850	28,8	74,62	182,44	471,861	10,6	1,81
<b>P 76</b>	1875	28,8	74,62	182,43	477,314	10,56	1,8
<b>P 77</b>	1900	28,8	74,63	182,43	336,867	10,55	1,79
<b>P 78</b>	1925	28,8	74,63	182,43	336,867	10,55	1,79
<b>P 79</b>	1950	28,8	74,63	182,43	336,867	10,55	1,79
<b>P 80</b>	1975	28,8	74,63	182,43	474,452	10,58	1,81
<b>P 81</b>	2000	28,8	74,62	182,43	472,096	10,66	1,81
<b>P 82</b>	2025	28,8	74,62	182,36	438,672	10,85	1,82
<b>P 83</b>	2050	28,8	74,62	182,3	404,559	11,04	1,82
<b>P 84</b>	2075	28,8	74,62	182,3	397,653	11,06	1,82
<b>P 85</b>	2100	28,8	74,62	182,3	397,653	11,06	1,82
<b>P 86</b>	2125	28,8	74,62	182,3	397,653	11,06	1,82
<b>P 87</b>	2150	28,8	74,62	181	356,808	5,53	1,82
<b>P 88</b>	2175	28,8	74,62	182,3	365,27	5,53	1,82
<b>P 89</b>	2200	28,8	74,62	182,29	370,464	5,53	1,82

<b>P 90</b>	2225	28,8	74,63	182,32	403,496	10,98	1,82
<b>P 91</b>	2250	28,8	74,62	182,36	428,612	10,84	1,81
<b>P 92</b>	2275	28,8	74,63	182,41	454,355	10,7	1,81
<b>P 93</b>	2300	28,8	74,62	182,43	336,971	10,6	1,81
<b>P 94</b>	2325	28,8	74,62	182,44	336,97	10,61	1,81
<b>P 95</b>	2350	28,8	74,62	182,44	336,97	10,61	1,81
<b>P 96</b>	2375	28,8	74,63	182,44	336,97	10,6	1,81
<b>P 97</b>	2400	28,8	74,63	182,42	453,01	10,68	1,81
<b>P 98</b>	2425	28,8	74,62	182,37	402,915	5,5	1,81
<b>P 99</b>	2450	28,8	74,63	182,33	385,617	5,52	1,82
<b>P 100</b>	2475	28,8	74,63	182,29	386,675	11,07	1,82
<b>P 101</b>	2500	28,8	74,62	182,3	386,675	11,06	1,82
<b>P 102</b>	2525	28,8	74,62	182,3	384,466	11,06	1,82
<b>P 103</b>	2550	28,8	74,62	182,3	393,491	11,06	1,82
<b>P 104</b>	2575	28,8	74,62	182,3	397,653	11,06	1,82
<b>P 105</b>	2600	28,8	74,62	182,3	376,035	11,06	1,82
<b>P 106</b>	2625	28,8	74,62	182,3	385,124	11,06	1,82
<b>P 107</b>	2650	28,8	74,62	182,3	386,675	11,06	1,82
<b>P 108</b>	2675	28,8	74,62	182,3	386,607	11,06	1,82
<b>P 109</b>	2700	28,8	74,62	182,31	396,6	11,01	1,82
<b>P 110</b>	2725	28,8	74,63	182,36	422,836	10,88	1,82
<b>P 111</b>	2750	28,8	74,62	182,4	448,424	10,74	1,81
<b>P 112</b>	2775	28,8	74,62	182,43	336,984	10,61	1,81
<b>P 113</b>	2800	28,8	74,63	182,42	337,061	10,63	1,81
<b>P 114</b>	2825	28,8	74,62	182,39	440,265	10,77	1,81
<b>P 115</b>	2850	28,8	74,63	182,34	414,88	10,92	1,82
<b>P 116</b>	2875	28,8	74,63	180,11	357,761	5,52	1,82
<b>P 117</b>	2900	28,8	74,62	182,3	383,389	11,06	1,82
<b>P 118</b>	2925	28,8	74,62	182,26	374,803	5,53	1,82
<b>P 119</b>	2950	28,8	74,62	182,23	374,166	5,53	1,82
<b>P 120</b>	2975	28,8	74,62	182,3	397,653	11,06	1,82
<b>P 121</b>	3000	28,8	74,62	182,3	397,653	11,06	1,82
<b>P 122</b>	3025	28,8	74,62	182,3	397,653	11,06	1,82
<b>P 123</b>	3050	28,8	74,62	179,54	364,007	5,53	1,82
<b>P 124</b>	3075	28,8	74,62	182,3	417,38	11,06	1,82
<b>P 125</b>	3100	28,8	74,63	182,29	408,631	11,07	1,82
<b>P 126</b>	3125	28,8	74,62	182,34	426,038	10,92	1,82
<b>P 127</b>	3150	28,8	74,63	182,4	448,588	10,73	1,81
<b>P 128</b>	3175	28,8	74,62	182,43	437,864	10,59	1,81
<b>P 129</b>	3200	28,8	74,62	182,43	419,221	10,55	1,79
<b>P 130</b>	3225	28,8	74,63	182,43	336,867	10,55	1,79
<b>P 131</b>	3250	28,8	74,63	182,43	336,867	10,55	1,79
<b>P 132</b>	3275	28,8	74,63	182,43	324,334	4,93	1,79
<b>P 133</b>	3300	28,8	74,63	182,43	334,256	10,55	1,79
<b>P 134</b>	3325	28,8	74,63	182,43	336,867	10,55	1,79
<b>P 135</b>	3350	28,8	74,63	182,43	328,534	10,55	1,79
<b>P 136</b>	3375	28,8	74,63	180,49	313,831	4,93	1,79

<b>P 137</b>	3400	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 138</b>	3425	28,8	74,63	182,43	336,865	10,55	1,79
<b>P 139</b>	3450	28,8	74,63	182,43	336,867	10,55	1,79
<b>P 140</b>	3475	28,8	74,63	182,43	336,867	10,55	1,79
<b>P 141</b>	3500	28,8	74,63	182,43	341,356	10,55	1,79
<b>P 142</b>	3525	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 143</b>	3550	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 144</b>	3575	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 145</b>	3600	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 146</b>	3625	28,8	74,63	182,43	489,468	10,56	1,8
<b>P 147</b>	3650	28,8	74,63	182,43	491,298	10,6	1,81
<b>P 148</b>	3675	28,8	74,62	182,39	461,08	10,79	1,81
<b>P 149</b>	3700	28,8	74,62	182,33	427,3	10,97	1,82
<b>P 150</b>	3725	28,8	74,62	182,32	421,69	11	1,82
<b>P 151</b>	3750	28,8	74,62	182,38	455,59	10,81	1,81
<b>P 152</b>	3775	28,8	74,63	182,43	488,82	10,63	1,81
<b>P 153</b>	3800	28,8	74,62	182,44	489,861	10,57	1,81
<b>P 154</b>	3825	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 155</b>	3850	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 156</b>	3875	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 157</b>	3900	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 158</b>	3925	28,8	74,63	182,43	346,18	10,55	1,79
<b>P 159</b>	3950	28,8	74,62	182,43	489,607	10,56	1,81
<b>P 160</b>	3975	28,8	74,62	182,44	491,365	10,61	1,81
<b>P 161</b>	4000	28,8	74,63	182,38	459,207	10,8	1,81
<b>P 162</b>	4025	28,8	74,62	182,33	425,386	10,99	1,82
<b>P 163</b>	4050	28,8	74,62	182,3	408,631	11,06	1,82
<b>P 164</b>	4075	28,8	74,62	182,3	408,631	11,06	1,82
<b>P 165</b>	4100	28,8	74,62	182,3	408,631	11,06	1,82
<b>P 166</b>	4125	28,8	74,62	182,3	408,631	11,06	1,82
<b>P 167</b>	4150	28,8	74,62	182,3	408,631	11,06	1,82
<b>P 168</b>	4175	28,8	74,62	182,3	408,631	11,06	1,82
<b>P 169</b>	4200	28,8	74,62	182,35	441,054	10,9	1,82
<b>P 170</b>	4225	28,8	74,62	182,43	479,028	10,62	1,81
<b>P 171</b>	4250	28,8	74,62	182,4	336,035	10,59	1,79
<b>P 172</b>	4275	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 173</b>	4300	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 174</b>	4325	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 175</b>	4350	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 176</b>	4375	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 177</b>	4400	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 178</b>	4425	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 179</b>	4450	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 180</b>	4475	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 181</b>	4500	28,8	74,62	182,4	336,995	10,59	1,79
<b>P 182</b>	4525	28,8	74,62	182,4	347,324	10,59	1,79
<b>P 183</b>	4550	28,8	74,62	182,4	347,324	10,59	1,79

<b>P 184</b>	4575	28,8	74,62	182,06	317,365	4,55	1,79
<b>P 185</b>	4600	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 186</b>	4625	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 187</b>	4650	28,8	74,62	182,4	347,324	10,59	1,79
<b>P 188</b>	4675	28,8	74,62	182,4	347,324	10,59	1,79
<b>P 189</b>	4700	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 190</b>	4725	28,8	74,62	182,4	337,044	10,59	1,79
<b>P 191</b>	4750	28,8	74,62	182,41	321,952	4,55	1,79
<b>P 192</b>	4775	28,8	74,63	182,43	488,233	10,62	1,81
<b>P 193</b>	4800	28,8	74,62	182,32	423,327	11	1,82
<b>P 194</b>	4825	28,8	74,62	182,3	408,631	11,06	1,82
<b>P 195</b>	4850	28,8	74,62	182,3	408,631	11,06	1,82
<b>P 196</b>	4875	28,8	74,62	182,3	397,653	11,06	1,82
<b>P 197</b>	4900	28,8	74,62	182,3	397,653	11,06	1,82
<b>P 198</b>	4925	28,8	74,62	182,3	385,144	11,06	1,82
<b>P 199</b>	4950	28,8	74,62	181,33	349,879	5,53	1,82
<b>P 200</b>	4975	28,8	74,62	182,3	408,632	11,06	1,82
<b>P 201</b>	5000	14,4	37,32	91,14	204,317	5,54	0,9
<b>Total</b>	/	<b>5760</b>	<b>14924,84</b>	<b>36460,72</b>	<b>69400,22</b>	<b>2032,4</b>	<b>361,26</b>

