

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



Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Infrastructures de Base

***Mémoire Pour l'obtention du diplôme
d'Ingénieur d'Etat***

Thème :

**Etude du Tracé routier de la pénétrante
de Tizi -Ouzou de pk33+000 au pk 43+000
avec conception d'un échangeur au
croisement RN 68**

Réalisé Par :

- **AOUED Nesrine**
- **LOUNICI Nabila**

Encadrant :

GOUMETTRE Ahmed

Promotion 2021 /2022

Remercîment

En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH le tout puissant, le clément et le miséricordieux qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Notre plus vif remerciement pour notre cher encadreur MR « GOUMETTRE AHMED » pour son aide très précieuse, ces conseils, critiques et remarques et surtout sa disponibilité et sa patience durant toute la période de préparation de ce mémoire.

Nous remercions chaleureusement tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Nous adressons également notre profonde gratitude au corps administratif de département DIB de l'école nationale supérieure des travaux publics KOUBA, nous remercions aussi le directeur de projet monsieur « KHELOUFI » et son équipe pour son accueil et sa disponibilité.

Nous tenons à remercier également toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à réaliser ce mémoire que nous espérons sera à la hauteur de leurs engagements.

En fin nous remercions les membres de jury qui nous ont fait l'honneur de présider et examiner ce modeste travail.

Dédicace :

Je dédie ce travail

A monsieur « Aoued Mouloud » et madame « Mounes Fatima Zohra » pour leur soutiens, générosité, leurs sacrifices, et prières, Rien au monde ne pourrait compenser les efforts qu'ils ont consentis pour mon bien être et aucune dédicace ne saurait exprimer la juste valeur et le profond amour que je porte à eux.

J'espère que vous serez toujours fières de votre petite fille « Nesrine »

A mes sœurs et frères pour leur appui et leurs encouragements permanents.

Ma chère amie « mina » pour sa présence toujours à mes côtés.

Sans oublier mon binôme « Nabila » avec qui j'ai partagé ce travail et toute l'équipe
de L'ENSTP

Mes amis (es) avec qui j'ai partagé des moments inoubliables durant tout mon
cursus du primaire à l'université

Enfin : à tous ceux qui m'aiment

Nesrine

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail à la lumière de ma vie, mes très chers parents qui m'ont accompagné, soutenu et encouragé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin,

Ma mère qui a été toujours à mes côtés, celle qui m'a offert l'amour la tendresse

Mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis

Rien n'aurait été possible sans eux.

A toute ma famille paternelle et maternelle

A mon binôme Nesrine avec qui j'ai partagé ce travail

A tous mes amis avec qui j'ai passée des moments inoubliables durant tout mon cursus et a tous ceux qui nous ont aidés à réaliser ce travail

En fin a tous qui me sont chères

NABILA

Résumé :

Le but de ce travail exposé est l'étude en APD de la modélisation d'un tronçon de 10 km de la pénétrante autoroutière qui va relier la wilaya de Tizi Ouzou à l'autoroute est-ouest du pk 33+000 au pk 43+000 avec la conception d'un échangeur.

Nous avons entamé notre travail avec une présentation du projet, ensuite un calcul de trafic qui nous va servir à déterminer le nombre de voies et calculer par la suite la structure de la chaussée.

On a touché aussi les points suivant :

- Une étude géométrique (tracé en plan, profil en long, profil en travers)
- Etude géotechnique
- Assainissement
- L'impact du projet sur l'environnement

Et à la fin on a terminé par un devis estimatif qui vaut 31 milliards Da et ça revient à la nature de terrain accidenté et les contraintes majeurs rencontrés qui nécessite la conception des ouvrages d'art (tunnel, viaduc, pont).

La conception et le calcul sont faits à l'aide de logiciel AUTOPISTE, les dessins avec AUTOCAD, la délimitation des bassins avec GLOBAL MAPPER, la vérification de structure avec Alizé et de la stabilité des talus avec SLIDE.

ملخص

الهدف من العمل المقدم هو الدراسة لتصميم جزء يمتد على مسافة 10 كم للطريق الرابط بين تيزي وزو والطريق السريع شرق غرب من 33 كم الى غاية 43 كم

بدننا هذا العمل بمقدمة تعريفية للمشروع ثم حساب حركة المرور وحساب عدد الممرات لاستنتاج هيكل الطريق

كما تطرقنا أيضا إلى

الدراسة الهندسية (المسار المظهر الطولي المظهر العرضي)

الدراسة الجيوتقنية

الصرف

تأثير المشروع على البيئة

وأخيرا حساب التكلفة التقديرية للمشروع التي قدرت ب 31 مليار دينار

لهذه الدراسة استعملنا البرامج التالية

AUTOCAD ET AUTOPISTE للتصميم

GLOBAL MAPPER لترسيم حدود احواض المياه

ALIZE للتحقق من هيكل الطريق

SLIDE للتحقق من استقرار المنحدر

Abstract

The purpose of this exposed work is the study in APD of the modeling of a 10 km section of the

motorway, which will connect the wilaya of Tizi Ouzou to the east-west motorway from pk 33+000 to

pk 43+ 000 with the design of an exchanger.

We began our work with a presentation of the project, followed by a traffic calculation, which will be

used to determine the number of lanes and then calculate the structure of the roadway.

We also touched on the following points:

- A geometric study (plan layout, longitudinal profile, cross-section)
- Geotechnical study
- Sanitation
- The impact of the project on the environment

Finally, we ended up with the quotation, which is worth 31 billion Da resulting from the nature of the

rugged terrain, and the major constraints encountered which require the design of the structures

(tunnel, viaduct, bridge).

The design and calculation are made using AUTOPISTE software, the drawings with AUTOCAD,

the delimitation of the basins with GLOBAL MAPPER, the structural verification with Alizé and the

stability of the slopes with SLIDE.

Liste des abréviations

- + **ICTAAL** : Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.
- + **TJMA** : Trafic moyen journalier annuel.
- + **TPL** : trafic poids lourd.
- + **(U.V.P)** : unités des véhicules particuliers
- + **Teff** : trafic effectif à l'horizon
- + **Q** : Le débit de point horaire normal
- + **Qadm** : Le débit horaire maximal admissible.
- + **Vb** : Vitesse de bas
- + **TEC** : trafic cumulé équivalent
- + **ξz adm** : la déformation verticale sur le sol support.
- + **ξt adm** : la déformation admissible de traction.
- + **D** : Diamètre de la buse suivant la formule de Manning Strickler.
- + **Rh** : Rayon hydraulique.
- + **TPC** : Terre-plein central.
- + **BB** : béton bitumineux
- + **GB** : grave bitumineux

Table De Matières

<i>Introduction Générale</i>	1
------------------------------------	---

Chapitre 1 : Présentation du Projet

1-Introduction :.....	2
2-Présentation du projet :.....	2
3-Opportunité de projet :.....	3
4-Tançons à étudier :.....	4
5-Données de projet	4
5.1 Stratigraphie	4
5.1.1 Tertiaire	4
5.1.2 Tertiaire – Quaternaire (T-Q).....	5
5.2 Données géologiques :	5
5.3 Données géomorphologiques :	6
5.4 Données hydrographique.....	7
5.5 Données climatique :.....	7
5.6 Données sismiques.....	8

Chapitre 2 : Données de base

1-Introduction.....	9
2-Environnement de la route	9
2.1 La dénivelée cumulée moyenne.....	9
2.2 Sinuosité	9
3-La catégorie de la route	10
3.1 La catégorie L1 :.....	10
3.2 La catégorie L ₂ :	10
4- Vitesse de référence	10
5-Conclusion	12

Chapitre 3 : Etude de trafic

1-Introduction.....	13
2-Les différents types du trafic :.....	13

2.1 Trafic normal :	13
2.2 Trafic dévié :	13
2.3 Trafic induit :	13
2.4 Trafic total :	13
3-Mesure des trafics	13
3.1 Les comptages :	13
3.1.1 Les comptages manuels :	14
3.1.2 Les comptages automatiques :	14
3.2 Les Enquêtes Origine Destination	14
4-Méthode Prolongation de l'évolution passée	15
Calcul de capacité :	15
4.1 Projection futur du trafic :	16
4.2 Calcule de trafic effectif :	16
4.3 Débit de pointe horaire normale :	16
4.4 Débit horaire admissible :	17
4.5 Calcul de nombre de voie :	17
5-Application sur le projet :	18
Données du trafic :	18
Trafic de l'année de mise en service :	18
Trafic à l'année d'horizon :	18
Trafic effectif à l'année horizon.....	18
Débit de pointe horizon de l'année mise en service	19
Débit de pointe horaire à l'année horizon :	19
Débit admissible	19
Nombre des voies :	19
Année de saturation	19

Chapitre 4 : Tracé en plan

1-Introduction :	21
2-Règle à respecter dans le tracé en plan.....	21
3-Les éléments du tracé en plan	21
3.2 Arc de cercle d'un tracé en plan (rayon)	22
Rayon minimal R_m	23
Rayon minimal non déversé.....	23
3.3 Les courbes de raccordement	23

4-Application sur le projet.....	25
----------------------------------	----

Chapitre 5 : Profil au long

1-Définition	26
2-Règles de conception du profil en long	26
3-Coordination entre le tracé en plan et le profil en long :.....	26
4-Eléments de composition d'un profil en long.....	27
5-Valeurs limitées	27
6-Déclivité.....	27
6.1 Déclivité minimale.....	28
6.2 Déclivité maximale	28
7-Les raccordements en profil en long :	28
7.1 Raccordements convexes (angle saillant)	28
7.2 Raccordements concaves (angle rentrant)	29
8-Condition d'esthétique de raccordement en profil en long.....	29
9-Application sur le projet :.....	30
Exemple de calcul d'un rayon convexe :	30

Chapitre 6 : Profil en travers

1-Introduction :.....	33
2-Classification du profil en travers :.....	33
2.1 Profil en travers type :.....	33
2.2 Le profil en travers courant :.....	33
3-Les éléments du profil en travers :.....	33
La chaussée.....	33
L'emprise	33
L'assiette.....	33
Le fossé.....	33
Plate-forme.....	33
La largeur roulable.....	34
Les accotements.....	34
Le terre-plein central.....	34
4-Normes géométriques :	34
5-Profil en travers type de notre projet.....	35

Chapitre 7 : Les cubatures

1-Introduction	37
2-Définition	37
2.1 Terrassement.....	37
2.2 Les déblais	37
2.3 Les remblais.....	37
2.4 Les cubatures de terrassement	37
3-Les Méthodes de calcul des cubatures :.....	38
3.1 Méthode de la moyenne des aires :.....	38
4-Résultat :.....	39

Chapitre 8 : Etude géotechnique

1-Introduction :.....	40
2-Objectifs de l'étude géotechnique :	40
3-Un programme d'investigations géotechniques sur site doit comporter :.....	40
4-Moyens de la reconnaissance du sol :	41
4.1 L'étude des archives et des documents existants :.....	41
4.2 Les visites de sites et les essais in situ.....	41
4.2.1 Les puits de reconnaissance :	42
4.2.2 Les sondages carottés :	42
4.2.3 Essai pressiomètre Menard :.....	42
4.3.1 Les essais d'identification :.....	43
4.3.3 Les essais mécaniques :.....	44
5-Application sur le projet.....	45
5.1 Résultats des essais in situ	47
5.1.1 Puits de reconnaissance	47
5.1.2 Sondage carotté :	49
5.1.3 Essai pressiometrique.....	58
5.1.4 Essai pénétromètre dynamique	64
5.2.1 Etat physique.....	64
5.2.2 Etat chimique.....	67
5.2.3 Essai mécanique	71
6-Stabilité des talus	73
6.1 Facteurs influençant la stabilité	73

6.2 Vérification de la stabilité.....	73
6.3 Solutions d'instabilité des talus.....	74
6.4 Application sur le projet :	74

Chapitre 9 : Dimensionnement de corps de chaussée

1-Introduction :.....	76
2-Définition de la chaussée	76
2.1 Au sens géométrique :.....	76
2.2 Au sens structurel :.....	76
3-Les types de chaussée.....	76
3.1 Chaussée souple :.....	76
3.2 Chaussées rigide :.....	76
3.3 Chaussée semi rigide :.....	76
4-Les différentes couches d'un corps de chaussée.....	76
4.1 Couche de forme	77
4.2 La couche d'assise	77
4.2.1 La couche de fondation :.....	77
4.2.2 Couche de base :	77
4.3 La couche de surface	77
4.3.1 Couche de liaison :.....	77
4.3.2 Couche de roulement :.....	77
5-Les principales méthodes de dimensionnement :	78
6-Application sur le projet :.....	78
6.1 Méthode CBR.....	78
6.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves	80
6.2.1 Le choix du niveau de réseau principal :	80
6.2.2 Détermination de la classe de trafic (TPLi) :.....	80
6.2.3 Détermination de classe de portance de sol-support.....	80
6.2.4 Le risque de calcul :	81
6.2.5 Détermination de la zone climatique	82
6.2.6 Détermination de la température équivalente	82
6.2.7 Le choix de la structure de la chaussée.....	82
6.2.8 Choix de dimensionnement	83
6.2.9 Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support.....	83
➤ Présentation de logiciel ALIZEIII	86