## VOLUMES DE CHAUSSEE -SECTION 03-

<b>Num.</b>	<b>Abscisse</b>	<b>BB</b>	<b>GB</b>	<b>GNT</b>	<b>TUF</b>	<b>ACCOTEMENT</b>	<b>TPC</b>
<b>PROF</b>	<b>Curviligne</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>
<b>P 1</b>	0	19,66	67,5	104,56	255,041	5,76	0,9
<b>P 2</b>	25	39,3	135	206,08	488,544	5,76	1,82
<b>P 3</b>	50	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 4</b>	75	39,3	135	208,65	496,979	5,76	1,82
<b>P 5</b>	100	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 6</b>	125	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 7</b>	150	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 8</b>	175	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 9</b>	200	39,3	135	209,24	682,433	11,01	1,8
<b>P 10</b>	225	39,3	135	209,24	682,433	11,01	1,8
<b>P 11</b>	250	39,3	135	209,24	682,433	11,01	1,8
<b>P 12</b>	275	39,3	135	209,24	614,931	11,01	1,8
<b>P 13</b>	300	39,3	135	209,24	659,663	11,01	1,8
<b>P 14</b>	325	39,3	135	209,24	659,663	11,01	1,8
<b>P 15</b>	350	39,3	134,99	209,23	441,939	10,82	1,88
<b>P 16</b>	375	39,3	134,99	209,23	441,962	10,83	1,88
<b>P 17</b>	400	39,3	134,99	209,23	441,988	10,83	1,88
<b>P 18</b>	425	39,3	134,99	209,22	442,013	10,85	1,88
<b>P 19</b>	450	39,3	134,99	209,23	442,033	10,85	1,88
<b>P 20</b>	475	39,3	134,99	209,23	442,034	10,85	1,88
<b>P 21</b>	500	39,3	134,99	209,22	442,031	10,85	1,88
<b>P 22</b>	525	39,3	134,99	209,23	442,008	10,85	1,88
<b>P 23</b>	550	39,3	134,99	209,22	441,983	10,83	1,88
<b>P 24</b>	575	39,3	134,99	209,23	441,957	10,83	1,88
<b>P 25</b>	600	39,3	134,99	209,24	682,294	11	1,8
<b>P 26</b>	625	39,3	135	209,24	682,433	11,01	1,8
<b>P 27</b>	650	39,3	135	209,24	659,665	11,01	1,8
<b>P 28</b>	675	39,3	134,99	209,24	441,921	10,81	1,88
<b>P 29</b>	700	39,3	134,99	209,24	441,895	10,8	1,88
<b>P 30</b>	725	39,3	134,99	209,24	441,869	10,8	1,88
<b>P 31</b>	750	39,3	135	209,24	441,844	10,78	1,88
<b>P 32</b>	775	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 33</b>	800	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88

<b>P 34</b>	825	39,3	134,99	207,92	421,697	5,72	1,88
<b>P 35</b>	850	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 36</b>	875	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 37</b>	900	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 38</b>	925	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 39</b>	950	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 40</b>	975	39,3	134,99	209,25	439,318	10,78	1,88
<b>P 41</b>	1000	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 42</b>	1025	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 43</b>	1050	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 44</b>	1075	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 45</b>	1100	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 46</b>	1125	39,3	134,99	209,23	426,05	5,06	1,88
<b>P 47</b>	1150	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 48</b>	1175	39,3	134,99	209,25	441,836	10,78	1,88
<b>P 49</b>	1200	39,3	134,99	209,24	441,836	10,78	1,88
<b>P 50</b>	1225	39,3	134,99	209,24	441,855	10,79	1,88
<b>P 51</b>	1250	39,3	134,99	209,24	441,881	10,8	1,88
<b>P 52</b>	1275	39,3	134,99	209,24	441,907	10,81	1,88
<b>P 53</b>	1300	39,3	134,99	209,24	434,969	10,82	1,88
<b>P 54</b>	1325	39,3	135	209,24	682,433	11,01	1,8
<b>P 55</b>	1350	39,3	135	209,24	682,433	11,01	1,8
<b>P 56</b>	1375	39,3	134,99	209,24	682,383	11,01	1,8
<b>P 57</b>	1400	39,3	134,99	209,23	441,964	10,82	1,88
<b>P 58</b>	1425	39,3	134,99	209,22	442,008	10,85	1,88
<b>P 59</b>	1450	39,3	134,99	209,22	442,051	10,86	1,88
<b>P 60</b>	1475	39,3	134,99	209,22	442,067	10,87	1,88
<b>P 61</b>	1500	39,3	134,99	209,22	442,067	10,87	1,88
<b>P 62</b>	1525	39,3	134,99	209,22	442,067	10,87	1,88
<b>P 63</b>	1550	39,3	134,99	209,22	442,067	10,87	1,88
<b>P 64</b>	1575	39,3	134,99	209,22	442,067	10,87	1,88
<b>P 65</b>	1600	39,3	134,99	209,22	442,058	10,86	1,88
<b>P 66</b>	1625	39,3	134,99	209,23	442,016	10,84	1,88
<b>P 67</b>	1650	39,3	134,99	209,23	441,972	10,83	1,88
<b>P 68</b>	1675	39,3	134,99	209,23	659,446	11,01	1,8
<b>P 69</b>	1700	39,3	135	209,24	659,663	11,01	1,8
<b>P 70</b>	1725	39,3	135	209,24	659,663	11,01	1,8
<b>P 71</b>	1750	39,3	135	209,24	659,663	11,01	1,8
<b>P 72</b>	1775	39,3	135	209,24	659,663	11,01	1,8
<b>P 73</b>	1800	39,3	135	209,24	659,663	11,01	1,8
<b>P 74</b>	1825	39,3	134,99	209,23	660,035	11	1,8
<b>P 75</b>	1850	39,3	134,99	209,24	441,892	10,81	1,88

<b>P 76</b>	1875	39,3	135	209,24	441,848	10,78	1,88
<b>P 77</b>	1900	39,3	135	209,24	441,822	10,78	1,88
<b>P 78</b>	1925	39,3	135	209,25	441,821	10,78	1,88
<b>P 79</b>	1950	39,3	135	209,25	441,821	10,78	1,88
<b>P 80</b>	1975	39,3	135	209,25	441,821	10,78	1,88
<b>P 81</b>	2000	39,3	135	209,25	441,821	10,78	1,88
<b>P 82</b>	2025	39,3	135	209,25	441,821	10,78	1,88
<b>P 83</b>	2050	39,3	135	209,25	441,87	10,81	1,89
<b>P 84</b>	2075	39,3	135	209,22	442,288	10,96	1,89
<b>P 85</b>	2100	39,3	135	209,13	443,091	11,26	1,88
<b>P 86</b>	2125	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 87</b>	2150	39,3	134,99	209,14	443,05	11,25	1,88
<b>P 88</b>	2175	39,3	135	209,24	442,16	10,92	1,9
<b>P 89</b>	2200	39,3	135	209,24	441,85	10,8	1,89
<b>P 90</b>	2225	39,3	134,99	209,25	441,845	10,79	1,89
<b>P 91</b>	2250	39,3	134,99	209,25	441,845	10,79	1,89
<b>P 92</b>	2275	39,3	134,99	209,25	441,845	10,79	1,89
<b>P 93</b>	2300	39,3	134,99	209,25	441,845	10,79	1,89
<b>P 94</b>	2325	39,3	134,99	209,25	441,845	10,79	1,89
<b>P 95</b>	2350	39,3	134,99	209,25	441,845	10,79	1,89
<b>P 96</b>	2375	39,3	134,99	209,25	441,845	10,79	1,89
<b>P 97</b>	2400	39,3	134,99	209,25	441,845	10,79	1,89
<b>P 98</b>	2425	39,3	134,99	209,25	441,845	10,79	1,89
<b>P 99</b>	2450	39,3	135	209,25	441,859	10,8	1,89
<b>P 100</b>	2475	39,3	135	209,23	442,23	10,95	1,89
<b>P 101</b>	2500	39,3	135	209,13	443,103	11,27	1,88
<b>P 102</b>	2525	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 103</b>	2550	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 104</b>	2575	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 105</b>	2600	39,3	135	209,07	500,585	5,76	1,82
<b>P 106</b>	2625	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 107</b>	2650	39,3	135	209,12	513,452	11,52	1,82
<b>P 108</b>	2675	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 109</b>	2700	39,3	134,99	209,12	443,18	11,3	1,88
<b>P 110</b>	2725	39,3	135	209,21	442,405	11,01	1,89
<b>P 111</b>	2750	39,3	135	209,25	429,465	5,61	1,89
<b>P 112</b>	2775	39,3	135	209,25	441,821	10,78	1,88
<b>P 113</b>	2800	39,3	135	209,25	439,274	10,78	1,88
<b>P 114</b>	2825	39,3	135	209,25	441,821	10,78	1,88
<b>P 115</b>	2850	39,3	135	209,25	441,821	10,78	1,88
<b>P 116</b>	2875	39,3	135	209,25	441,821	10,78	1,88
<b>P 117</b>	2900	39,3	135	209,25	441,821	10,78	1,88