➤ Tableau récapitulatif :	87
6.3 Conclusion	88

Chapitre 10 : Ouvrage d'art

1-Introduction	89
2-Conception des ouvrages	89
3-Choix de type d'ouvrage	89
3.1 Les ponts en béton armé	89
3.1.2 Les ponts dalles en béton armé	90
3.2 Les ponts en béton précontrainte	90
3.2.1 Pont à poutre en béton précontrainte	90
3.2.2 Pont dalles en béton précontrainte	91
3.3 Les ponts mixtes	91
3.4 Les tunnels :	91
3.4.1 Classification	91
3.4.2 Les méthodes de creusement	92
3.4.3 Techniques de soutènements	92
3-Application sur le projet	93

Chapitre 11 : Assainissement

1-Introduction	95
2-Objectifs d'assainissement	95
3-Les dispositifs d'évacuation des eaux	95
4-Les ouvrages d'assainissement	95
4.1 Les dalots :	95
4.2 Les buses	95
4.3 Les fossés :	95
4.4 Les fossés de crête :	96
4.5 Les descentes d'eau :	96
5-Dimensionnement de réseau d'assainissement	96
5.2 Débit d'apport	96
5.3 Coefficient de ruissellement	96
5.4 Calcule d'intensité	98
5.5 Le temps de concentration	98
5.6 Débit de saturation	98

5.7 Dimensionnement des ouvrages hydrauliques	99
5.7.1 Système de drainage longitudinal :	99
5.7.2 Système de drainage transversal :	102
6-Application au projet	104
6.1 Caractéristique des bassins versant	104
6.3 Calcul d'intensité :	106
6.4 Calcul de débit	107
6.5 Dimensionnement des ouvrages hydraulique :	108
6.5.1 Système de drainage longitudinal	108
6.5.2 Système de drainage transversal	110

Chapitre 12 : Equipement e la route

Introduction	113
--------------------	-----

Sécurité

1-Introduction	113
2-Barrières de sécurité	113
2.1 Sur le TPC.....	113
2.2 Sur les accotements	114

Signalisation

1-Introduction	114
2-Objectifs de la signalisation routière	114
3-Règles à respecter pour la signalisation	115
4-Catégorie de signalisation	115
5-Type de signalisation.....	115
5.1 La signalisation verticale.....	115
5.1.1 Les panneaux triangulaires de danger	115
5.1.2 Les panneaux ronds d'interdiction ou d'obligation.....	115
5.1.3 Les panneaux de direction.....	116
5-2 La signalisation horizontale.....	116
5.2.1 Marquage longitudinaux	116
5.2.2 Marquages transversaux	117
5.2.3 Autres marquages	117
6-Application sur le projet.....	119
6.1 Signalisation verticale.....	119

6.2 Signalisation horizontal	121
------------------------------------	-----

Eclairage

1-Introduction.....	125
2-Catégorie d'éclairage	125
3-Paramètre de l'implantation des lumières	125
4-Application sur le projet.....	126

Chapitre 13 : Echangeur

1-Introduction.....	127
2-Le rôle d'un échangeur	127
Avantages d'un échangeur :	127
Inconvénient d'un échangeur :	127
3-Les différents Type d'échangeur	127
6.1 Echangeur majeur	128
6.1.1 Trèfle complet :	128
6.1.2 Bifurcation :	128
6.2 Echangeur mineur	128
6.2.1 Le losange :	128
6.2.2 Echangeur de type demi trèfle :	129
6.2.3 L'échangeur en trompette :	129
4-Caractéristiques géométriques des échangeurs.....	129
4.1 Pont	130
4.2 Carrefour plan	130
4.3 Bretelles.....	130
5-Caractéristiques géométriques des bretelles :	130
5.1 Tracé en plan d'une bretelle :	130
5.1.1 Valeurs limites des rayons.....	130
5.1.2 Enchaînement des éléments du tracé en plan :	130
5.1.3 Raccordement Progressif	131
5.1.4 Zones de décélération et d'accélération	131
5.2 Profil en long d'une bretelle.....	132
5.3 Profil en travers d'une bretelle	133
6-Conception des échangeurs	133
Les étapes de la conception	134

Etape 1 :	134
Etape 2 :	134
Etape 3 :	134
Les conditions à respecté	134
7-Application sur le projet.....	135
Etape 1 :	135
Etape 2 :	136
Etape 3 :	136

Chapitre 14 : Impact sur l'environnement

1-Introduction	137
2-Cadre juridique	137
3-Objectif de l'étude d'impact sur l'environnement.....	137
4-Identification des impacts d'un projet routier sur l'environnement.....	138
4.1 Impact sur le milieu physique.....	138
4.1.1 Impacte sur la qualité d'eau	138
4.1.2 Impact sur l'atmosphère	138
4.2 Impact sur le milieu naturel :	138
4.2.1 Impacte sur la faune	138
4.2.2 Impacte sur la flore.....	138
4.3 Impacte sur le paysage sur le paysage	139
4.4 Impact sur le cadre humain.....	139
4.4.1 La destruction.....	139
4.4.2 Nuisance sonores et vibrations	139
4.4.3 Nuisance lumineuses et visuelles.....	139
5-Les mesures prise pour minimiser les impacts négatifs.....	139
6-Conclusion :	140

Chapitre 15 : Devis estimatif et quantitatif

Conclusion générale.....	142
Liste Bibliographique	147
Annexes.....	148

Liste des Figures

Figure 1: plan de situation du projet.....	3
Figure 2 : le couloir d'étude.....	4
Figure 3: géomorphologie de la région d'étude.....	7
Figure 4 : zonage sismique de l'Algérie	8
Figure 5 : paramètres de la route.....	11
Figure 6: shimatisation segment de tracé en plan	22
Figure 7 : tracé en plan.....	25
Figure 8 : angle saillant.....	29
Figure 9 : angle rentrant.....	29
Figure 10 : schéma illustratif d'un rayon convexe.....	30
Figure 11 : profil en long	32
Figure 12 : les éléments du profil en travers.....	34
Figure 13 : profil en travers mixte	36
Figure 14 : les position des sections dans un profil en long d'un tracé donné	38
Figure 15:marne sableuse (unité T1m) au portail d'entrés du tunnel	45
Figure 16:zone d'altération et fracturation de l'unité T1cg	46
Figure 17 : grés et conglomérat près de la cote du tunnel dans le sondage ST-B2	46
Figure 18 : aspect des marnes argileuse en profondeur (unité T3)	46
Figure 19 : argiles rougeâtres caillouteuse (unité T-Q).....	47
Figure 20 : présentation photographique des puits.....	49
Figure 21 : modélisation du talus pour les déblais.....	75
Figure 22 : coupe type d'une chaussée	77
Figure 23 : performance mécanique des matériaux bitumineux.....	85
Figure 24 : risque adapté le réseau RP1	85
Figure 25 : résultat de calcul ALIZE.....	87
Figure 26: les dimensions d'un fossé en béton armée.....	101
Figure 27 : les buses d'un diamètre 1200.....	103
Figure 28 : dalot en béton armé.....	103
Figure 29 : situation des bassins versant.....	104
Figure 30 : séparateur en béton GBA et DBA.....	114
Figure 31 : marque sur chaussée.....	117
Figure 32 : signalisation de direction	120
Figure 33 : signalisation d'indication	120
Figure 34 : panneaux de pré-signalisation	121
Figure 35 : les lignes de délimitation de voies dans le tracé.....	121
Figure 36 : les lignes transversales	121
Figure 37: avec affectation de voies.....	122
Figure 38 : sans affectation de voies	122
Figure 39 : même nombre de voies.....	122
Figure 40 : nombre de voies inferieures	122
Figure 41 ; schéma de marquage avec hachure.....	123
Figure 42 : flèches de sélection	123
Figure 43 : flèches de rabattement	124
Figure 44 :parametres de l'implantation des luminaires	125
Figure 45 : échangeur trèfle complet	128
Figure 46 : échangeur bifurcation	128

Figure 47 : échangeur losange.....	129
Figure 48 : échangeur demi trèfle.....	129
Figure 49 : échangeur en trompette	129
Figure 50 : dispositif d'entrée.....	131
Figure 51 : dispositif de sortie	132
Figure 52 : dispositif de sortie L_0 en fonction du rayon de la première/dernière courbe de la bretelle	132
Figure 53 : coupe de profil en travers de la bretelle	133
Figure 54 :Tracé en plan de l'échangeur	136

Liste Tableaux

Tableau 1 : l'environnement de la route	9
Tableau 2 : coefficient d'équivalence (p)	16
Tableau 3 : coefficient K1	17
Tableau 4 : coefficient de K2	17
Tableau 5: valeur minimales des rayon du tracé en plans	23
Tableau 6 : limite des paramètres de profil en long	Error! Bookmark not defined.
Tableau 7 : paramètres géométriques de profil en travers de l'autoroute	35
Tableau 8 : les composants de profil en travers type proposé	35
Tableau 9 : volume des cubatures.....	39
Tableau 10 : puits de reconnaissance	49
Tableau 11 : sondage carotté	58
Tableau 12 : résultats d'essai pressiométrique	64
Tableau 13 : résultats d'essai pénétromètre dynamique.....	64
Tableau 14 : résultats des essais physiques	67
Tableau 15 : résultats des essais chimiques.....	69
Tableau 16 : résultat d'essai de cisailment.....	72
Tableau 17 : résultats d'essai oedometrique	72
Tableau 18 : valeurs CBR	72
Tableau 19 : coefficient d'équivalence.....	79
Tableau 20 : construction de la structure	79
Tableau 21 : classe de trafic	80
Tableau 22 : classe de sol	80
Tableau 23 : classe de la portance de sol support	81
Tableau 24 : sur classement avec couche de forme en matériau non traité	81
Tableau 25 : risque adopté pour le réseau RP1	81
Tableau 26 : structure de la chaussé	82
Tableau 27 : valeur de coefficient d'agressivité	84
Tableau 28 : tableau récapulatif des ouvrages proposés.....	94
Tableau 29 : valeurs de C1.....	97
Tableau 30 : les valeurs de C2	97
Tableau 31 : les valeurs de C3	97
Tableau 32 : les valeurs de Cr.....	97
Tableau 33 : caractéristiques des bassins versants.....	105
Tableau 34 : temps de concentration	106
Tableau 35 : valeurs de a(T)	106
Tableau 36 : valeurs d'intensité	107
Tableau 37 : valeurs de débit	107
Tableau 38 : modulation des lignes discontinues	117
Tableau 39 : modulation et largeur des lignes	118
Tableau 40: valeurs limites des rayons	130
Tableau 41 : valeurs limites.....	132
Tableau 42 : largeurs des composantes du profil en travers	133

Introduction générale

Le secteur de transport est un secteur stratégique sur les plans économiques et sociaux, il sert au développement national et à la satisfaction des besoins de la population et assurer leur confort.

On s'intéresse dans ce travail au projet de la pénétrante autoroutière qui va relier la ville de Tizi Ouzou à l'autoroute est-ouest avec un temps de parcours minimal et désengorger la RN 25, offrir un nouvel axe qui va relancer le mouvement économique de la région et développer l'échange entre la wilaya de Tizi Ouzou et l'intérieur du pays.

La conception de cette infrastructure impose des études préalables pour déterminer le trafic, nombre de voies, dimension et structure de la chaussée et assurer au même temps le confort, la sécurité des usagers et la durabilité des ouvrages.

Notre étude consiste à faire une APD (avant-projet détaillé) d'un tronçon de 10 km de la nouvelle pénétrante de Tizi Ouzou de pk 33+00 (Draa El Mizane) au pk 43+000 (nord de Djebahia).

Ce projet de fin d'étude a été proposé par l'ADA d'Alger, il va nous permettre de mettre en pratique nos connaissances acquises durant notre parcours universitaire et s'adapter avec les différentes étapes de la conception d'une autoroute

1-Introduction :

Le réseau routier est l'un des piliers essentiels de développement économique et social d'un pays, pour cela l'état algérien essaie toujours de l'améliorer par la construction des nouvelles infrastructures routières pour faciliter les déplacements et les échanges commerciaux entre les wilayas ou bien dans les wilayas elles-mêmes.

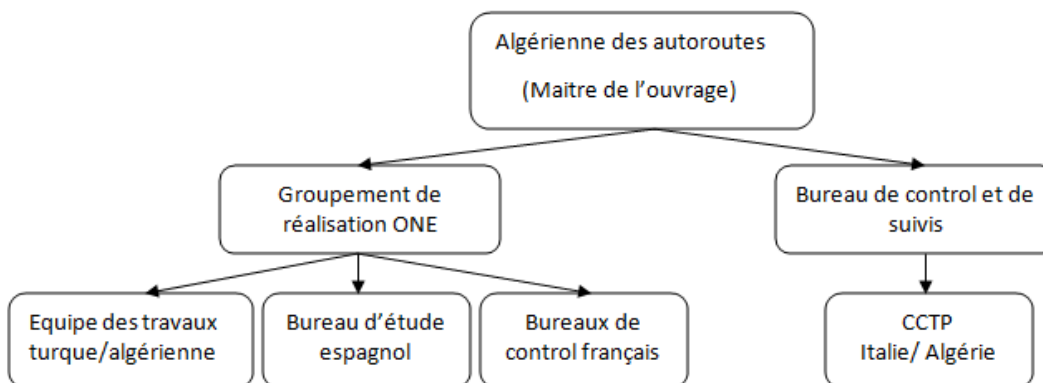
Dans ce cadre l'agence nationale des autoroutes de la wilaya de Tizi Ouzou réalise plusieurs infrastructures et ouvrages d'art de grandes importances telles que la pénétrante de Tizi Ouzou qui va relier la wilaya avec l'autoroute est-ouest au niveau de Djebahia, wilaya de Bouira.