<b>P 118</b>	2925	39,3	135	209,25	430,804	5,17	1,89
<b>P 119</b>	2950	39,3	135	209,22	442,267	10,96	1,89
<b>P 120</b>	2975	39,3	135	209,14	443,075	11,26	1,88
<b>P 121</b>	3000	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 122</b>	3025	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 123</b>	3050	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 124</b>	3075	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 125</b>	3100	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 126</b>	3125	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 127</b>	3150	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 128</b>	3175	39,3	135	209,12	522,683	11,52	1,82
<b>P 129</b>	3200	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 130</b>	3225	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 131</b>	3250	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 132</b>	3275	39,3	135	209,12	526,418	11,52	1,82
<b>P 133</b>	3300	39,3	135	209,11	526,418	11,52	1,82
<b>P 134</b>	3325	39,3	135	209,17	442,835	11,15	1,89
<b>P 135</b>	3350	39,3	135	209,25	442,011	10,87	1,9
<b>P 136</b>	3375	39,3	135	209,24	441,849	10,8	1,89
<b>P 137</b>	3400	52,4	100,87	138,49	435,327	11,91	2,03
<b>P 138</b>	3425	52,4	100,87	138,49	435,327	11,91	2,03
<b>P 139</b>	3450	52,4	100,87	138,49	435,327	11,91	2,03
<b>P 140</b>	3475	52,4	100,87	138,49	435,327	11,91	2,03
<b>P 141</b>	3500	52,4	100,87	138,49	435,327	11,91	2,03
<b>P 142</b>	3525	52,4	100,88	138,5	435,324	11,92	2,03
<b>P 143</b>	3550	52,4	100,87	138,49	435,344	11,97	2,04
<b>P 144</b>	3575	52,4	100,88	138,45	432,186	12,18	2,05
<b>P 145</b>	3600	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 146</b>	3625	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 147</b>	3650	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 148</b>	3675	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 149</b>	3700	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 150</b>	3725	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 151</b>	3750	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 152</b>	3775	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 153</b>	3800	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 154</b>	3825	52,4	100,88	138,44	514,197	12,28	2,06
<b>P 155</b>	3850	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 156</b>	3875	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 157</b>	3900	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 158</b>	3925	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 159</b>	3950	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06

<b>P 160</b>	3975	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 161</b>	4000	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 162</b>	4025	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 163</b>	4050	52,4	100,88	138,43	518,149	12,27	2,06
<b>P 164</b>	4075	52,4	100,88	138,46	435,898	12,13	2,05
<b>P 165</b>	4100	52,4	100,87	138,5	435,254	11,94	2,04
<b>P 166</b>	4125	52,4	100,87	138,5	435,329	11,92	2,03
<b>P 167</b>	4150	52,4	100,87	138,49	435,327	11,91	2,03
<b>P 168</b>	4175	52,4	100,87	138,49	435,327	11,91	2,03
<b>P 169</b>	4200	52,4	100,87	138,49	435,327	11,91	2,03
<b>P 170</b>	4225	52,4	100,87	138,49	435,327	11,91	2,03
<b>P 171</b>	4250	52,4	100,87	138,49	435,327	11,91	2,03
<b>P 172</b>	4275	52,4	100,87	138,49	435,327	11,91	2,03
<b>P 173</b>	4300	52,4	100,87	138,5	435,276	11,93	2,04
<b>P 174</b>	4325	52,4	100,87	138,47	435,666	12,07	2,05
<b>P 175</b>	4350	52,4	100,88	138,44	436,413	12,26	2,06
<b>P 176</b>	4375	52,4	100,88	138,44	436,456	12,28	2,06
<b>P 177</b>	4400	52,4	100,88	138,44	436,456	12,28	2,06
<b>P 178</b>	4425	52,4	100,88	138,44	436,456	12,28	2,06
<b>P 179</b>	4450	52,4	100,88	138,44	436,456	12,28	2,06
<b>P 180</b>	4475	52,4	100,88	138,44	436,456	12,28	2,06
<b>P 181</b>	4500	52,4	100,88	138,44	436,456	12,28	2,06
<b>P 182</b>	4525	52,4	100,88	138,44	436,456	12,28	2,06
<b>P 183</b>	4550	52,4	100,88	138,44	436,456	12,28	2,06
<b>P 184</b>	4575	52,4	100,88	138,44	436,456	12,28	2,06
<b>P 185</b>	4600	52,4	100,88	138,44	436,456	12,28	2,06
<b>P 186</b>	4625	52,4	100,88	138,44	426,263	6,14	2,06
<b>P 187</b>	4650	52,4	100,87	138,43	436,456	12,28	2,06
<b>P 188</b>	4675	52,4	100,87	138,45	436,168	12,2	2,05
<b>P 189</b>	4700	52,4	100,87	138,47	435,796	12,1	2,05
<b>P 190</b>	4725	52,4	100,88	138,49	435,436	12	2,04
<b>P 191</b>	4750	52,4	100,88	138,5	435,27	11,94	2,04
<b>P 192</b>	4775	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 193</b>	4800	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 194</b>	4825	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 195</b>	4850	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 196</b>	4875	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 197</b>	4900	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 198</b>	4925	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 199</b>	4950	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 200</b>	4975	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 201</b>	5000	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04

<b>P 202</b>	5025	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 203</b>	5050	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 204</b>	5075	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 205</b>	5100	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 206</b>	5125	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 207</b>	5150	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 208</b>	5175	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 209</b>	5200	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 210</b>	5225	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 211</b>	5250	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 212</b>	5275	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 213</b>	5300	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 214</b>	5325	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 215</b>	5350	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 216</b>	5375	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 217</b>	5400	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 218</b>	5425	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 219</b>	5450	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 220</b>	5475	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 221</b>	5500	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 222</b>	5525	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 223</b>	5550	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 224</b>	5575	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 225</b>	5600	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 226</b>	5625	52,4	100,87	138,16	418,332	5,86	2,04
<b>P 227</b>	5650	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 228</b>	5675	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 229</b>	5700	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 230</b>	5725	52,4	100,88	138,5	435,283	11,93	2,04
<b>P 231</b>	5750	52,4	100,88	138,5	435,337	11,97	2,04
<b>P 232</b>	5775	52,4	100,88	138,48	435,694	12,07	2,05
<b>P 233</b>	5800	52,4	100,87	138,46	426,126	6,07	2,05
<b>P 234</b>	5825	52,4	100,88	138,44	431,088	12,27	2,06
<b>P 235</b>	5850	52,4	100,87	138,44	436,264	12,22	2,06
<b>P 236</b>	5875	52,4	100,87	138,49	435,49	12,01	2,04
<b>P 237</b>	5900	52,4	100,87	138,5	423,754	5,87	2,03
<b>P 238</b>	5925	52,4	100,87	138,5	435,335	11,91	2,04
<b>P 239</b>	5950	52,4	100,87	138,5	435,335	11,91	2,04
<b>P 240</b>	5975	52,4	100,87	138,5	435,335	11,91	2,04
<b>P 241</b>	6000	52,4	100,87	138,5	435,335	11,91	2,04
<b>P 242</b>	6025	52,4	100,87	138,5	435,335	11,91	2,04
<b>P 243</b>	6050	52,4	100,87	138,5	435,335	11,91	2,04

<b>P 244</b>	6075	52,4	100,87	138,5	433,263	11,91	2,04
<b>P 245</b>	6100	52,4	100,87	138,5	435,286	11,92	2,03
<b>P 246</b>	6125	52,4	100,87	138,49	435,572	12,04	2,05
<b>P 247</b>	6150	52,4	100,87	138,44	436,35	12,25	2,06
<b>P 248</b>	6175	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 249</b>	6200	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 250</b>	6225	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 251</b>	6250	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 252</b>	6275	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 253</b>	6300	52,4	100,87	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 254</b>	6325	52,4	100,87	138,46	436,029	12,17	2,05
<b>P 255</b>	6350	52,4	100,88	138,49	435,46	12,01	2,04
<b>P 256</b>	6375	52,4	100,87	138,5	435,29	11,93	2,04
<b>P 257</b>	6400	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 258</b>	6425	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 259</b>	6450	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 260</b>	6475	52,4	100,87	138,5	435,288	11,94	2,04
<b>P 261</b>	6500	52,4	100,87	138,5	435,276	11,94	2,04
<b>P 262</b>	6525	52,4	100,88	138,48	435,593	12,05	2,05
<b>P 263</b>	6550	52,4	100,87	138,45	436,169	12,2	2,05
<b>P 264</b>	6575	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 265</b>	6600	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 266</b>	6625	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 267</b>	6650	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 268</b>	6675	52,4	100,88	138,44	518,132	12,28	2,06
<b>P 269</b>	6700	52,4	100,88	138,44	504,496	6,14	2,06
<b>P 270</b>	6725	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 271</b>	6750	52,4	100,88	137,41	487,356	6,14	2,06
<b>P 272</b>	6775	52,4	100,88	138,44	518,149	12,28	2,06
<b>P 273</b>	6800	43,74	84,22	115,58	432,58	10,24	1,72
<b>P 274</b>	6816,74	17,54	33,78	46,36	173,505	4,12	0,68
<b>Total</b>	/	<b>12512,84</b>	<b>32128,76</b>	<b>47336,09</b>	<b>128920,48</b>	<b>3072,96</b>	<b>532,54</b>

## VOLUMES TERRASSEMENT -SECTION 01-

<b>Num.</b>	<b>Abscisse</b>	<b>Déblai</b>	<b>Remblai</b>	<b>Décapage</b>
<b>PROF</b>	<b>curviligne</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>
<b>P.1</b>	0	216,239	1,158	102,683
<b>P.2</b>	25	782,223	2,218	212,631
<b>P.3</b>	50	0	1501,632	198,108
<b>P.4</b>	75	0	1600,52	200,993
<b>P.5</b>	100	0	1470,709	199,709
<b>P.6</b>	125	0	1227,315	193,086
<b>P.7</b>	150	12,259	995,328	179,934
<b>P.8</b>	175	966,231	773,461	268,414
<b>P.9</b>	200	1180,571	656,286	271,646
<b>P.10</b>	225	1956,023	938,887	289,957
<b>P.11</b>	250	440,669	1631,349	256,319
<b>P.12</b>	275	0	2780,03	218,843
<b>P.13</b>	300	0	2924,672	223,994
<b>P.14</b>	325	0	2995,012	231,049
<b>P.15</b>	350	0	3119,657	232,708
<b>P.16</b>	375	0	2975,405	222,969
<b>P.17</b>	400	0	3905,308	217,927
<b>P.18</b>	425	0	3545,086	228,962
<b>P.19</b>	450	0	3430,168	227,609
<b>P.20</b>	475	0	2505,287	206,621
<b>P.21</b>	500	872,128	489,304	254,595
<b>P.22</b>	525	3716,938	515,777	285,339
<b>P.23</b>	550	5059,175	1,826	265,467
<b>P.24</b>	575	3843,861	1,871	263,512
<b>P.25</b>	600	29,707	162,969	165,514
<b>P.26</b>	625	0	759,708	180,105
<b>P.27</b>	650	0	1257,13	192,192
<b>P.28</b>	675	0	1651,497	199,299
<b>P.29</b>	700	0	2345,006	212,294
<b>P.30</b>	725	0	2602,857	213,487
<b>P.31</b>	750	0	3117,84	223,927
<b>P.32</b>	775	0	3378,22	230,653
<b>P.33</b>	800	0	1855,781	203,321
<b>P.34</b>	825	0	1902,404	211,362
<b>P.35</b>	850	0	1614,386	186,215
<b>P.36</b>	875	0	1753,235	192,961
<b>P.37</b>	900	0	1576,459	203,941
<b>P.38</b>	925	0,135	1616,319	199,358

<b>P.39</b>	950	12,523	744,142	190,008
<b>P.40</b>	975	1457,651	2,378	215,74
<b>P.41</b>	1000	3638,37	2,228	264,9
<b>P.42</b>	1025	5909,882	2,016	303,724
<b>P.43</b>	1050	8251,28	2,141	343,448
<b>P.44</b>	1075	9053,649	2,045	352,583
<b>P.45</b>	1100	10126,213	3,965	398,958
<b>P.46</b>	1125	9911,531	2,4	361,959
<b>P.47</b>	1150	7761,877	3,061	342,358
<b>P.48</b>	1175	6843,513	3,664	360,427
<b>P.49</b>	1200	9686,205	1,841	362,647
<b>P.50</b>	1225	3260,275	2,317	297,817
<b>P.51</b>	1250	975,637	474,242	244,893
<b>P.52</b>	1275	0	2058,82	208,834
<b>P.53</b>	1300	0	2692,139	230,762
<b>P.54</b>	1325	1,354	1827,252	218,214
<b>P.55</b>	1350	141,543	1963,562	247,456
<b>P.56</b>	1375	1339,911	1182,602	282,746
<b>P.57</b>	1400	3435,9	180,511	276,717
<b>P.58</b>	1425	4606,977	1,972	263,65
<b>P.59</b>	1450	5222,56	2,02	280,207
<b>P.60</b>	1475	4525,562	2,3	272,782
<b>P.61</b>	1500	4360,106	2,141	265,533
<b>P.62</b>	1525	4795,135	2,176	275,212
<b>P.63</b>	1550	5109,371	2,125	281,42
<b>P.64</b>	1575	4865,633	2,128	280,671
<b>P.65</b>	1600	2505,107	2,087	234,717
<b>P.66</b>	1625	0	1589,153	209,348
<b>P.67</b>	1650	0	3276,833	237,886
<b>P.68</b>	1675	0	3473,454	236,476
<b>P.69</b>	1700	0	3561,683	245,668
<b>P.70</b>	1725	0	1933,197	216,663
<b>P.71</b>	1750	256,663	264,211	202,765
<b>P.72</b>	1775	662,572	2,272	193,767
<b>P.73</b>	1800	38,254	46,124	167,135
<b>P.74</b>	1825	0	2157,804	223,04
<b>P.75</b>	1850	0	4264,672	258,317
<b>P.76</b>	1875	0	5291,747	260,721
<b>P.77</b>	1900	0	6774,877	295,726
<b>P.78</b>	1925	0	8285,17	312,138
<b>P.79</b>	1950	0	8827,508	320,471
<b>P.80</b>	1975	0	6871,777	300,157

<b>P.81</b>	2000	216,314	1092,42	221,844
<b>P.82</b>	2025	1549,715	121,17	231,073
<b>P.83</b>	2050	1633,539	75,846	231,222
<b>P.84</b>	2075	894,881	77,455	216,333
<b>P.85</b>	2100	701,819	56,23	207,893
<b>P.86</b>	2125	406,491	133,797	206,169
<b>P.87</b>	2150	52,634	446,003	180,296
<b>P.88</b>	2175	22,927	532,66	181,291
<b>P.89</b>	2200	17,23	800,196	190,246
<b>P.90</b>	2225	0	2589,931	260,74
<b>P.91</b>	2250	0	6403,131	326,825
<b>P.92</b>	2275	0	9619,41	357,541
<b>P.93</b>	2300	0	9825,022	338,508
<b>P.94</b>	2325	0	7666,964	325,087
<b>P.95</b>	2350	0	6994,2	308,581
<b>P.96</b>	2375	0	5072,661	271,428
<b>P.97</b>	2400	0	3668,552	264,018
<b>P.98</b>	2425	5,127	3438,232	255,418
<b>P.99</b>	2450	0,743	5283,237	272,898
<b>P.100</b>	2475	0	5168,434	279,661
<b>P.101</b>	2500	0	5269,167	274,014
<b>P.102</b>	2525	0	1805,238	234,741
<b>P.103</b>	2550	474,437	2,03	188,821
<b>P.104</b>	2575	413,649	491,928	217,811
<b>P.105</b>	2600	8,316	744,83	205,004
<b>P.106</b>	2625	0	1026,895	213,583
<b>P.107</b>	2650	0	1394,002	219,916
<b>P.108</b>	2675	0	1447,604	226,507
<b>P.109</b>	2700	0	1016,213	208,14
<b>P.110</b>	2725	0	1142,453	211,469
<b>P.111</b>	2750	0	1676,421	212,368
<b>P.112</b>	2775	0	1895,946	214,813
<b>P.113</b>	2800	0	4202,634	236,668
<b>P.114</b>	2825	0	3688,772	236,52
<b>P.115</b>	2850	0	962,524	197,052
<b>P.116</b>	2875	27,219	229,248	167,476
<b>P.117</b>	2900	375,639	2,988	189,156
<b>P.118</b>	2925	487,875	2,143	186,461
<b>P.119</b>	2950	699,649	2,126	189,903
<b>P.120</b>	2975	785,907	55,491	213,411
<b>P.121</b>	3000	886,966	367,07	228,16
<b>P.122</b>	3025	1735,033	402,533	253,824

<b>P.123</b>	3050	3463,518	2,043	233,374
<b>P.124</b>	3075	3559,301	2,052	258,991
<b>P.125</b>	3100	3373,402	2,199	262,512
<b>P.126</b>	3125	597,238	96,276	217,196
<b>P.127</b>	3150	0	881,638	191,237
<b>P.128</b>	3175	28,256	635,886	174,701
<b>P.129</b>	3200	27,376	620,252	168,95
<b>P.130</b>	3225	0	1074,147	181,713
<b>P.131</b>	3250	0	1060,747	180,356
<b>P.132</b>	3275	731,849	2,711	192,374
<b>P.133</b>	3300	890,892	2,335	205,387
<b>P.134</b>	3325	132,271	392,603	199,263
<b>P.135</b>	3350	3,02	605,854	169,037
<b>P.136</b>	3375	32,901	585,051	173,295
<b>P.137</b>	3400	201,763	484,241	205,144
<b>P.138</b>	3425	0	750,206	176,422
<b>P.139</b>	3450	0	904,367	178,277
<b>P.140</b>	3475	0	1060,177	184,626
<b>P.141</b>	3500	363,832	17,35	191,649
<b>P.142</b>	3525	1538,674	2,396	230,255
<b>P.143</b>	3550	3746,935	2,439	271,725
<b>P.144</b>	3575	5570,955	2,227	294,166
<b>P.145</b>	3600	5513,563	2,193	291,787
<b>P.146</b>	3625	4362,046	2,251	273,709
<b>P.147</b>	3650	3991,957	2,922	302,871
<b>P.148</b>	3675	7715,065	2,379	335,871
<b>P.149</b>	3700	6559,972	2,354	318
<b>P.150</b>	3725	5552,804	2,646	308,653
<b>P.151</b>	3750	5290,756	2,441	303,24
<b>P.152</b>	3775	4654,442	2,407	295,849
<b>P.153</b>	3800	5049,961	2,5	301,969
<b>P.154</b>	3825	6437,595	2,466	323,192
<b>P.155</b>	3850	7984,951	2,338	337,488
<b>P.156</b>	3875	7779,161	2,214	327,495
<b>P.157</b>	3900	8238,616	2,279	331,078
<b>P.158</b>	3925	7743,105	2,27	326,899
<b>P.159</b>	3950	6651,629	2,328	313,199
<b>P.160</b>	3975	6560,117	2,245	309,32
<b>P.161</b>	4000	6653,243	2,158	304,751
<b>P.162</b>	4025	4632,212	2,212	277,172
<b>P.163</b>	4050	3167,43	2,283	257,888
<b>P.164</b>	4075	1668,703	2,555	239,106