2-Présentation du projet :

La pénétrante de TiziOuzou est un projet autoroutier qui devant relier la ville de TiziOuzou à l'autoroute est-ouest, plus exactement au niveau de la commune de djebahia dans la wilaya de Bouira, cette pénétrante est prévue entre la localité de Draa Ben Khedda (TiziOuzou) et celle de Djebahia (Bouira), la partie la plus dominante est implantée sur le territoire de la wilaya de Tiziou zou.

Cette autoroute longue de 48 km, traverse les wilayas de Tizi Ouzou et Bouira avec un profil en 2×3 voies, 21 viaducs, 2 tunnels, 7 échangeurs et elle compte 25 routes secondaires

Ce projet a été annoncé en 2006 par l'Algérienne Des Autoroutes, il est confié au groupement algero –turc dénommé « ONE » (Ozgun /Nurol /ENGOA).



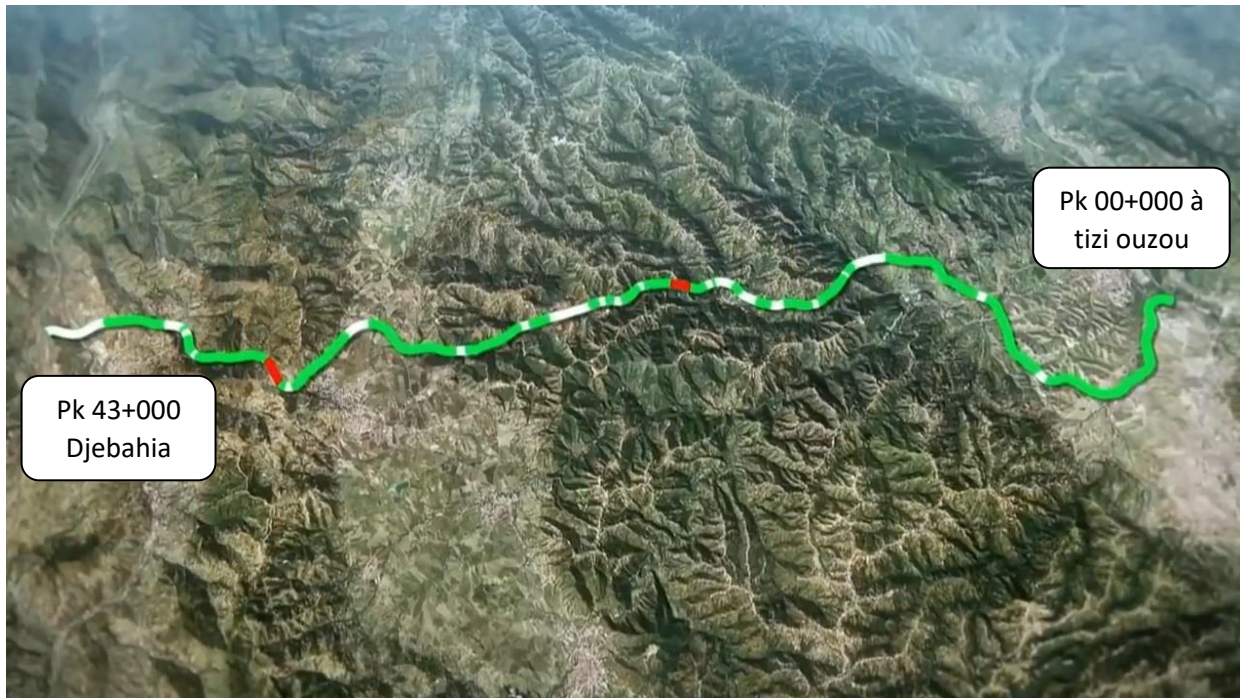


Figure 1: plan de situation du projet

3-Opportunité de projet :

L'autoroute est-ouest est l'un des grands projets que l'état algérienne à réaliser pour développer le réseau routier du pays qui nous permette d'assurer un avancement économique social et une communication entre toute la partie nord de l'Algérie, la pénétrante de Tizi Ouzou est une partie de ce grand projet, elle permet d'assurer les objectifs suivants :

- L'objectif principal du projet est de créer une liaison entre la wilaya de Tizi Ouzou et l'autoroute est –ouest et offrira aussi un nouvel axe de développement et d'échange entre les deux wilayas de Bouira et Tizi Ouzou.
- Ce projet facilitera les conditions de circulation dans les réseaux existants et permet de réduire le temps de transport.
- La réalisation de cette la pénétrante contribue au développement économique de la wilaya de Tizi Ouzou par l'amélioration des échanges dans toute la région et accroître l'efficacité économique du système de transport de la wilaya.
- Assurer le confort et la sécurité des usages représentés par la diminution du nombre de blessés et de morts et garantir une meilleure fluidité de circulation.

4-Tançons à étudier :

Le tracé à étudier s'étend sur une longueur de 10 km, prend son origine au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou exactement Draa el Mizane qui correspond au pk 33+000 allants vers pk 43+000 qui se trouve au niveau de la wilaya de Bouira plus précisément el Djebahia.

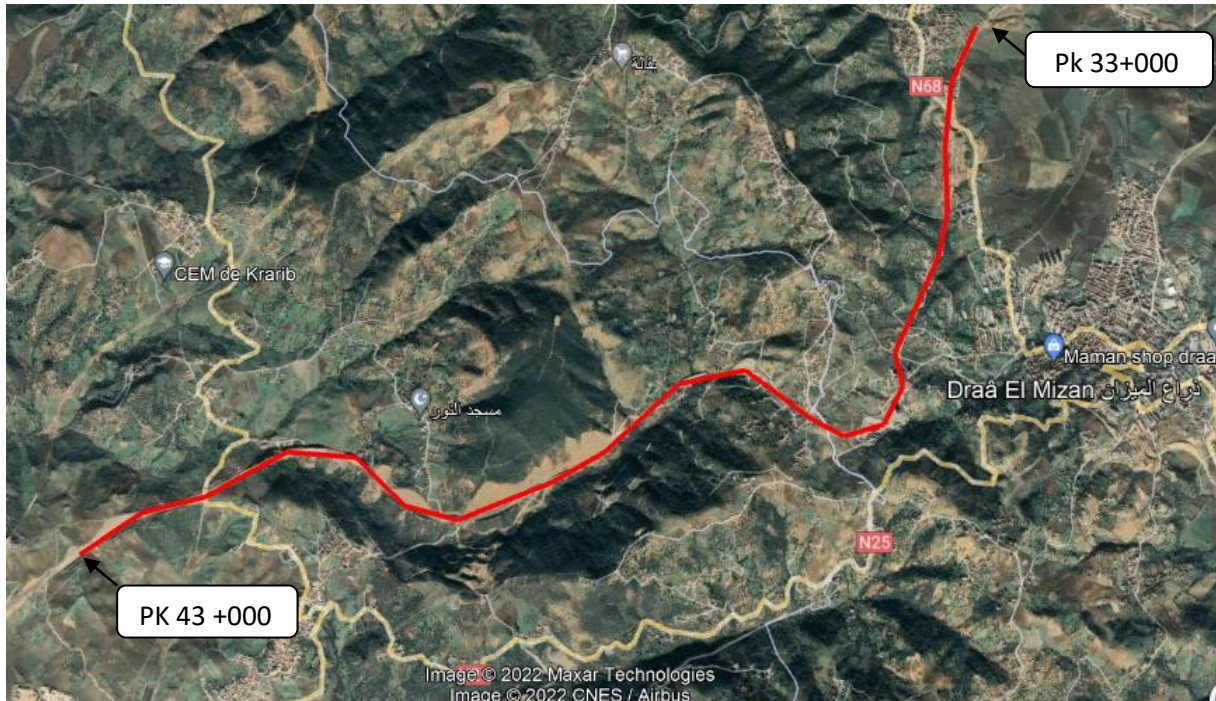


Figure 2 : le couloir d'étude

5-Données de projet

5.1 Stratigraphie

Les formations géologiques présentes dans la zona d'étude appartenant, exclusivement, au Tertiaire et Quaternaire.

5.1.1 Tertiaire

Paléogène-Néogène (T1)

Il s'agit de l'unité plus ancienne du substrat tertiaire du tronçon (oligocène-miocène) représentée par des grès, marnes, calcaires et conglomérats avec une épaisseur estimée de la formation d'environ 860 mètres

Dans la zone d'étude on a pu différencier deux termes, on exprime les caractéristiques de ceux-ci :

- Grès, conglomérats et marnes (T1cg)

Cette sous-unité est caractérisée pour un ensemble de couches alternantes de calcaires gréseux, conglomérats et marnes de couleurs grisâtres modérément météorisées (degré III de la classification de D.G. Moye) et très fracturées.

➤ Marnes et marnes sableuses (T1m)

Il s'agit d'une sous-unité avec peu représentation le long le tracé laquelle fait partie de l'unité T1. Elle est disposée de façon concordant comme une alternance avec la sous-unité T1cg du point antérieur, mais parfois l'épaisseur et les caractéristiques lithologiques particuliers sont un motif suffisant pour faire l'étude séparé de l'antérieure.

Elle est constituée par des marnes grisâtres, parfois avec une texture sableuse, et une structure un peu massive.

Miocène moyen. Argiles graveleuses et argilites (T2)

Il s'agit d'une formation d'âge Burdigalien, composée essentiellement de grès, conglomérats et gravélites, elles sont constituées à la base par des conglomérats à galets à gros blocs de couleur rouille dans lesquels s'intercalent des lentilles de grès hétérométriques polygéniques fins de couleur gris rougeâtre à gris jaunâtre peu cimentés.

Miocène supérieur. Marnes argileuses (T3)

Cette unité occupe la dépression de Bouira et elle est constituée essentiellement de sédiments lagunaires à continentaux avec un fort passage latéral et vertical de facies, la coupe type montre une alternance de conglomérats, gravélites, grès et argiles.

5.1.2 Tertiaire – Quaternaire (T-Q)

Il s'agit d'une unité localisée dans une bande d'affleurement comprise entre les pk 40+350 et 40+700. Cette unité est caractérisée par une lithologie argileuse rougeâtre avec une consistance moyenne à dur avec des passages caillouteux (des graviers et grès). Les fragments rocheux sont anguleux, ce qui veut dire que la distance de transport est court et les fragments n'ont pas eu temps suffisant pour s'éroder et d'atteindre des formes sous-arrondis.

5.2 Données géologiques :

Le projet de réalisation de la pénétrante reliant Tizi-Ouzou à l'autoroute est-ouest au niveau de Djebahia est situé dans une zone appelée socle kabyle, L'axe autoroutier de ce tronçon est situé entre le pk 33+000 et le pk 43+000

A lieu toujours sur un substrat tertiaire appartenant au massif montagneux de « la grande Kabylie » et entourée des chaînes montagneuses du Djurjura et des Bibane, il est composé principalement de massifs cristallophylliens métamorphique (gneiss, marbre, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque peu métamorphique.

L'aire du projet comporte essentiellement trois ensembles géologiques différents qui sont du Nord au Sud :

- Le Mio-plio-quaternaire formant la dépression de Draa Ben Khedda au début du projet côte Tizi – Ouzou.
- Le socle kabyle qui affleure en forme de boutonnières.
- La dépression Oligo – miocène de Dra El Mizan – Boghni. Zone Sud du projet

Le tracé commence s'appuier sur l'unité T1cg et T1m alternativement dans une séquence de déblais et remblais ou les zones de déblais correspond principalement au terme conglomérique et sableuse de l'unité T1cg tandis que les remblais appuieront sur l'unité T1m.

Après cette zone on traverse une zone montagneuse moyennant un tunnel de presque 1km. De début de tunnel jusqu'au pk 36+450 approximativement le terme argileuse de l'unité T1m sera affecté et depuis ce pk jusqu'à le pk 37+ 165 approximativement le tunnel est menée dans le terme rocheux avec des interactions marneuses (T1cg).

Depuis le tunnel le tracé continue dans la majorité sur l'unité T1cg moyennement successif déblais et aussi aucun remblais de dimension modérées jusqu'à pk 39+500.

Dans le pk 39+500 le tracé atteindre le contact lithologique entre l'unité T1cg et l'unité T2, localisé dans une zone compartimentée par un système de faille, immédiatement après, le tracé continue en déblais sur l'unité T1cg jusqu'au pk 40+350. A partir de ce pk jusqu'à près de pk 40+700 ou le contact avec l'unité tertiaire T3 est localisée, le tracé travers une zone occupé par des dépôts argileux rougeâtres d'un piedmont(T-Q) et les sols éluviaux-colluviaux développés sur ceux-ci.

Après de pk 40+700, le tracé jusqu'à la fin ceci entièrement sur l'unité argileuse T3.

5.3 Données géomorphologiques :

La géomorphologie de la région est caractérisée par la chaîne montagneuse de Djurdjura, laquelle a une disposition Est-Ouest et sépare la méditerranée de la wilaya de Bouira.

Il s'agit d'une zone avec un relief modéré à accidenté, en existant formation de vallées encaissées, torrents et collines et sommet le plus haute de lesquelles est Lalla-Khedidja.