<b>P.165</b>	4100	1052,237	2,879	230,604
<b>P.166</b>	4125	738,271	2,81	228,987
<b>P.167</b>	4150	1174,115	2,704	222,745
<b>P.168</b>	4175	1148,294	2,595	225,525
<b>P.169</b>	4200	787,348	2,422	218,166
<b>P.170</b>	4225	186,063	169,485	199,074
<b>P.171</b>	4250	0	1436,225	199,463
<b>P.172</b>	4275	0	2389,171	219,217
<b>P.173</b>	4300	0	2774,447	217,509
<b>P.174</b>	4325	0	3489,948	235,424
<b>P.175</b>	4350	0	4703,977	261,422
<b>P.176</b>	4375	0	2630,377	230,432
<b>P.177</b>	4400	197,082	883,022	221,74
<b>P.178</b>	4425	986,234	351,646	246,232
<b>P.179</b>	4450	1206,701	183,985	239,285
<b>P.180</b>	4475	1443,708	24,526	230,393
<b>P.181</b>	4500	1525,448	6,425	227,184
<b>P.182</b>	4525	2388,214	2,31	246,875
<b>P.183</b>	4550	3002,397	2,245	253,934
<b>P.184</b>	4575	1954,489	2,254	219,861
<b>P.185</b>	4600	1226,369	123,108	236,004
<b>P.186</b>	4625	2005,409	23,963	228,193
<b>P.187</b>	4650	2759,132	2,043	238,002
<b>P.188</b>	4675	2558,366	2,009	238,088
<b>P.189</b>	4700	1749,944	28,287	233,204
<b>P.190</b>	4725	2042,645	43,325	236,782
<b>P.191</b>	4750	2350,672	2	214,749
<b>P.192</b>	4775	3017,188	2,107	245,443
<b>P.193</b>	4800	3326,595	2,144	252,709
<b>P.194</b>	4825	3453,938	2,184	255,118
<b>P.195</b>	4850	2287,746	2,06	232,563
<b>P.196</b>	4875	1104,523	33,964	211,106
<b>P.197</b>	4900	381,409	762,948	227,797
<b>P.198</b>	4925	0	1093,991	187,857
<b>P.199</b>	4950	165,144	2,252	163,052
<b>P.200</b>	4975	651,682	2,23	204,328
<b>P.201</b>	5000	445,763	1,103	105,269
<b>Total</b>	/	<b>337014</b>	<b>260692</b>	<b>48363,782</b>

## VOLUMES DE TERRASSEMENT- SECTION 03-

<b>Num.</b>	<b>Abscisse</b>	<b>Déblai</b>	<b>Remblai</b>	<b>Décapage</b>
<b>PROF</b>	<b>curviligne</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>M<sup>3</sup></b>
<b>P.1</b>	0	216,942	1,126	394,61
<b>P.2</b>	25	829,898	2,249	788,95
<b>P.3</b>	50	1591,733	2,227	894,87
<b>P.4</b>	75	1180,787	0	0
<b>P.5</b>	100	0	0	0
<b>P.6</b>	125	0	0	0
<b>P.7</b>	150	0	0	0
<b>P.8</b>	175	0	0	0
<b>P.9</b>	200	0	0	0
<b>P.10</b>	225	0	0	0
<b>P.11</b>	250	0	0	0
<b>P.12</b>	275	991,599	0	0
<b>P.13</b>	300	5342,345	2,233	1083,38
<b>P.14</b>	325	8666,906	2,283	1235,09
<b>P.15</b>	350	10670,258	2,078	1288,79
<b>P.16</b>	375	7113,419	2,279	1187,62
<b>P.17</b>	400	2896,81	2,42	995,4
<b>P.18</b>	425	344,596	0	0
<b>P.19</b>	450	0	0	0
<b>P.20</b>	475	0	0	0
<b>P.21</b>	500	0	0	0
<b>P.22</b>	525	0	0	0
<b>P.23</b>	550	0	0	0
<b>P.24</b>	575	0	0	0
<b>P.25</b>	600	0	0	0
<b>P.26</b>	625	0	0	0
<b>P.27</b>	650	1306,617	0	0
<b>P.28</b>	675	2603,916	2,013	903,15
<b>P.29</b>	700	2724,121	2,045	980,64
<b>P.30</b>	725	3826,471	1,974	1021,47
<b>P.31</b>	750	2478,111	10,093	900,09
<b>P.32</b>	775	0	1690,372	851,81
<b>P.33</b>	800	0	1180,011	826,02
<b>P.34</b>	825	81,315	368,484	761,19
<b>P.35</b>	850	552,813	99,021	861,19
<b>P.36</b>	875	952,301	64,482	879,46
<b>P.37</b>	900	1082,264	59,596	883,53
<b>P.38</b>	925	730,722	45,855	841,59

<b>P.39</b>	950	459,998	134,758	836,86
<b>P.40</b>	975	0,012	291,367	775,58
<b>P.41</b>	1000	0	953,78	817,2
<b>P.42</b>	1025	0	1329,054	846,34
<b>P.43</b>	1050	0	1315,713	837,52
<b>P.44</b>	1075	0	1185,461	819,72
<b>P.45</b>	1100	0	525,45	771,57
<b>P.46</b>	1125	695,52	2,217	795,4
<b>P.47</b>	1150	2063,466	2,209	917,98
<b>P.48</b>	1175	3775,968	2,2	1008,33
<b>P.49</b>	1200	5367,851	2,056	1068,76
<b>P.50</b>	1225	5446,453	2,284	1103,74
<b>P.51</b>	1250	3719,56	2,286	1041,11
<b>P.52</b>	1275	1502,183	55,062	924,3
<b>P.53</b>	1300	2,766	1530,527	843,01
<b>P.54</b>	1325	0	6174,761	1085,09
<b>P.55</b>	1350	0	13636,28	1400,04
<b>P.56</b>	1375	0	16703,994	1467,48
<b>P.57</b>	1400	0	11973,965	1344,1
<b>P.58</b>	1425	0	9812,951	1285,86
<b>P.59</b>	1450	0	11603,963	1341,37
<b>P.60</b>	1475	0	12804,638	1368,51
<b>P.61</b>	1500	0	9740,542	1311,83
<b>P.62</b>	1525	0	8616,462	1169,59
<b>P.63</b>	1550	0	5250,161	997,02
<b>P.64</b>	1575	328,135	224,095	848,21
<b>P.65</b>	1600	5134,9	2,288	1088,3
<b>P.66</b>	1625	12240,991	2,232	1376,58
<b>P.67</b>	1650	20709,762	2,41	1675,77
<b>P.68</b>	1675	23012,468	2,114	1696,2
<b>P.69</b>	1700	16759,286	2,28	1530,11
<b>P.70</b>	1725	15670,398	2,403	1495,87
<b>P.71</b>	1750	14832,849	2,248	1458,71
<b>P.72</b>	1775	14209,422	2,233	1435,29
<b>P.73</b>	1800	13756,293	2,204	1417,78
<b>P.74</b>	1825	12892,407	2,408	1391,77
<b>P.75</b>	1850	11568,072	2,283	1348,83
<b>P.76</b>	1875	11746,962	2,239	1354,06
<b>P.77</b>	1900	11492,475	2,239	1348,95
<b>P.78</b>	1925	11304,905	2,235	1338,84
<b>P.79</b>	1950	11100,96	2,22	1327,87
<b>P.80</b>	1975	10699,136	2,232	1312,8

<b>P.81</b>	2000	10282,302	2,228	1298,72
<b>P.82</b>	2025	9777,058	2,194	1269,6
<b>P.83</b>	2050	9078,701	2,154	1240,34
<b>P.84</b>	2075	8899,143	2,109	1221,8
<b>P.85</b>	2100	8520,739	2,092	1205,42
<b>P.86</b>	2125	8612,468	2,149	1224,91
<b>P.87</b>	2150	9595,866	2,146	1251,95
<b>P.88</b>	2175	9926,326	2,167	1274,13
<b>P.89</b>	2200	6182,741	2,116	1092,13
<b>P.90</b>	2225	2051,141	8,53	884,3
<b>P.91</b>	2250	0	3024,724	903,11
<b>P.92</b>	2275	0	4784,632	937,8
<b>P.93</b>	2300	29,37	1334,156	823,93
<b>P.94</b>	2325	2270,448	1,85	858,32
<b>P.95</b>	2350	4277,319	2,153	1031,97
<b>P.96</b>	2375	2912,12	2,211	985,84
<b>P.97</b>	2400	3544,279	1,998	1024,81
<b>P.98</b>	2425	7609,523	1,988	1171,84
<b>P.99</b>	2450	11083,06	2,025	1273,49
<b>P.100</b>	2475	11831,249	2,053	1309,74
<b>P.101</b>	2500	10530,246	2,066	1268,18
<b>P.102</b>	2525	8676,462	2,065	1209,41
<b>P.103</b>	2550	6712,024	2,203	1141,97
<b>P.104</b>	2575	5234,816	2,087	1062,17
<b>P.105</b>	2600	3402,558	2,212	924,61
<b>P.106</b>	2625	1945,315	63,468	917,85
<b>P.107</b>	2650	13,191	1402,468	791,27
<b>P.108</b>	2675	0	5245,521	954,36
<b>P.109</b>	2700	0	5361,76	965,48
<b>P.110</b>	2725	0	2427,175	873,88
<b>P.111</b>	2750	1584,558	2,121	822,7
<b>P.112</b>	2775	1858,917	2,251	916,08
<b>P.113</b>	2800	459,298	39,594	803,91
<b>P.114</b>	2825	0	2655,783	840,24
<b>P.115</b>	2850	0	3172,077	822,24
<b>P.116</b>	2875	0	3005,066	837,39
<b>P.117</b>	2900	0	3454,904	829,77
<b>P.118</b>	2925	0,741	3035,71	820,08
<b>P.119</b>	2950	468,156	2310,723	985,06
<b>P.120</b>	2975	1262,809	1498,918	1034,76
<b>P.121</b>	3000	2404,992	627,761	1113,12
<b>P.122</b>	3025	4675,156	45,861	1124,14

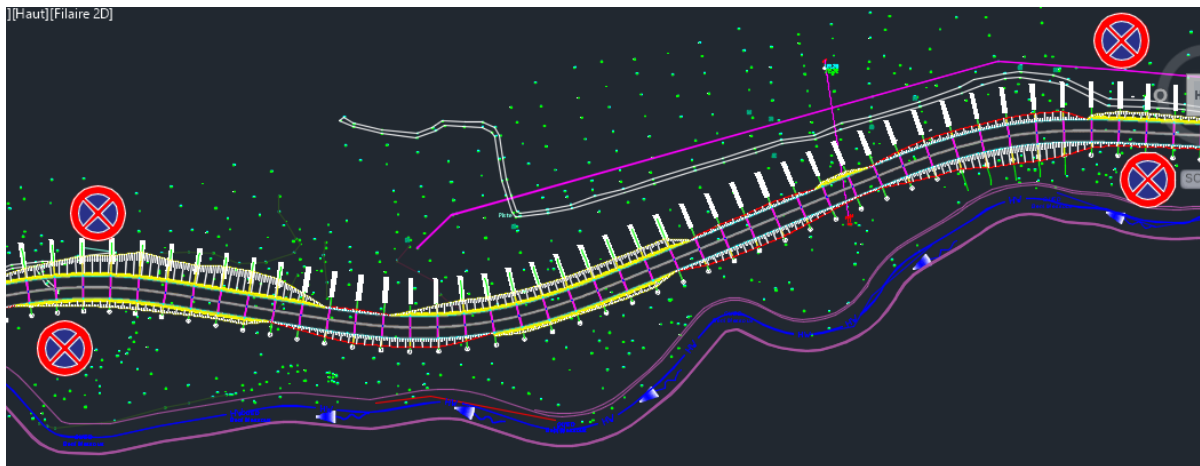
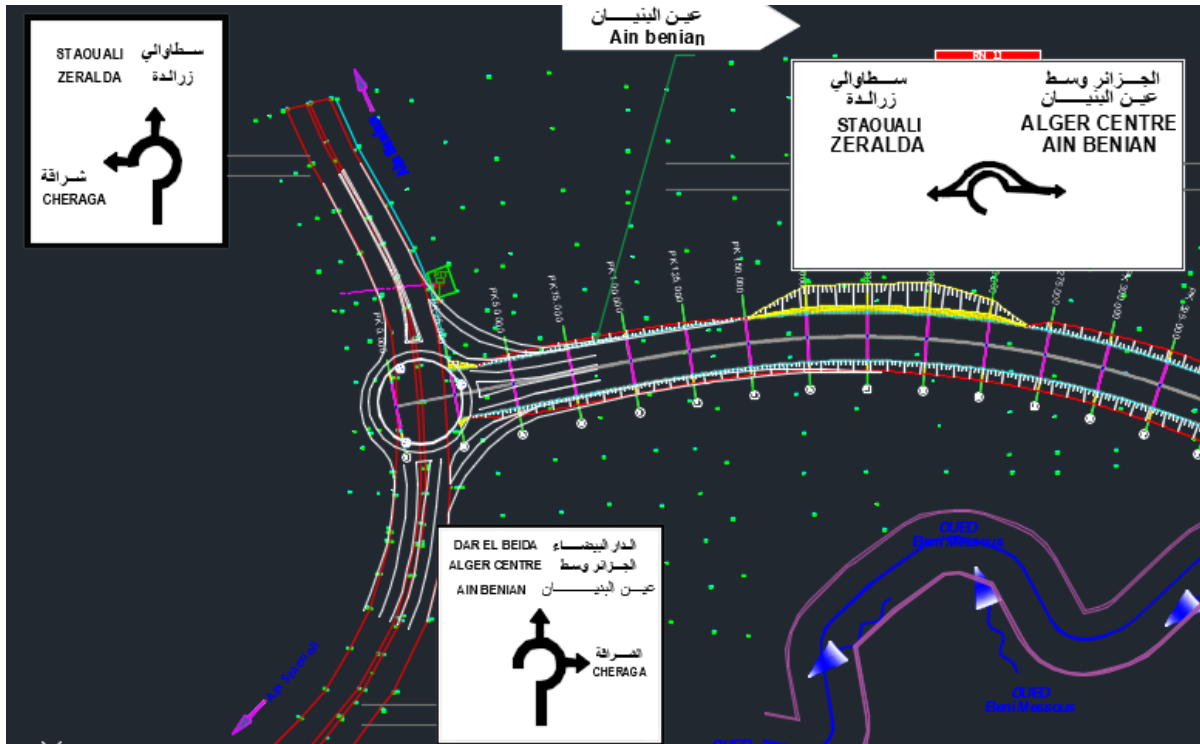
<b>P.123</b>	3050	7397,506	2,159	1201,61
<b>P.124</b>	3075	8297,715	2,116	1234,19
<b>P.125</b>	3100	7272,035	2,329	1224,53
<b>P.126</b>	3125	6333,574	2,5	1188,48
<b>P.127</b>	3150	4964,694	2,118	1082,6
<b>P.128</b>	3175	2185,699	2,207	908,46
<b>P.129</b>	3200	268,227	2466,169	988,11
<b>P.130</b>	3225	0	5063,349	1012,05
<b>P.131</b>	3250	0	8224,983	1124,1
<b>P.132</b>	3275	0	7451,443	1064,33
<b>P.133</b>	3300	0	5976,933	1019,47
<b>P.134</b>	3325	0	3598,393	946,85
<b>P.135</b>	3350	6259,8	20,544	1115,75
<b>P.136</b>	3375	20266,707	2,165	1637,69
<b>P.137</b>	3400	6747,878	1,96	1250,48
<b>P.138</b>	3425	778,938	664,856	1049,67
<b>P.139</b>	3450	2096,131	621,792	1101,78
<b>P.140</b>	3475	2071,356	402,032	1069,64
<b>P.141</b>	3500	1395,275	437,112	1024,5
<b>P.142</b>	3525	536,54	943,04	956,36
<b>P.143</b>	3550	4,997	2001,44	902,14
<b>P.144</b>	3575	0	3112,665	897,59
<b>P.145</b>	3600	199,557	2330,618	1002,51
<b>P.146</b>	3625	735,065	880,655	994,58
<b>P.147</b>	3650	1422,486	701,24	1053,99
<b>P.148</b>	3675	1351,629	536,867	1031,99
<b>P.149</b>	3700	1968,111	357,979	1058,54
<b>P.150</b>	3725	2708,465	53,371	1052,24
<b>P.151</b>	3750	4830,481	2,572	1147
<b>P.152</b>	3775	2587,728	161,183	1057,85
<b>P.153</b>	3800	1252,261	723,99	1000,92
<b>P.154</b>	3825	277,79	274,016	813,56
<b>P.155</b>	3850	5248,475	2,269	1098,78
<b>P.156</b>	3875	5499,701	2,306	1119,55
<b>P.157</b>	3900	3870,309	2,696	1055,77
<b>P.158</b>	3925	2822,827	2,696	1057,68
<b>P.159</b>	3950	2537,904	2,654	1040,46
<b>P.160</b>	3975	3533,93	2,445	1039,48
<b>P.161</b>	4000	5226,476	2,349	1113,73
<b>P.162</b>	4025	7029,537	2,349	1191,47
<b>P.163</b>	4050	8872,321	2,288	1254,16
<b>P.164</b>	4075	10025,171	2,502	1316,64

<b>P.165</b>	4100	13021,86	2,126	1409,12
<b>P.166</b>	4125	18252,683	1,915	1456,54
<b>P.167</b>	4150	22515,754	1,95	1591,59
<b>P.168</b>	4175	25648,551	1,912	1698,45
<b>P.169</b>	4200	15362,584	2,146	1473,59
<b>P.170</b>	4225	13012,242	2,386	1439,53
<b>P.171</b>	4250	14738,707	2,264	1440,57
<b>P.172</b>	4275	16509,383	2,264	1478,06
<b>P.173</b>	4300	19791,008	2,237	1626,02
<b>P.174</b>	4325	21958,191	2,189	1683,17
<b>P.175</b>	4350	20300,417	2,507	1744,98
<b>P.176</b>	4375	15903,758	2,63	1621,28
<b>P.177</b>	4400	13798,462	2,493	1516,19
<b>P.178</b>	4425	13327,817	2,197	1503,02
<b>P.179</b>	4450	15706,985	2,146	1489,45
<b>P.180</b>	4475	15518,835	2,103	1453,79
<b>P.181</b>	4500	11802,711	2,244	1415,16
<b>P.182</b>	4525	11819,658	2,454	1414,62
<b>P.183</b>	4550	12059,183	2,337	1409,27
<b>P.184</b>	4575	8647,689	1,911	1272,87
<b>P.185</b>	4600	2933,406	2,329	1003,49
<b>P.186</b>	4625	20,628	417,539	756,72
<b>P.187</b>	4650	0	2043,797	846,29
<b>P.188</b>	4675	0	2892,451	898,88
<b>P.189</b>	4700	0	3169,293	918,97
<b>P.190</b>	4725	0	3363,028	928,94
<b>P.191</b>	4750	0	3410,585	932,15
<b>P.192</b>	4775	0	3467,994	927,42
<b>P.193</b>	4800	0	2920,391	897,81
<b>P.194</b>	4825	0	2607,835	882,05
<b>P.195</b>	4850	0	2440,29	883,06
<b>P.196</b>	4875	0	2515,738	885,83
<b>P.197</b>	4900	0	2975,351	901,66
<b>P.198</b>	4925	0	3821,51	948,62
<b>P.199</b>	4950	0	4442,74	984,5
<b>P.200</b>	4975	0	4835,49	1003,02
<b>P.201</b>	5000	0	4982,106	1015,11
<b>P.202</b>	5025	0	5347,586	1029,79
<b>P.203</b>	5050	0	5892,067	1053,84
<b>P.204</b>	5075	0	6555,574	1085,35
<b>P.205</b>	5100	0	7137,645	1108,57
<b>P.206</b>	5125	0	7476,012	1098,27