En particulier, la géomorphologie du tracé est très conditionnée par les lithologies existantes peuvent être différenciées dans ce.

Toutes ces lithologies sont, plus ou moins, résistantes à l'érosion mais les marnes sont un peu plus altérables. Pour cette raison peuvent se produire problèmes d'érosion différentielle dans les déblais à réaliser, particulièrement dans les zones plus superficielles et aussi dans autres zones à long terme.

On a détecté aussi des glissements sur les sols développés sur les zones marneuses, qui sont spécifiquement importants au portail d'entrée du tunnel de Bouira (côté Draa el Mizan),

Dans le tronçon zone comprise entre pk 33+000 jusqu'au pk 39+500 approximativement prédomine un paysage plus ou moins accidenté avec un relief fort et pentes très élevées, ce relief a une relation directe avec la lithologie car le substrat de cette zone est occupé par intercalation de conglomérats grés, siltstones et marnes.

Par ailleurs de pk 39+500 jusqu'à la fin du tracé la géomorphologie est caractériser par un paysage plus vallonné, ceci est dû à la présence de sols de nature essentiellement argileuse et marneuse lesquelles offrent une résistance faible à l'érosion, en favorisant les sommets doux et les vallées larges.



Figure 3: géomorphologie de la région d'étude

5.4 Données hydrographique

On distingue deux zones hydrographiques, le zone du début intercale couches marneuses et couches de grès et conglomérats et à faveur du contact des différentes unités existent possibilités de circulation de l'eau. Du milieu du tracé jusqu'à la fin il y a une prédominance des matériaux argileuses ce qui veut dire que les possibilités d'accumulation d'eau sont moins dû à la nature de ces terrains.

5.5 Données climatique :

Le projet se situe dans la zone du climat méditerranéen, les étés sont très chauds et les hivers sont doux, la pluviométrie moyenne varie entre 400mm/an et 660mm/an, et les températures varie entre 20 et 40°C de mai à septembre et de 2 à 12°C de janvier à mars.

Le facteur climatique est à prendre en compte dans le planning des travaux.

5.6 Données sismiques

C'est le niveau de risque sismique considéré dans la région, en Algérie il a été intégré dans le règlement RPOA qui divise le territoire national en 5 zones de sismicité croissante

Zone 01 : négligeable

Zone 02 : faible

Zone 03 : moyenne

Zone 04 : élevée

Zone 05 : très élevée

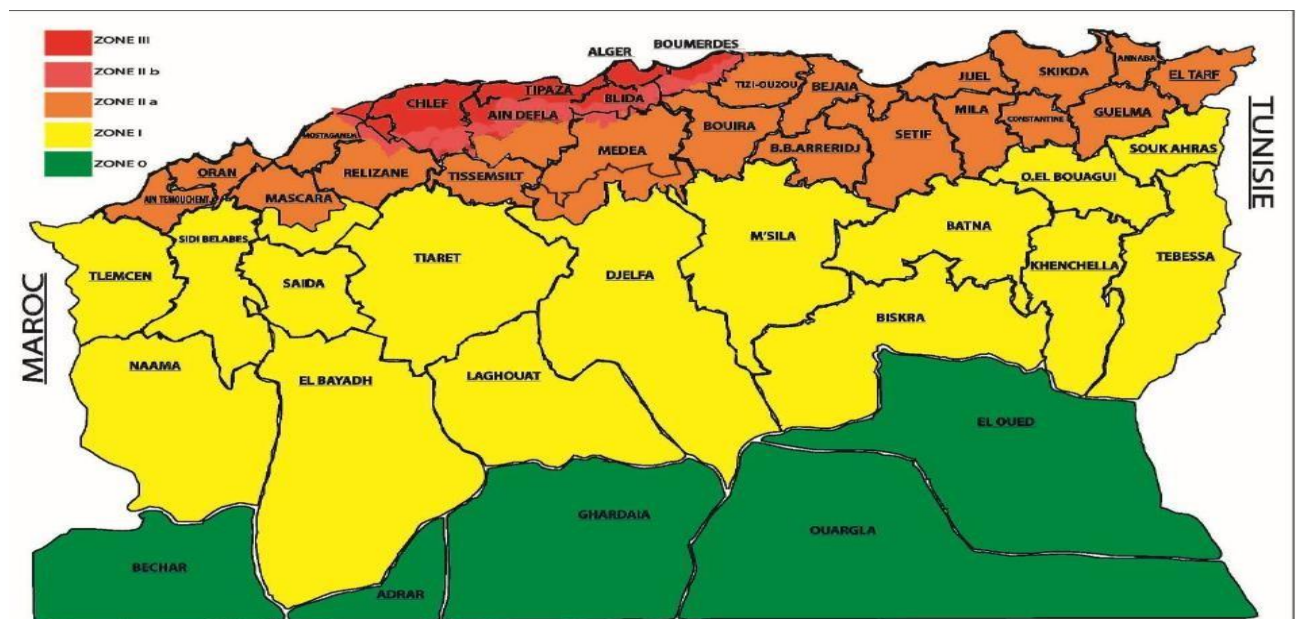


Figure 4 : zonage sismique de l'Algérie

Compte tenu des critères de classification, la région de projet est classée dans la zone sismique **IIa** (sismicité moyenne)

1-Introduction

Le but de ce chapitre est de présenter les paramètres de base de l'étude APD de notre projet, en utilisant la disposition de l'ICTAAL2000

2-Environnement de la route

L'environnement de la route est caractérisé par deux indicateurs : la dénivelée cumulée moyenne et la sinuosité.

2.1 La dénivelée cumulée moyenne

C'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire. Le rapport de la dénivelée cumulée total H à la longueur totale de l'itinéraire L permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

2.2 Sinuosité

La sinuosité d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur L_s sur le total de l'itinéraire.

$$\delta = (\text{longueur sinueuse des sections dont } R_i < 200\text{m}) / L \text{ totale}$$

Les trois types d'environnement E_i distingués résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau :

Sinuosité	Faible ($\delta < 0.1$)	Moyenne $0.1 < \delta < 0.3$	Forte $\delta > 0.3$
Relief			
Plat ($h/L < 1.5\%$)	E1	E2	
Vallonné ($1.5\% < h/L < 4\%$)	E2	E2	E3
Montagneux ($h/L > 4\%$)		E3	E3

Tableau 1 : l'environnement de la route

Remarque :

Notre projet contient un relief montagneux, donc nous sommes dans un environnement E₃.

3-La catégorie de la route

Pour choisir la catégorie de notre route, on utilise L'ICTAAL, ce dernier propose deux catégories de vitesse de référence pour les autoroutes, qui se distinguent comme suit:

3.1 La catégorie L1 :

Appropriée en région de plaine ou vallonnée où les contraintes de relief sont modérées, la vitesse maximale autorisée pour cette catégorie est de 130km/h.

3.2 La catégorie L₂:

Mieux adaptée aux sites de relief plus difficile, compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'elle implique, la vitesse maximale autorisée pour cette catégorie est de 110km/h.

Remarque : notre projet est de catégorie L₂.

4- Vitesse de référence

La vitesse de référence est le critère principal pour la définition des paramètres géométriques d'un itinéraire, elle dépend de la catégorie, de l'environnement et de la politique économique du pays.

N°	Désignation des paramètres	Symbole unité	Catégorie	
			L ₁	L ₂
1	Vitesse maximale	V(Km/h)	130	110
2	Trace en plan			
(1)	Rayon minimum absolu	R _m (m)	600	400
(2)	Rayon minimum non déversée	R _{nd} (m)	1000	650
(3)	Longueur minimum de clothoïde	L _s (m)	Max(14 Δδ ; R/9)	Max(14 Δδ ; R/9)
(4)	Rayon minimum sans courbede Transition	R(m)	1500	975
3	Profil en long			
(1)	Déclivité maximum	P(%)	5	6
(2)	Déclivité minimum	P(%)	0.2	0.2
(3)	Rayon minimal de raccordement Convexe	R _v (m)	12500	6000
(4)	Rayon minimal de raccordement Concave	R _v (m)	4200	3000
4	Profil en travers			
(1)	Nombre de voie de chaque chaussée	N	2 à 4	2 à 4
(2)	Largeur de voie	L(m)	3.5	3.5
(3)	Dévers minimum	d(%)	2.5	2.5
(4)	Dévers maximum	d(%)	7	7

Figure 5 : paramètres de la route

Remarque : la vitesse de référence de notre projet d'après le règlement ICTAAL2000 est 110km/h.

5-Conclusion

On résume que nous sommes dans un environnement E_3 , catégorie L_2 et la vitesse de référence est 110 km/h.

1-Introduction

Le trafic est le déplacement réglementé des automobiles, d'autres véhicules sur une route, autoroute ou tout autre type de voirie, son étude est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier

L'étude du trafic a pour objet de :

- Connaître les différents flux de véhicules empruntant le réseau routier dans lequel s'insère le projet
- Déterminer l'intensité du trafic et son agressivité (poids lourd)
- Le choix de profil en travers d'une route ou autoroute
- Déterminer les caractéristiques techniques de la chaussée (nombre de voies et dimensionnement de corps de chaussée) et orienter sur les techniques d'entretien de chaussée.

2-Les différents types de trafic :

Il existe plusieurs types de trafic :

2.1 Trafic normal

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

2.2 Trafic dévié

C'est un trafic attiré vers la nouvelle route aménagée, en d'autres termes la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point.

2.3 Trafic induit

C'est le volume de trafic supplémentaire généré par la création ou l'amélioration d'une infrastructure de transport, quel que soit le mode de déplacement concerné.

2.4 Trafic total

C'est le trafic total sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et le trafic dévié en plus le trafic normal

3-Mesure des trafics

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

3.1 Les comptages

Sont des éléments essentiels de l'étude du trafic, permettent de quantifier le trafic. On distingue deux types de comptage :

3.1.1 Les comptages manuels :

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et de transports communs, Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

3.1.2 Les comptages automatiques :

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

Les comptages permanents :

Sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

Les comptages temporaires :

S'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

3.2 Les Enquêtes Origine Destination

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination. Il existe plusieurs types d'enquêtes :

3.2.1 Les Enquêtes papillons ou distributions

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

Les avantages de la méthode :

C'est la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

Les inconvénients de la méthode :

C'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

3.2.2 Relevé des plaques minéralogiques

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre chiffres ou lettres), la comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux. Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre, le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable.

3.2.3 Interview des conducteurs

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'arrêter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées : (origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé). Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement tels que le type de véhicule.

3.2.4 Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage

Un échantillon de ménage sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'une interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

4-Méthode Prolongation de l'évolution passée

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

Le trafic T_n à l'année n sera : $T_n = T_0 (1+\tau)^n$

Ou : T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine

τ : est le taux d'accroissement

n : le nombre d'année

Calcul de capacité :

La capacité est le nombre des véhicules qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de la route ou deux directions avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propre durant une période bien déterminer, la capacité dépend des :

- Des conditions de trafic
- Des caractéristiques géométriques de la section considérer

4.1 Projection futur du trafic

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

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

Telle que :

$TJMA_h$ = le trafic à l'année d'horizon (année de mise en service)

$TJMA_0$ = le trafic à l'année de référence

τ : est le taux d'accroissement (%)

n : le nombre d'année

4.2 Calcule de trafic effectif

C'est le trafic traduit en unité de véhicule particulier (upv), en fonction du type de route et de l'environnement en utilisant un coefficient d'équivalence pour convertir les poids lourds en (upv)

Le trafic effectif est donné par la formule :

$$T_{eff} = [(1-z) + p.z] TJMA_h$$

Avec :

T_{eff} : trafic effectif à l'année d'horizon en (upv)

Z : pourcentage de poids lourd

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd

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

Tableau 2 : coefficient d'équivalence (p)

4.3 Débit de pointe horaire normale

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est exprimé en unité de véhicule particulier (upv)

La formule qui donne le débit de pointe horaire normale est : $Q = \frac{1}{n} \cdot T_{eff}$

Q = débit de point horaire

n = nombre d'heure (en générale heure = 8 heure)

T_{eff} = trafic effectif

4.4 Débit horaire admissible

Le débit horaire maximal est : $Q_{adm} = k_1 K_2 C_{th}$

Avec :

Environnement	E1	E2	E3
Valeur de K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau 3 : coefficient K1

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

Tableau 4 : coefficient de K2

	Capacité de la route
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200
Route à chaussé séparée	1500 à 1800

Tableau 5 : valeur de la capacité théorique

4.5 Calcul de nombre de voie :

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche de rapport : $S \cdot \frac{Q}{Q_{adm}}$

Avec : Q_{adm} : débit admissible par voie

S : coefficient de dissymétrie, en général égale à 2/3

5-Application sur le projet :

Données du trafic :

- Le trafic journalier moyen annuel à l'année de référence 2021 : TJMA 2021 = 6500v/j/2xsens
- L'année de mise en service : 2025
- La durée de vie est de 20 ans
- Pourcentage de poids lourd : 35% (80% de poids lourd sur la voie lente de droite)
- Le taux d'accroissement : 4%
- Environnement : E3 (terrain montagneux)

Trafic de l'année de mise en service :

$$TJMA_{2025} = TJMA_{2021} (1+\tau)^n$$

$$TJMA_{2025} = 6500(1+0.04)^4$$

$$TJMA_{2025} = 7604v/j$$

Trafic à l'année d'horizon :

$$TJMA_{2045} = TJMA_{2025} (1+\tau)^n$$

$$TJMA_{2045} = 7604(1+0.04)^{20}$$

$$TJMA_{2045} = 16661v/j$$

Trafic effectif de l'année mise en service :

Pour notre projet l'environnement est E3 (terrain montagneux) et le coefficient d'équivalence P=8

$$T_{\text{eff}(2025)} = [(1-Z) + PZ] \times TJMA_{2025}$$

$$T_{\text{eff}(2025)} = [(1-0.35) + 8 \times 0.35] \times 7604$$

$$T_{\text{eff}(2025)} = 26234\text{uvp/j}$$

Trafic effectif à l'année horizon :

$$T_{\text{eff}(2045)} = [(1-Z) + PZ] \times TJMA_{2045}$$

$$T_{\text{eff}(2045)} = [(1-0.35) + 8 \times 0.35] \times 16661$$

$$T_{\text{eff}(2045)} = 57480 \text{ uvp/j}$$

Débit de pointe horizon de l'année mise en service :

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{\text{eff}(2025)} \quad \text{avec : } \frac{1}{n} = \frac{1}{8} = 0.12$$

$$Q = 0.12 \times 26234$$

$$Q = 3148 \text{ uvp/h}$$

Débit de pointe horaire à l'année horizon :

$$Q = 0.12 \times T_{\text{eff}(2045)}$$

$$Q = 0.12 \times 57480$$

$$Q = 6898 \text{ upv/h}$$

Débit admissible

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

$$Q_{\text{adm}} = 0.91 \times 0.95 \times 1800$$

$$Q_{\text{adm}} = 1556 \text{ upv/h}$$

Nombre des voies :

$$n = S \times \frac{Q}{Q_{\text{adm}}} \quad \text{avec : } S = 2/3$$

$$n = \frac{2}{3} \times \frac{6898}{1556} = 2.95$$

Donc on prend le nombre de voies = 3 vois.

D'après le calcul de capacité de la route, on trouve que la chaussée à 3 voies par sens (2× 3)

Année de saturation

$$Q_{\text{saturation}} = (1 + \tau)^n \times Q_{\text{adm}}$$

Avec:

$$Q_{\text{saturation}} = 3 \times Q_{\text{adm}} = 3 \times 1556 = 4668 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{2025} = \frac{2}{3} \times 3148 = 2098.66 \text{ uvp/h}$$

$$n = \frac{\frac{Q_{sat}}{Q_{2025}}}{\ln(1+r)} = \ln(4668/2098.66) / \ln(1+0.04) = 20.38 \text{ ans}$$

D'où notre route sera saturée **21 ans** après l'année mise en service, donc l'année de saturation est en 2046.

1-Introduction

Lors de l'élaboration de tout projet linière l'ingénieur doit toujours commencer par le choix du couloir dans le site concerné.

Le tracé en plan se caractérise par une succession de courbe et d'alignement droits séparé par des raccordements progressifs ou des raccordements circulaires, il représente la projection de l'axe de la route sur un plan horizontal

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité.

2-Règle à respecter dans le tracé en plan

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

- Adapter au maximum le tracé au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants
- Eviter de passer sur des zones d'habitations.
- Utiliser le maximum d'alignement en respectant la longueur maximale et minimale.
- Utiliser des grands rayons si la configuration du terrain le permet.
- Assurer la sécurité et le confort des usagers.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières

3-Les éléments du tracé en plan

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence appelée ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaire à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entres elle d'autre part, elle se fait à l'aide de clothoides qui assurent un raccordement progressif par nécessiter de sécurité et de confort des usages de la route

Un tracé en plans moderne est constitué de trois éléments :

- Des droites (alignement)
- Des arcs de cercle (rayon)
- Des courbes des raccordements de courbes progressives (clothoides)



Figure 6: shimatisation segment de tracé en plan

3.1 Les alignements droits

Il est recommandé d'utiliser le maximum d'alignement car il représente le meilleur tracé qui convient à la route sur le plan technique, et cela pour le confort et la sécurité qu'il offre aux usagers.

Les alignements droits sont la disposition générale du tracé et serviront à la détermination des autres éléments (cercles, clothoïdes), il est recommandé d'alterner 40 à 60 % d'alignement droits.

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base
 - Des sinuosités précédentes et suivantes à l'alignement
 - Du rayon de courbure de ces sinuosités
- Une longueur minimale d'alignement L_{min} dans un tracé en plan devra séparer deux courbe circulaire de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant cinq secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs de cercle

$$L_{min} = 5 \frac{V^2}{3.6}$$

- Une longueur maximale L_{max} est prise égale à la distance parcourue pendant soixante secondes

$$L_{max} = 60 \frac{V^2}{3.6}$$

3.2 Arc de cercle d'un tracé en plan (rayon)

On essaie toujours de choisir des rayons les plus grands possible pour éviter de descendre en dessous de rayon minimum préconiser.

Les courbes sont limitées par l'intervention des trois éléments :

- Stabilité des véhicules en courbe :

On est obligé d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur de la courbe d'une pente dite dévers, exprimée par sa tangente pour réduire l'effet de la force centrifuge $F = (MV^2) / 2R$ qu'elle instabilise le véhicule en courbe

➤ Visibilité en courbe

Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible

Les valeurs minimales du rayon sont représentées dans le tableau suivant :

Rayon minimal(Rm)	600 m	400 m
Rayon minimal non déversé (Rnd)	1 000 m	650m

Tableau 5: valeur minimales des rayon du tracé en plans

Rayon minimal Rm

Il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur pour assurer la stabilité des véhicules.

Rayon minimal non déversé

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

3.3 Les courbes de raccordement

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut pas se faire brutalement, mais progressivement pour assurer :

- Le confort des passages en véhicules
- La stabilité transversale des véhicules
- La transition de la forme de la chaussée
- Le tracé élégant, souple fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant
- Une meilleure visibilité

La courbe de raccordement la plus utilisée est la clothoïde grâce à ses particularités, elles servent de raccorder entre deux alignements droits, entre deux cercles, entre cercle et alignement droit.

La clothoïde assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du devers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de devers et de la courbure de façon à respecter les conditions de stabilités et de confort dynamique

Condition de confort optique :

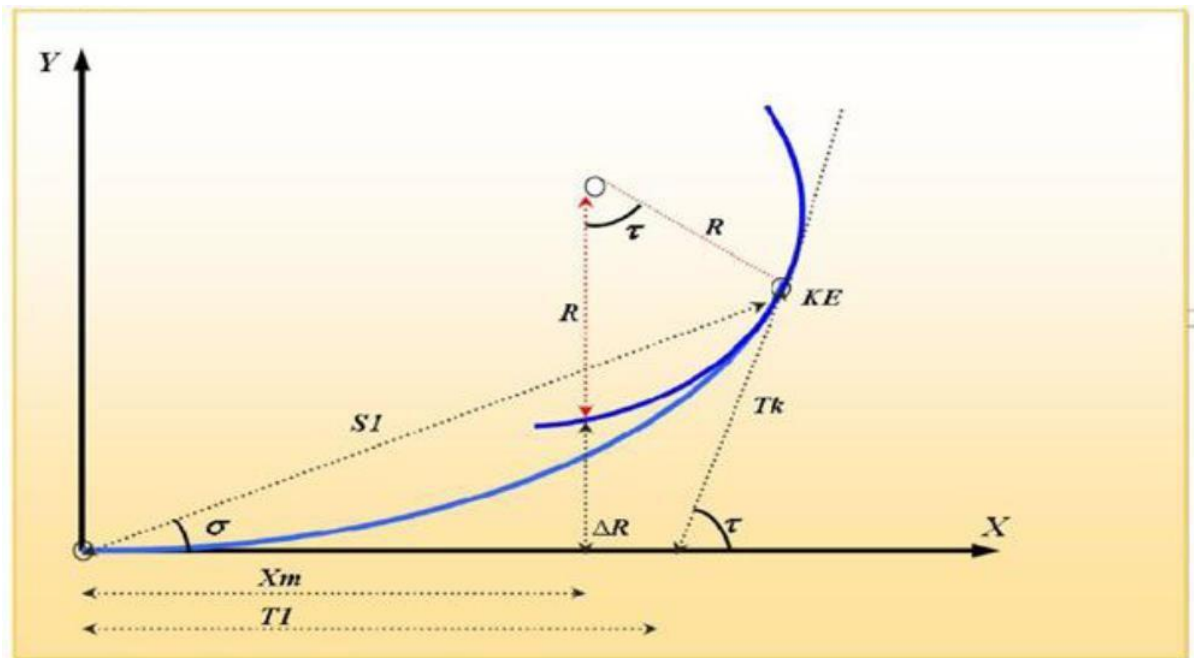
Visé à assurer aux usagers une meilleure vue de la route et de ses obstacles éventuels de façon à obtenir la sécurité de conduite

Condition de gauchissement :

Visé à assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans la zone de changement de devers. Elle se traduit par limitation de la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de son axe, elle est limitée a

Condition de confort dynamique :

Visé a limité le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps d'accélération transversale d'un véhicule



- R: rayon du cercle.
- L: longueur de la branche de clothoïde.
- A : paramètre de la clothoïde.
- KE: extrémité de la clothoïde.
- ΔR : ripage.
- τ : angle des tangentes.
- TL: tangente longue
- σ : angle polaire.
- M : centre du cercle.
- X_m : abscisse du centre du cercle M à partir de KA.
- Y_m : ordonnée du centre du cercle M a partir de KA.
- X: abscisse de KE
- Y: ordonnée de KE.

4-Application sur le projet

Notre projet est situé dans un environnement E_3 et classé en catégorie L_2 avec une vitesse de référence de 110 Km/h, d'après les normes de l'TCTAAL2000.

Le traitement de l'axe en plans et réaliser à l'aide de logiciel AUTOPISTE dont les paramètres du tracé se trouvent dans l'annexe

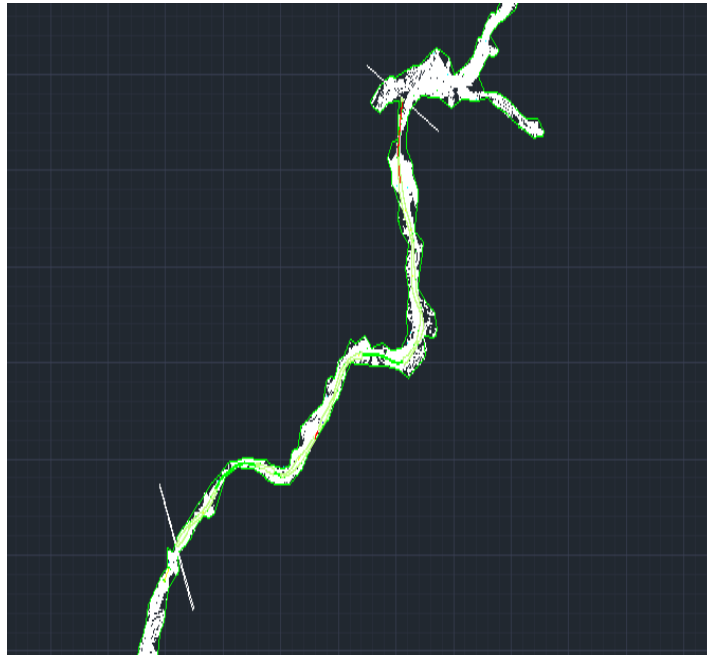


Figure 7 : tracé en plan

1-Définition

C'est une coupe verticale passant par l'axe de la route qui permet de visualiser le tracé dans le sens longitudinal. Le profil en long est défini par une succession de segments de droites (pentes et rampes dites déclivités) raccordés par des courbes circulaires. Ces éléments représentent la ligne rouge ou la ligne de projet.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

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

2-Règles de conception du profil en long

Pour faire un bon tracé de projet on doit tenir en compte plusieurs conditions pour assurer le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux :

- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Respecter les valeurs géométriques (rayon et déclivité) préconisées par les règlements.
- Eviter les hauteurs excessives des remblais.
- Recherche un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais.
- Suivre le terrain naturel pour limiter les volumes des déblais et remblais et les équilibres afin de minimiser le cout.
- Eviter la stagnation des eaux et assurer leurs écoulements.
- Assurer l'évacuation des eaux de la plateforme dans les sections longues en déblais ou dans les zones de devers nul par la création des pentes longitudinales

3-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

Pour garantir une bonne coordination entre le profil en long et le tracé en plan, on doit respecter les conditions :

- Eviter les coïncidences entre les rayons du profil en long et les rayons du tracé en plan (Positionner les points de changement de déclivité dans des éléments de tracé constants (alignements ou pleine courbe)
- Eviter le placement d'une courbe en profil en long immédiatement après une courbe en tracé en plan.

- Les points singuliers du tracé en plan ne doivent pas être précédés d'un point élevé
- Eviter de positionner des carrefours ou accès en point haut, courbes ou zone de visibilité réduite (éventuellement coté externe des courbes non déversées après vérification des conditions de visibilité) (ICTAAL 2000)

4-Eléments de composition d'un profil en long

Le profil en long est constitué d'une succession de segment de droites (rampes et pentes) raccordés par des cercles circulaires.

Pente : tronçon de voie où l'altitude est décroissante dans le sens de circulation (descente).

Rampe : tronçon de voie où l'altitude est croissante dans le sens de circulation (montée).