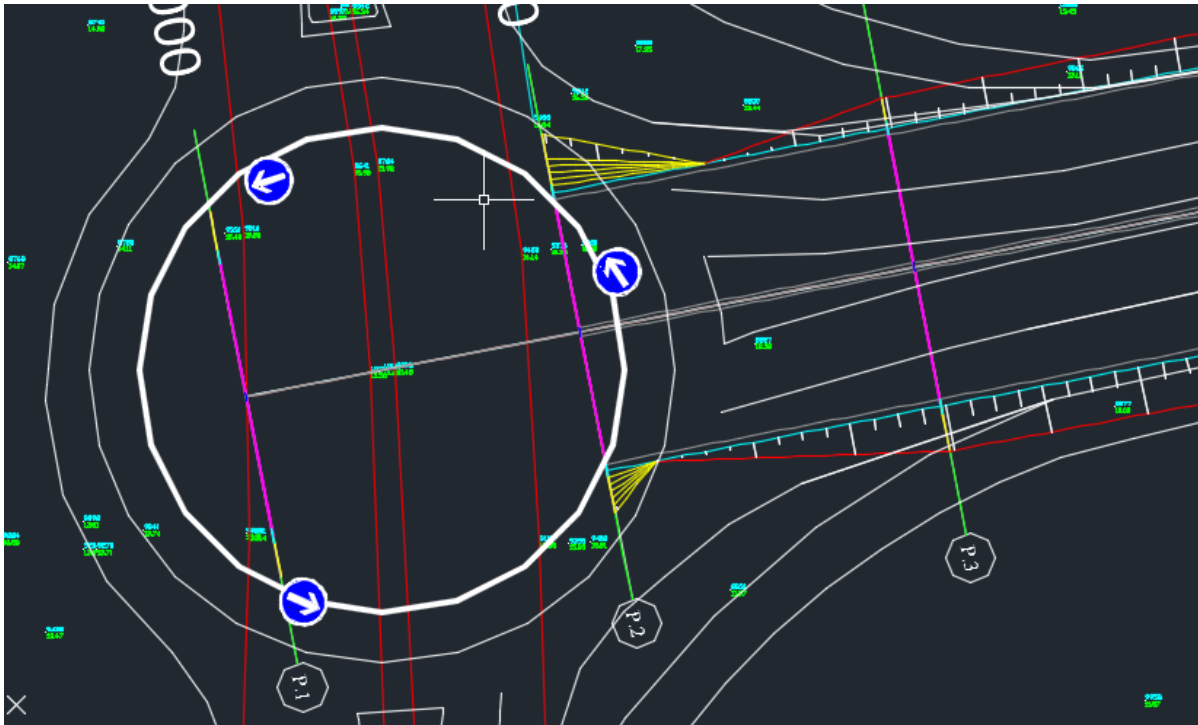
<b>P.207</b>	5150	0	6332,204	1050,3
<b>P.208</b>	5175	0	5315,516	982,36
<b>P.209</b>	5200	0	3109,359	905,99
<b>P.210</b>	5225	161,313	1103,373	905,6
<b>P.211</b>	5250	1197,423	73,529	877,24
<b>P.212</b>	5275	3468,013	2,365	1026,26
<b>P.213</b>	5300	6623,665	2,42	1188,93
<b>P.214</b>	5325	11659,233	2,416	1382,74
<b>P.215</b>	5350	17563,969	2,383	1597,46
<b>P.216</b>	5375	23452,208	2,239	1753,35
<b>P.217</b>	5400	26277,883	2,229	1825,78
<b>P.218</b>	5425	24733,479	2,297	1789,57
<b>P.219</b>	5450	20736,593	2,282	1657,33
<b>P.220</b>	5475	16212,984	2,237	1512,08
<b>P.221</b>	5500	11920,749	2,31	1386,4
<b>P.222</b>	5525	8451,859	2,339	1258,23
<b>P.223</b>	5550	6251,179	2,373	1160,16
<b>P.224</b>	5575	4498,174	2,37	1072,07
<b>P.225</b>	5600	2728,754	2,294	978,29
<b>P.226</b>	5625	881,532	2,269	806,44
<b>P.227</b>	5650	0	955,934	791,49
<b>P.228</b>	5675	0	2844,831	898,23
<b>P.229</b>	5700	0	4241,893	980,01
<b>P.230</b>	5725	0	5006,029	1015,11
<b>P.231</b>	5750	0	4657,912	998,38
<b>P.232</b>	5775	0	2209,99	874,25
<b>P.233</b>	5800	16,486	592,926	764,05
<b>P.234</b>	5825	714,888	2,227	815,46
<b>P.235</b>	5850	1708,673	2,258	921,23
<b>P.236</b>	5875	1587,472	2,299	918,93
<b>P.237</b>	5900	93,761	11,331	722,03
<b>P.238</b>	5925	0	1662,851	833,79
<b>P.239</b>	5950	0	2878,47	903,46
<b>P.240</b>	5975	0	3282,961	916,55
<b>P.241</b>	6000	0	3295,822	923,83
<b>P.242</b>	6025	0	2732,85	885,43
<b>P.243</b>	6050	0	1653,715	833,27
<b>P.244</b>	6075	0	739,663	785,64
<b>P.245</b>	6100	0	1387,105	807,29
<b>P.246</b>	6125	0	887,595	786,44
<b>P.247</b>	6150	183,912	280,025	826,69
<b>P.248</b>	6175	2086,31	2,264	938,76

<b>P.249</b>	6200	5384,458	2,244	1101,31
<b>P.250</b>	6225	6979,69	2,267	1176,24
<b>P.251</b>	6250	8148,164	2,265	1228,47
<b>P.252</b>	6275	10050,9	2,146	1281,98
<b>P.253</b>	6300	11972,91	2,089	1352,78
<b>P.254</b>	6325	13293,846	2,157	1395,29
<b>P.255</b>	6350	11304,03	2,265	1350,18
<b>P.256</b>	6375	9402,274	2,211	1262,14
<b>P.257</b>	6400	7203,53	2,305	1213,11
<b>P.258</b>	6425	5952,142	2,472	1149,23
<b>P.259</b>	6450	4954,841	2,356	1099,83
<b>P.260</b>	6475	3215,527	2,366	1020,53
<b>P.261</b>	6500	754,649	106,406	867,83
<b>P.262</b>	6525	0	2592,45	881,14
<b>P.263</b>	6550	0	6176,736	1052,04
<b>P.264</b>	6575	0	8719,414	1180,17
<b>P.265</b>	6600	0	9086,669	1177,39
<b>P.266</b>	6625	0	8003,467	1140,26
<b>P.267</b>	6650	0	6271,243	1029,28
<b>P.268</b>	6675	0	2015,562	789,85
<b>P.269</b>	6700	173,414	496,841	778,37
<b>P.270</b>	6725	345,853	97,922	825,22
<b>P.271</b>	6750	750,233	2,234	799,82
<b>P.272</b>	6775	3642,5	2,049	1116,45
<b>P.273</b>	6800	8003,861	1,882	1068,79
<b>P.274</b>	681,74	2538,161	0,753	424,03
<b>Total</b>	/	<b>1251199,5</b>	<b>389712,45</b>	<b>279193,44</b>

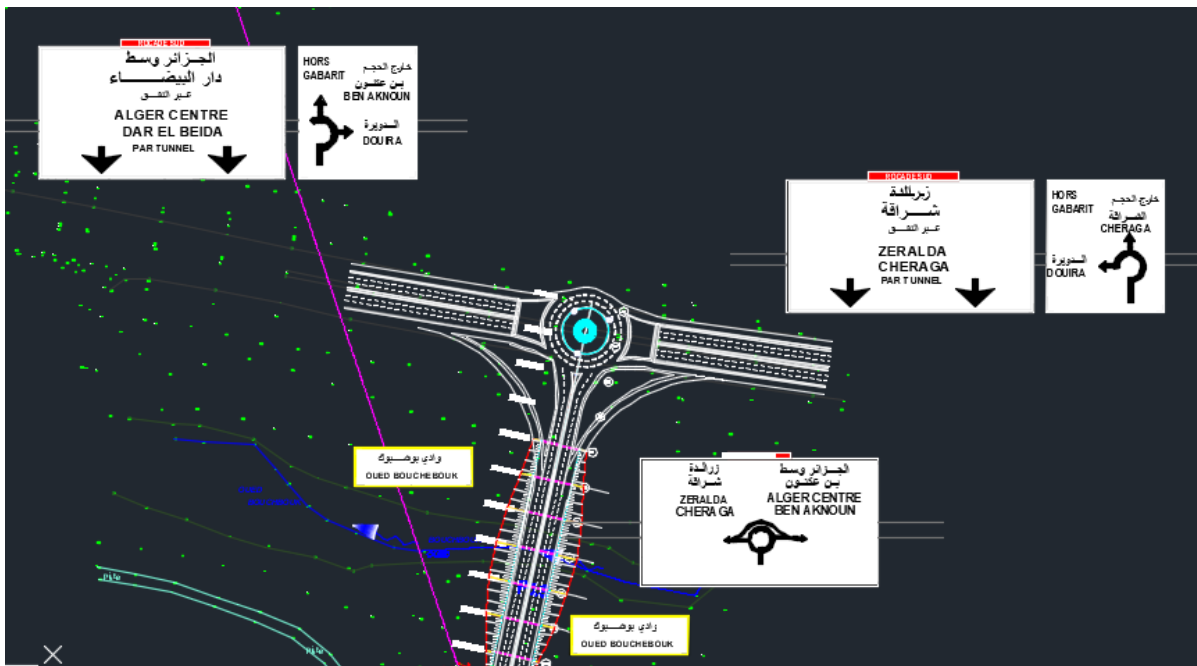
SIGNALISATION SECTION 01 :