Palier : c'est la partie de la ligne rouge qui se trouve en horizontale.

Courbes de raccordement vertical : ce sont des arcs de cercles qui assurent la liaison entre les éléments de la ligne rouge

5-Valeurs limitées

Les paramètres de profil en long doivent respecter les valeurs limitées données dans le tableau selon l'ICTAAL.

Catégorie	L1	L2
Déclivité maximale (%)	5	6
Déclivité minimale (%)	0.2	0.2%
Rayon minimal en angle saillant RV(m)	12500	6000
Rayon en angle rentrant RV (m)	4200	3000

Tableau 6 : limite des paramètres de profil en long

6-Déclivité

On appelle déclivité d'une route, la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal, elle est donc un rapport qu'on peut exprimer par un pourcentage, une fraction ou un nombre décimal, elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées

6.1 Déclivité minimale

Dans les sites où le terrain est plat on emploie jamais une pente nulle, elle ne doit pas être au-dessous de 0.5% de préférence et 1% pour que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement à long de la route au bord de la chaussée.

6.2 Déclivité maximale

La déclivité maximale d'une route dépend de :

- Condition d'adhérence
- Vitesse minimum de poids lourd
- Condition économique

7-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 :

7.1 Raccordements convexes (angle saillant)

A partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles d'une part et les distances d'arrêts et de visibilité d'autre part on peut déterminer les rayons minimaux admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant

La conception doit satisfaire aux conditions suivantes :

7.1.1 Condition de confort

Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle sera soumis le véhicule lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe

7.1.2 Condition de visibilité

C'est une condition supplémentaire à celle de confort elle intervient dans les raccordements des points hauts.

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

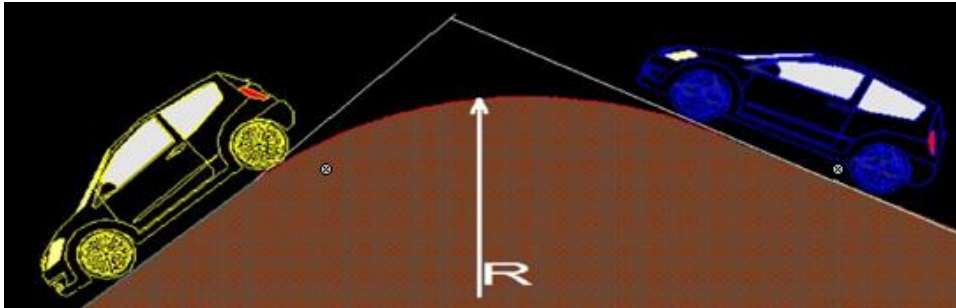


Figure 8 : angle saillant

7.2 Raccordements concaves (angle rentrant)

Dans un raccordement concave on a un problème de visibilité de nuit pour les routes non éclairées donc on doit assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle.

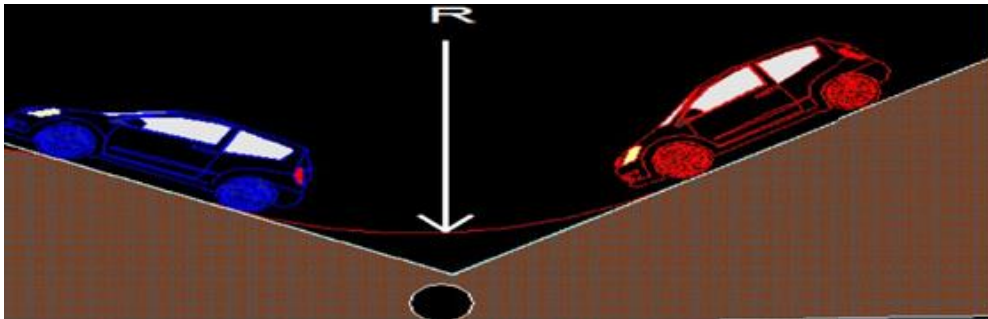


Figure 9 : angle rentrant

8-Condition d'esthétique de raccordement en profil en long

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur des distances courtes

9-Application sur le projet :

Exemple de calcul d'un rayon convexe :

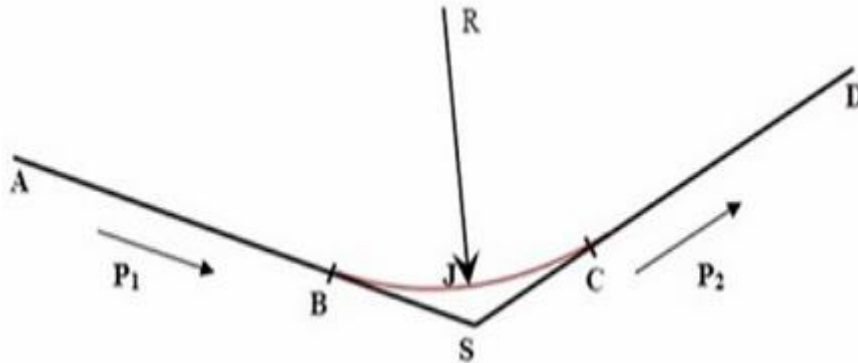


Figure 10 : schéma illustratif d'un rayon convexe

Sommets	X(m)	Z(m)	Pente (%)	R(m)
A	6796.800	462.753	-6	10000
D	9730.604	350.575	0.50	

1- Calcul du sommet des déclivités :

$$L = X_D - X_A = 2933.804 \text{ m}$$

$$Z_{A'} = Z_D - |(L \times P_2)| = 335.905 \text{ m}$$

$$Z_{D'} = Z_A - |(L \times P_1)| = 286.724 \text{ m}$$

$$M = Z_A - Z_{A'} = 126.848 \text{ m}$$

$$N = Z_D - Z_{D'} = 63.851 \text{ m}$$

$$X'_S = \frac{L \times M}{M + N} = 1951.48 \text{ m}$$

$$X_S = X_A + (M \times L) / (M + N) = 8748.28 \text{ m}$$

$$Z_S = Z_A - X'_S \times |P_1| = 345.66 \text{ m}$$

3 Calcul des tangentes :

$$T = \frac{R}{2} \times (|P_1| + |P_2|) \implies T = 325 \text{ m}$$

4- Calcul de la flèche B_x

$$B_x = \frac{T^2}{(2 \times R)} \implies B_x = 5.28 \text{ m}$$

5- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$B \begin{cases} X_B = X_S - T = 8423.28 \text{ m} \\ Z_B = Z_S + (T \times |p1|) = 365.16 \text{ m} \end{cases}$$

$$C \begin{cases} X_C = X_S + T = 9073.28 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + (T \times |p2|) = 347.28 \text{ m} \end{cases}$$

Pente 5	Pente	-6.00 %	1624.944	6796.800	462.753
Parabole 5	Rayon	10000.000 m	650.220	8421.744	365.193
	Sommet Absc.	9022.139 m			
	Sommet Alt.	347.169 m			
Pente 6	Pente	0.50 %	658.639	9071.965	347.293
				9730.604	350.575

6- Calcul de la longueur de raccordement :

$$L = 2 \times T \implies L = 650 \text{ m}$$

7- Calcul des coordonnées du point J :

$$\begin{cases} X_{J/A} = R \times P1 = 600 \text{ m} \\ Z_{J/A} = X_{J/A} \times P1 - \frac{(X_{J/A})^2}{2 \times R} = 18 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_J = X_B + X_{J/A} = 9023.28 \text{ m} \\ Z_J = Z_B - Z_{J/A} = 347.16 \text{ m} \end{cases}$$

Vérification :

$$\begin{cases} X_{J/A} = R \times P1 = 600 \text{ m} \\ X_{J/d} = R \times P2 = 50 \text{ m} \end{cases}$$

$$X_{J/A} + X_{J/d} = 650 \text{ m}$$

$$2 \times T = 650 \text{ m}$$

Les résultats de calcul sont joints dans l'annexe calculée par logiciel AUTOPIST

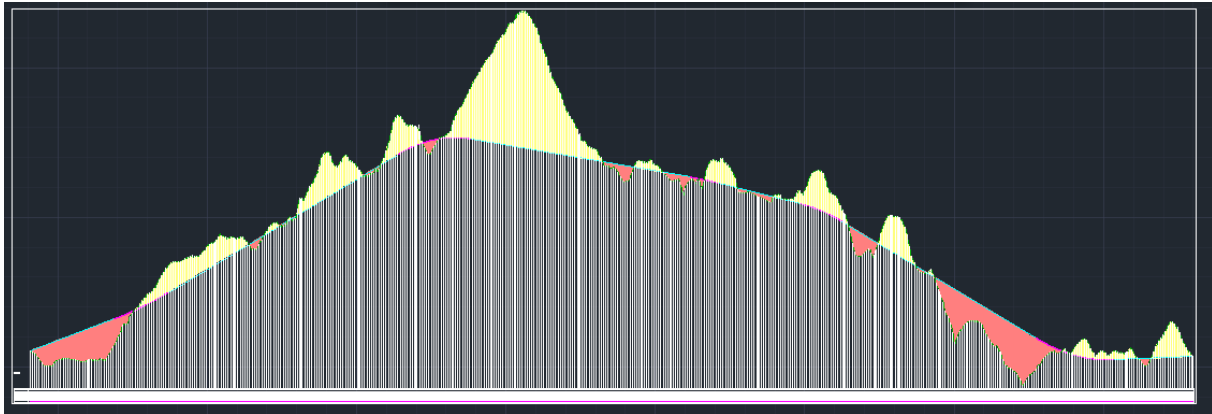


Figure 11 : profil en long

1-Introduction :

Le profil en travers d'une route est la coupe dans le sens transversal menée selon un plan perpendiculaire à l'axe de la route projeté, il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais, trottoirs).

Le choix de profil en travers dépend essentiellement du trafic attendu sur l'autoroute qui définit le nombre de voie.

2-Classification du profil en travers :

Il existe deux types de profil en travers :

2.1 Profil en travers type :

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

2.2 Le profil en travers courant :

Qui est une pièce de base dessinée avec des distances variables qui servent à calculer les cubatures.

3-Les éléments du profil en travers :

La chaussée

C'est la partie médiane d'une voie de communication affecté à la circulation des véhicules.

L'emprise

C'est la surface du terrain naturel affecté à la route et à ses dépendances (talus, chemin de désenclavement, exutoires, etc) limitée par le domaine public.

L'assiette

C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

Le fossé

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

Plate-forme

C'est la structure qui supporte la chaussée, elle se situe entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terres pleins et les bandes d'arrêts.

La largeur roulable

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

Les accotements

Les accotements sont dérasés, ils comportent les éléments suivants :

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

Le terre-plein central

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

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

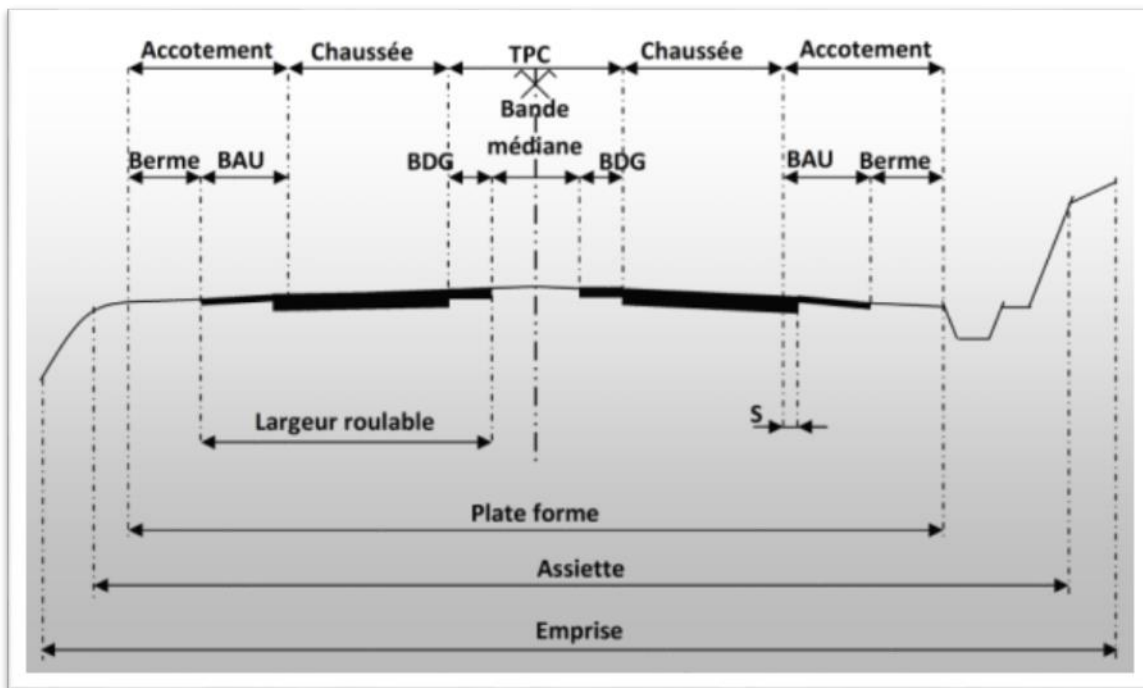


Figure 12 : les éléments du profil en travers

4-Normes géométriques :

Les paramètres géométriques adoptés pour le profil en travers sont résumés dans le tableau suivant (ICTAAL2000).

PROFIL EN TRAVERS				
			L1	L2
(1)	Nombre de voie de chaque chaussée	N	2 à 4	2 à 4
(2)	Largeur de voie	L(m)	3.5	3.5
(3)	Dévers minimum	d(%)	2.5	2.5
(4)	Dévers maximum	d(%)	7	7

Tableau 7 : paramètres géométriques de profil en travers de l'autoroute

5-Profil en travers type de notre projet

Description	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale (m)
• Voie de circulation 2x3	3.5	6	21.0
• Terre-plein central(T.P.C)	3.0	1	3.0
-Bande dérasée de gauche(B.D.G)	0.5	2	1
-Bande médiane(B.M)	2	1	2
• Accotement	4.0	2	8.0
-Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	3.0	2	6.0
-La berme	1.0	2	2.0
Totale			36.0
• Zone de sécurité à l'extérieur des voies de circulation	6	2	12.0
Dévers en section droite			
- Chaussée	2,5%vers l'extérieur.		
- Bande dérasée de gauche (B.D.G)	2.5% vers l'extérieur		
- Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	4% vers l'extérieur.		
- Berme extérieure	8% vers l'extérieur.		
Dévers en courbe			
- Chaussée	7 % (maximum).		
- Bande dérasée de gauche (B.D.G)	Identique à celle de la chaussée		
- Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	Identique à celle de la chaussée		

Tableau 8 :les composants de profil en travers type proposé

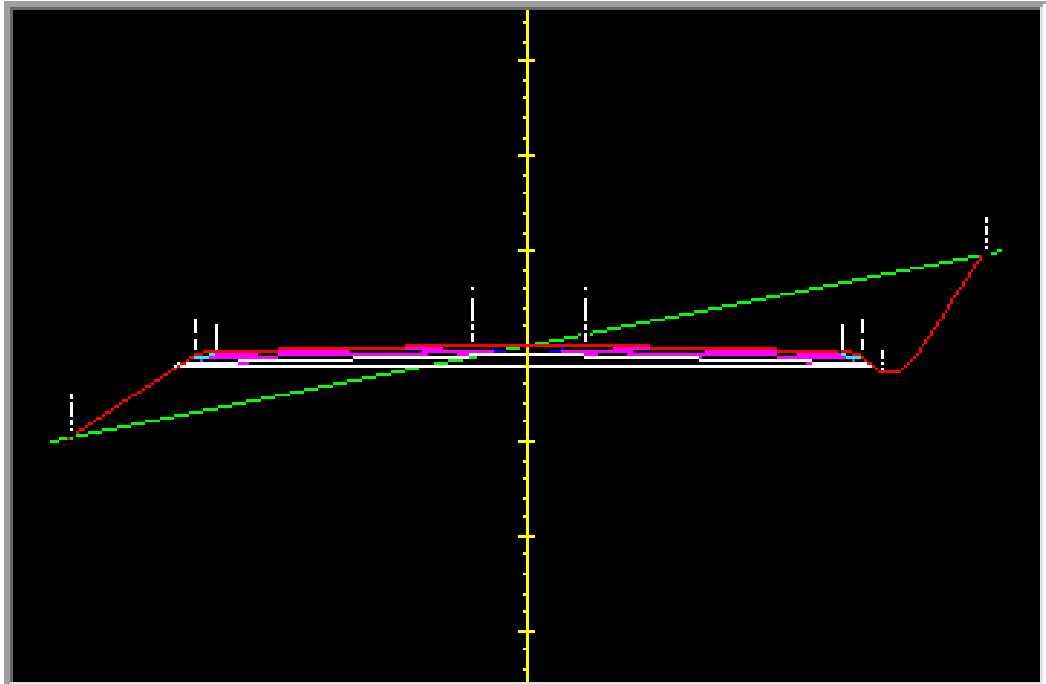


Figure 13 : profil en travers mixte

1-Introduction

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement qui sert à préparer l'infrastructure routière pour qu'elle soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général.

La modification de la forme du terrain naturel comporte à ajouter et à enlever des terres, la première action est « remblais » et les deuxièmes « déblais ».

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle « calcul des cubatures des terrassements ».

2-Définition

2.1 Terrassement

Les terrassements consistent à effectuer au moyen d'engin mécaniques diverse opérations destinées à préparer les terrains en vue de prochaines construction et lui permet d'être bien stable en évitant plusieurs problèmes plus tard tel que les terrassements, les glissements ou autres effondrement de sol.

2.2 Les déblais

Ils désignent l'ensemble des terres dégagées lors des opérations de terrassement pour la création des canalisations, de fondation, ces terres peuvent être réutilisés en remblais ou évacués en chantier.

2.3 Les remblais

Les remblais sont les terres prélevées et transportées qui permet de combler les creux et correspond à l'étape du nivellement.

2.4 Les cubatures de terrassement

C'est l'évolution des cubes de déblais et remblais qui comporte le projet afin de minimiser le cout des terrassements et obtenir une surface uniforme et homogène sous adjacente à la ligne rouge du projet pour recevoir un corps de chaussée qui permette aux véhicules de circuler en toutes sécurité.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- Le profil en long
- Le profil en travers
- Les distances entre les profils

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

3-Les Méthodes de calcul des cubatures :

Il existe plusieurs méthodes de calcul qui simplifient le calcul des volumes des remblais et de déblais existant dans le projet

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

3.1 Méthode de la moyenne des aires :

Cette méthode consiste à calculer séparément les volumes des remblais et des déblais des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule suivante :

$$v = \frac{l}{6} \times (S1 + S2 + 4S_{moy})$$

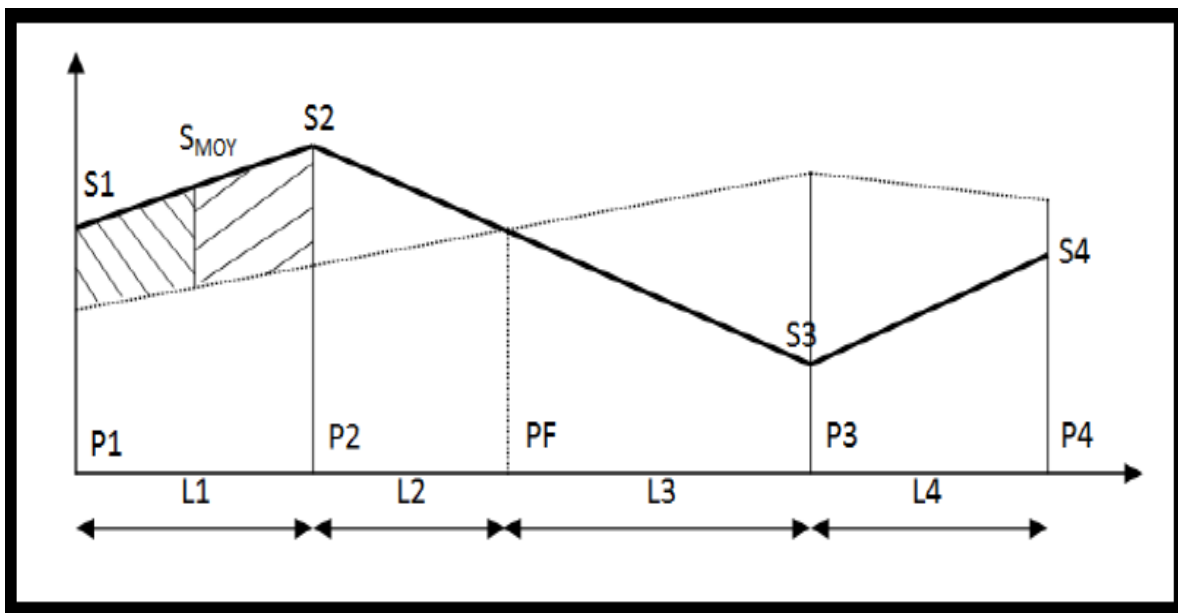


Figure 14 : les position des sections dans un profil en long d'un tracé donné

PF: profil fictive, sur face nulle.

Si: surface de profil en travers Pi.

Li: distance entre ces deux profils.

S_{MOY}: surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li).

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

Chapitre 7 : les cubatures

$$V1 = \frac{L1}{6} \times (S1 + S2 + 4Smoy)$$

Pour un calcul plus simple, on a considéré que : $Smoy = \frac{S1+S2}{2}$

Donc :

- Entre P1 et P2 : $V1 = L1 \times \frac{S1+S2}{2}$
- Entre P2 et PF : $V2 = L2 \times \frac{S2+0}{2}$
- Entre PF et P3 : $V3 = L3 \times \frac{0+S3}{2}$
- Entre P3 et P4 : $V4 = L4 \times \frac{S3+S4}{2}$

Le volume total V : $V=V1+V2+V3+ V4$

$$V = \frac{L1}{2} \times S1 + \frac{L1+L2}{2} \times S2 + \frac{L2+L3}{2} \times 0 + \frac{L3+L4}{2} \times S3 + \frac{L4}{2} \times S4$$

4-Résultat :

Les volumes totaux des cubatures et des matériaux utilisés sont dans le tableau suivant :

Volume déblais (m ³)	Volume remblais (m ³)
4190062	335308

Tableau 9 : volume des cubatures

Dans notre projet, le calcul s'effectue à l'aide de logiciel AUTOPISTE

Les résultats de calcul des cubatures sont joints en annexe

1-Introduction :

« Les risques géotechniques sont liés à une connaissance partielle des caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques du site, susceptibles d'avoir des conséquences sur le comportement des ouvrages ou des aménagements. Ils dépendent donc des incertitudes, de la variabilité naturelle des paramètres et des accidents géologiques. Une bonne identification des risques impose donc nécessairement des investigations géotechniques suffisantes et pertinentes au regard des besoins des différentes phases de conception, voire des études d'exécution, ainsi qu'un suivi géotechnique en phase de travaux. Cette progressivité des investigations permet de réduire les incertitudes éventuelles. » (Extrait de la norme NF P94.500, révisée en novembre 2013).

« Les reconnaissances de terrain doivent fournir une description des conditions de terrain pertinentes pour les travaux proposés et établir une base pour l'évaluation des paramètres géotechniques pertinente pour toutes les étapes de la construction. »

La géotechnique routière est définie comme étant la science qui étudie d'une part les sols sur lesquels reposent la chaussée et d'autre part les matériaux constituant des différentes couches de cette chaussée

Elle concerne à la fois :

- Les travaux de terrassement
- Stabilisation des talus et soutènements
- Fondations des ouvrages

2-Objectifs de l'étude géotechnique :

- Identification des caractéristiques et comportement des matériaux
- Identification des risques géotechniques majeurs du site
- Identification des sources d'emprunt des matériaux et les capacités des gisements
- Dimensionnement des différentes couches de chaussée

3-Un programme d'investigations géotechniques sur site doit comporter :

- Un plan d'implantation des sondages et essais adapté éventuellement sur site.
- La profondeur prévisionnelle des investigations, à adapter éventuellement en fonction des terrains rencontrés.

- Les types de sondages, d'essais en place et de matériels à utiliser.
- Les spécificités du mesurage piézométrique et hydrogéologique
- Les prélèvements d'échantillons et la description des essais en laboratoire prévus
- Les normes, lois et règlements à appliquer.

Un programme d'investigations sur site peut être complété par les programmes d'essais en laboratoire : essais d'identification, essais géo mécaniques et géochimiques (agressivité des milieux vis-à-vis des ouvrages).

4-Moyens de la reconnaissance du sol :

Les moyens de reconnaissance du sol pour un projet routier sont :

- L'étude des archives et des documents existants
- Les visites de site et les essais in situ
- Les essais au laboratoire
- L'étude des archives et des documents existants :
- Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé
- Les cartes géologiques de la région pour avoir une idée sur la nature géologique et géotechnique des massifs existants
- Les visites de sites et les essais in situ

Cette connaissance permet de vérifier les informations déjà recueillies sur les documents cités elle permet aussi de mesurer certaines caractéristiques en place et des prélèvements d'échantillons pour des besoins d'essais de laboratoire

4.1 L'étude des archives et des documents existants :

Les archives peuvent apporter des indications assez sommaires pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques des formations existantes par la consultation :

Des études antérieures effectuées au voisinage du tracé.

Des cartes géologiques de la région pour avoir une idée sur la nature géologique et géotechnique des massifs existants.

4.2 Les visites de sites et les essais in situ

Les visites sur site permettent de vérifier et de préciser les informations déjà recueillies sur les documents précédemment cités. Cependant, la connaissance précise des caractéristiques des sols en présence nécessite des investigations « in-situ » permettant :

- Soit la mesure de certaines caractéristiques en place.

- Soit le prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais de laboratoire.

On distingue :

4.2.1 Les puits de reconnaissance :

Le creusement s'effectue mécaniquement (pelle hydraulique) ou manuellement, ils permettent d'avoir une idée sur les coupes du terrain à quelques mètres de profondeur.

4.2.2 Les sondages carottés :

Permet d'obtenir un échantillon continu de sol prélevé à l'aide d'un carottier, le forage se fait soit par battage (carottier poinçonneur) soit par rotation (carottier rotatif).

Les échantillons (carottes) sont présentés dans des caisses précisant leur identité et la profondeur à laquelle ils ont été prélevés.

Ces sondages permettent d'effectuer un certain nombre d'essais in situ et au laboratoire.