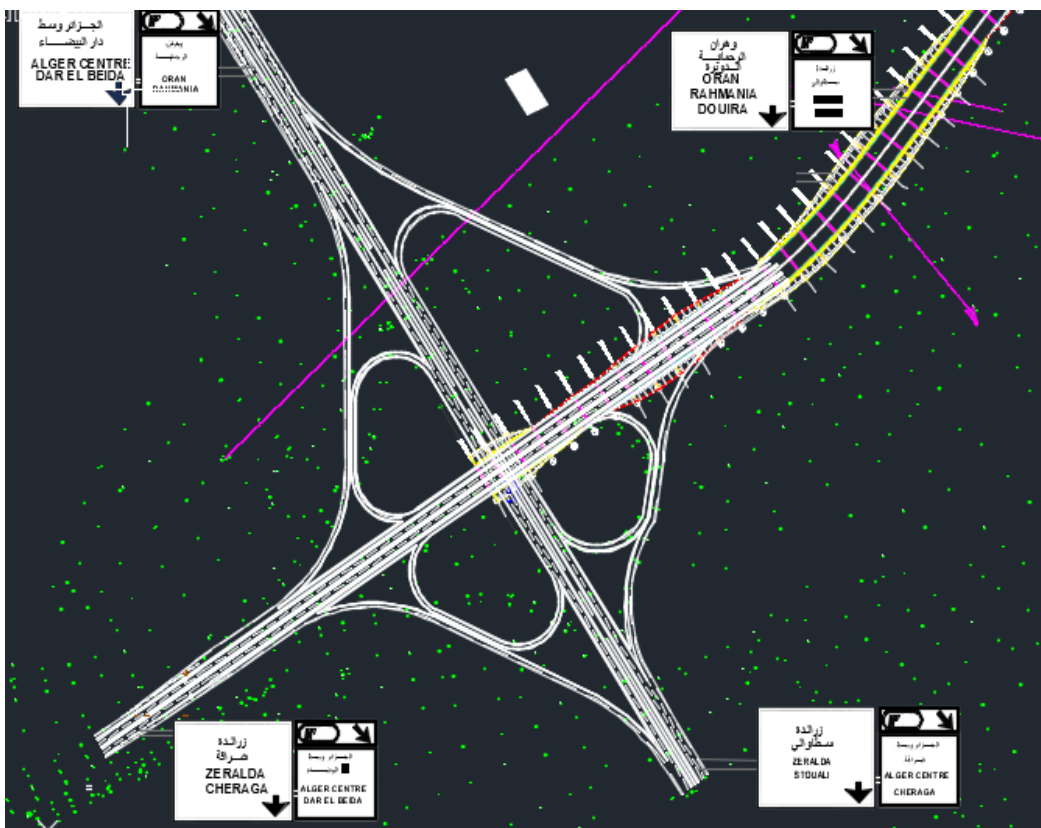






**SIGNALISATION SECTION 0 3 :**





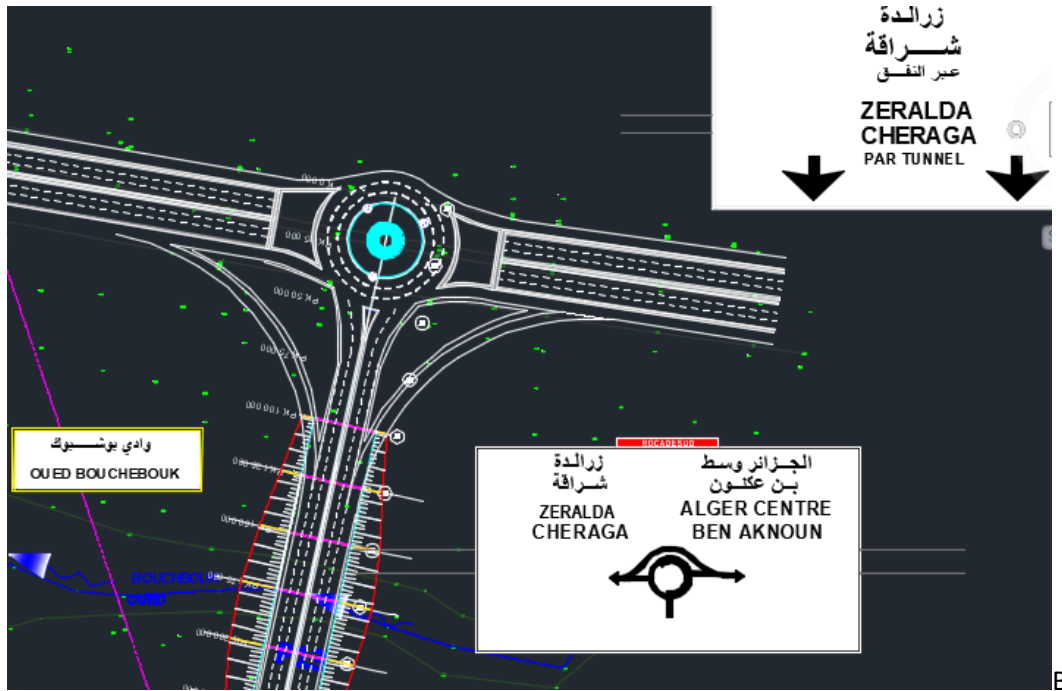


Tableau 1 : Devis quantitatif et estimatif du projet

N°	Désignation	Unité	Prix unitaire(DA)	Quantité
1,00	Préparation de terrain			
	Débroussaillages et abatages des arbres	M <sup>2</sup>	50,00	100 000,00
<b>sous Total 1</b>				
2,00	Installation de chantier			
	Installation et repliement de chantier	F	50 000 000,00	1,00
	Etudes d'exécution	F	20 000 000,00	1,00
	Laboratoire de chantier	F	25 000 000,00	1,00
	Contrôle externe des études	F	10 000 000,00	1,00
	Dossier de recollement	F	5 000 000,00	1,00
<b>sous Total 2</b>				
3,00	Terrassement			
	Décapage de la terre végétale épaisseur 30cm	M <sup>3</sup>	500,00	327 557,22
	Déblais mise en dépôt	M <sup>3</sup>	600,00	1 588 213,54
	Finition de la plate-forme	M <sup>2</sup>	100,00	285 500,00
	Remblais en provenance d'emprunt	M <sup>3</sup>	1 500,00	650 404,45
<b>sous Total 3</b>				
4,00	Chaussée			
	Mise en place d'une couche de forme TUF	M <sup>3</sup>	1 800,00	205 917,88
	Matériaux d'accotement	M <sup>3</sup>	1 800,00	5 105,36
	Couche de fondation en GNT	M <sup>3</sup>	2 500,00	125 588,84
	Couche de base en grave bitume 0/20	T	6 500,00	588 655,65
	Couche d'imprégnation en cut-back 0/1	M <sup>2</sup>	120,00	271,80
	Couche d'accrochage en émulsion dosage 0.3Kg/ M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	120,00	271,80
	Couche de roulement en béton bitumineux 0/14	T	7 000,00	18 272,84
<b>sous Total 4</b>				
5,00	Ouvrage d'art			
	OA-S1	M <sup>2</sup>	120 000,00	1 311,00
	OA1-S3	M <sup>2</sup>	120 000,00	5 160,00
	OA2-S3	M <sup>2</sup>	120 000,00	6 450,00
	Trémie	M <sup>3</sup>	80 000,00	3 550,00

	Tranchée couverte	M³	70 000,00	13 443,75
	Ouvrage de protection	M²	50 000,00	201,90
<b>sous Total 5</b>				
	Assainissement			
	Buse en béton armé sérié 135AΦ1500	U	25 000	19,00
	Fossé en béton	ML	6 500,00	23 600,00
	Dalot(1.5x1.5)	M3	50 000,00	30,78
	Dalot(2x2)	M3	50 000,00	173,47
	Dalot(2x3)	M3	50 000,00	120,53
<b>6,00</b>	Dalot(3x3)	M3	50 000,00	68,22
<b>sous Total 6</b>				
	Signalisation, éclairage et équipements routiers			
	Signalisation horizontale	ML	35,00	47 200,00
	Signalisation verticale			
	C.16	U	5 000	20,00
	C.5	U	5 000	2,00
	E.9	U	25 000	8,00
	D.3	U	5 000	9,00
	Potence	U	650 000	5,00
	portique	U	12 000 000	14,00
	E.1	U	35 000	14,00
	Glissière de sécurité métallique simple GS4	ML	3 500,00	23 600,00
	Eclairage (Candelabre)	U	90 000	1 158,00
<b>7,00</b>	Barrière de sécurité en béton (DBA)	ML	6 500,00	11 576,00
<b>sous Total 7</b>				
	Divers	F	200 000,00	1,00
	calibrage de oued			
<b>8,00</b>	stade			
<b>sous total8</b>				
N°	Désignation	Montant(DA)		
1	Préparation de terrain	5 000 000,00		
2	Installation de chantier	110 000 000,00		
3	Terrassement	2 120 863 411,20		
4	Chaussée	4 648 050 781,33		
5	Ouvrage d'art	2 785 677 500,00		

---

6	Assainissement	173 525 400,00
7	Signalisation, éclairage et équipements routiers	263 716 000,00
8	Divers	200 000,00
	<b>TOTAL</b>	<b>10 107 033 092,53</b>
	<b>TVA(19%)</b>	<b>1 920 298 287,58</b>
	<b>TTC</b>	<b>12 027 131 380,1</b>