4.2.3 Essai pressiomètre Menard :

C'est un essai de chargement effectué in situ consiste à faire descendre dans un forage une sonde cylindrique gonflable à une profondeur donnée et mesurer les variations de volume de sol au contact de la sonde en fonction de la pression radiale appliquée, trois grandeurs sont déduites de cet essai :

- Le module pressiométrique « E » qui définit le comportement pseudo-élastique du sol
- La pression limite « Pl » qui caractérise la résistance à la rupture
- Pression de fluage « Pf » qui définit la limite entre le comportement pseudo-élastique et le comportement plastique

4.2.4 Essai pénétromètre dynamique :

L'essai de pénétration dynamique consiste à enfoncer dans le sol, par battage de manière continue, un train de tiges muni, en partie inférieure, d'une pointe débordante et à noter le nombre de coups nécessaires pour faire pénétrer dans le sol la pointe d'une hauteur h de 10 cm.

Cet essai permet de mesurer la résistance dynamique de pointe à la pénétration q_d , les résultats sont donnés sous forme d'un pénétrogramme.

4.3 Les essais au laboratoire :

Certains essais géotechniques nécessitent un appareillage spécifique et des conditions de travail qui ne peuvent être satisfaites in situ tels que la température ou la durée de l'essai. Sans parler de la disposition du matériel requis et qui, dans un laboratoire, est mieux manié et reste préservé des agressions du climat ou d'un quelconque risque de dégradation possible sur chantier.

On distingue trois types d'essais établis au laboratoire :

4.3.1 Les essais d'identification :

Analyse granulométrique :

Cet essai vise à déterminer la répartition des grains de sol suivant leur dimension dans un échantillon il, se fait généralement par un tamisage

Les résultats sont données sous la forme d'une courbe appelée « courbe granulométrique »

Limites d'Aterberg :

Cet essai vise à caractériser l'argilosité d'un sol par la détermination des caractéristiques suivantes :

- Limite de Liquidité : WL (frontière entre l'état plastique et liquide)
- Limite de Plasticité : WP (frontière entre l'état solide et plastique)
- L'indice de plasticité I_p : $I_p = WL - WP$.

WL et I_p permettent de situer les sols fins dans le diagramme de plasticité dit « diagramme CASARGANDE »

Cet essai s'applique généralement sur les sols comportant un pourcentage de fines ($80\mu\text{m}$) supérieur à 35%.

Teneur en eau :

Cet essai vise à déterminer la quantité d'eau contenue dans le sol, ou le rapport en % du poids W_w d'eau que le sol contient au poids W_d de ses éléments secs.

Essai VBS (Valeur de bleu de Méthylène) :

Cet essai vise à déterminer la propreté d'un sol

L'essai s'effectue en ajoutant progressivement par doses successives des doses de solution de bleu de méthylène à une suspension de l'échantillon de granulats dans l'eau. L'adsorption de la solution colorée par l'échantillon est vérifiée après chaque ajout de solution en effectuant un test à la tache sur du papier filtre pour déceler la présence de colorant libre.

4.3.2 Les essais chimiques :

Visent à caractériser la composition et les caractéristiques chimiques d'un sol

4.3.3 Les essais mécaniques :

Essai CBR « Californian Bearing Ratio » :

L'essai CBR est un essai de portance, il permet d'évaluer l'aptitude de sol à supporter les charges en estimant sa résistance au poinçonnement en fonction de sa densité, son humidité, ainsi que les charges appliquées

L'essai consiste à poinçonner un échantillon compacté avec une teneur en eau optimale, par pénétration d'un poinçon cylindrique, et ensuite mesurer sa résistance à l'effort tranchant.

Cet essai est utilisé pour le dimensionnement des structures des chaussées et l'orientation des travaux de terrassements.

Essai œdométrique :

C'est un essai de consolidation et compressibilité qui permet d'évaluer la déformation verticale du sol.

L'essai consiste à mesurer le tassement au cours de temps d'un échantillon cylindrique intact sous l'application d'un effort vertical axial successivement croissant et décroissant

Cet essai permet d'établir deux types de courbes :

- La courbe de compressibilité qui indique le tassement total en fonction de logarithme de la contrainte appliquée.
- La courbe de consolidation qui donne le tassement de l'échantillon en fonction du temps sous application d'une contrainte constante.

Trois paramètres sont déduits de la courbe

- Contrainte effective de pré-consolidation σ'_p : contrainte effective maximale sous laquelle le sol s'est déjà consolidé au cours de son histoire.
- Indice de compression C_c : pente de la tangente à la courbe vierge qui permet de préciser la sensibilité du sol au tassement le long de cette courbe.
- Indice de gonflement C_s : traduit la déformabilité d'un échantillon non gonflant en deçà de la contrainte de consolidation à laquelle il a été soumis (à ne pas confondre avec C_g coefficient de gonflement)

Essai de compression uni-axiale :

Cet essai consiste à comprimer un échantillon de forme cylindrique entre deux plateaux parallèle d'une presse rigide et enregistrer la contrainte axiale et la déformation.

Ces enregistrements permettent de terminer les différentes caractéristiques mécaniques :

- Résistance à la compression q_c ,
 - Module de Young E
- Cisaillement a la boîte :

L'essai de cisaillement à la boîte consiste à provoquer la rupture d'un échantillon suivant un plan imposé. L'échantillon est placé dans une boîte constituée de deux parties qui peuvent glisser horizontalement l'une sur l'autre, on applique un effort normal de compression N verticalement, et un effort tranchant T, horizontalement et on mesure la variation de hauteur de l'échantillon.

Ces mesures permettent de déterminer la courbe intrinsèque de sol puis d'en déduire les paramètres de cisaillement qui permettent d'estimer la contrainte de rupture.

5-Application sur le projet

A partir des résultats des campagnes géotechniques et des observations sur site on a réalisé la caractérisation des différentes unités géotechniques observées sur notre tronçon :

Unité T_{1M} : argiles marneuse et argiles sableuse

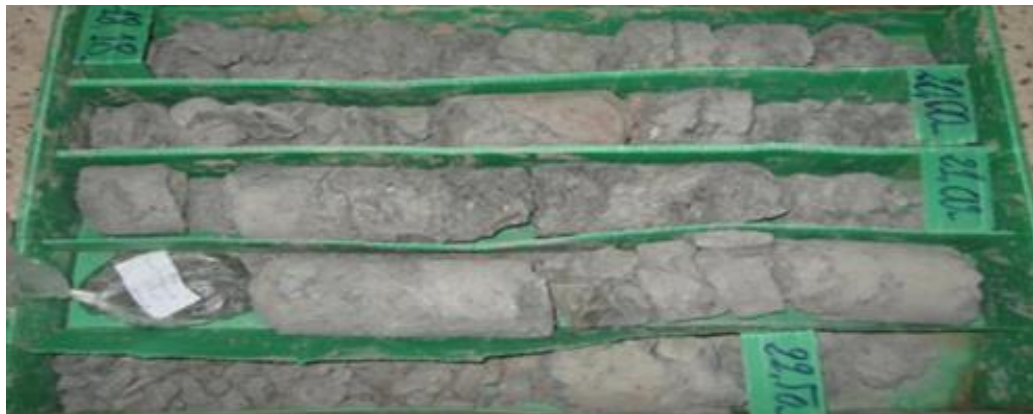


Figure 15:marne sableuse (unité T1m) au portail d'entrés du tunnel

Unité T_{1CG} : grès, calcaire et marne



Figure 16: zone d'altération et fracturation de l'unité T_{1cg}

Unité T₂ : grès, conglomérats et gravélites



Figure 17 : grès et conglomérat près de la cote du tunnel dans le sondage ST-B2

Unité T₃ : conglomérats, grès, siltstones et argilites avec la présence occasionnelle de graviers.



Figure 18 : aspect des marnes argileuse en profondeur (unité T₃)

Unité T-Q : argile rougeâtre avec une consistance moyenne à dur avec des passages caillouteux (des graviers et grès).



Figure 19 : argiles rougeâtres caillouteuse (unité T-Q)

5.1 Résultats des essais in situ

5.1.1 Puits de reconnaissance

Dans le tableau présenté ci-dessous, les principales données des puits réalisés sont montrées

Plan N°	Localisation pk	Profondeur max	Profondeur	Description lithologique
p-74	33+600	3.20	0.00-0.70	Terre végétale
			0.70-3.20	Schiste friable marron en surface, grisâtre en profondeur, humide avec présence de quelques blocs
P-75	34+100	3.20	0.00-2.50	Argile limono-sableuse et graveleuse, marron en surface, noirâtre avec présence de coquille à partir de 0.70m et de débris de remblais à partir de 2.00m
			2.50-3.20	Argile limono-sableuse marron
P-76	34+700	3.80	0.00-3.80	Tuf peut limoneux brunâtre à jaunâtre avec des blocs et fragments de grés fin très durs, devenant plus compacte en allant vers la base
P-77	35+200	3.70	0.00-3.70	Marne compacte brunâtre et grisâtre à verdâtre plus compacte, humide et pâteuse en allant vers la base
PB-1	36+260	3.70	0.00-0.40	Terre végétale
			0.40-1.00	Argile brunâtre, plus au moins limoneuse
			1.00-2.10	Argile brunâtre
			2.10-3.70	Argile grisâtre, très compacte, avec parfois des marnes plus au moins schisteuse
PB-2	37+800	3.50	0.00-0.30	Terre végétale

			0.30-1.60	Limon brunâtre, avec des blocs centimétriques de sables très consolidée de couleur rouge.
			1.60-3.50	Petits cailloux de sable consolidé remanié dans de limon avec de petit banc centimétrique de marne
PB3	37+900	1.80	0.00-1.80	Tuf blanchâtre, avec des blocs rocheux centimétriques à métriques
			1.80-5.00	Blocs rocheux métrique à décamétriques, gréseux
PB-4	38+370	1.10	0.00-1.10	Tuf blanchâtre, avec des blocs rocheux centimétriques à métriques
			1.10-5.00	Blocs rocheux métrique à décamétriques, gréseux
PB-5	39+220	1.30	0.00-1.30	Tuf blanchâtre, caillouteux et plus en moins rocheux
			1.30-5.00	Dalle de grés fins à moyen
PB-6	40+140	3.60	0.00-0.30	Terre végétale
			0.30-1.50	Limon finement argileux, brunâtre foncé et caillouteux
			1.50-2.00	Argile compacte rougeâtre
			2.00-3.60	Argile brunâtre claire, plus au moins compacte et caillouteuse
PB-7	41+260	3.50	0.00-0.25	Terre végétale
			0.25-2.00	Argile très compacte, parfois marneuse, elle est caillouteuse avec des concrétions carbonatées et des niveaux de couleur rougeâtre
			2.00-3.50	Marne grisâtre à brunâtre, plus au moins schisteuse
PB-8	41+520	3.50	0.00-0.60	Terre végétale
			0.60-2.10	Limon argileux, brunâtre claire
			2.10-3.50	Argile grisâtre à brunâtre, très compacte
PB-9	42+160	3.50	0.00-0.30	Terre végétale
			0.30-1.50	Marne altérée, brunâtre à grisâtre claire riche en concrétion calcique

			1.50-3.50	Marne grisâtre saine et fracturée
PB-10	42+560	3.00	0.00-3.00	Marne brunâtre compacte très dure
PB-11	42+900	3.40	0.00-0.40	Terre végétale
			0.40-1.40	Argile noirâtre, molle plus au moins humide
			1.40-3.40	Argile brunâtre humide et plis au moins compacte

Tableau 10 : puits de reconnaissance



Figure 20 : présentation photographique des puits

5.1.2 Sondage carotté :

Les résultats des sondages carottés sont présentés dans le tableau suivant :

Sondage	PK	Profondeur max	Profondeur	Lithologie
SC-55 5	33+500		0.00-0.70	Remblais.
			0.70-3.40	Argile sablo-graveleuse, brunâtre, sèche, friable, carbonatée.
			3.40-26.00	Marne plus ou moins compacte parfois friable, grisâtre à verdâtre, très riche en précipitations de calcite avec un passage d'argile altéré et oxydé brunâtre à rougeâtre entre 20.50 et 22.40m.
			26.00-35.00	Argile plus moins compacte, grisâtre, verdâtre, friable.

SC-55 2	33+680	25.50	0.00-2.30	Limon argilo sableux, marron, lâche.
			2.30-11.60	Marne brunâtre, à traces d'oxydation, moyennement molle à moyennement ferme.
			11.6-25.50	Marne grisâtre, ferme.
SC-55 3	33+740	21.00	0.00-21.00	Alternance de niveaux de marne brunâtre et de niveaux de grès quartzeux dur, fragmenté.
SC-143	33+910	16.20	0.00-1.00	FORAGE Destructif
			1.00-1.50	Argile sableuse brunâtre carbonatée.
			1.50-4.00	Argile schisteuse brunâtre carbonatée compacte et friable.
			4.00-16.20	Marne grisâtre plus ou moins schisteuse compacte bien Récupérée.
SC-144	34+320	15.80	0.00-0.40	Terre végétale.
			0.40-1.70	Argile sableuse à graveleuse, peu plastique, de couleur jaunâtre.
			1.70-6.60	Grès très fin, siliceux, de couleur brunâtre à verdâtre, altéré, friable, associé à une argile jaunâtre peu plastique, renfermant des fragments gréseux, présence d'une forte oxydation.
			6.60-13.50	Grès argileux, à grains fins, friable, à ciment siliceux, carbonaté, ferrugineux, avec passages compacts, renfermant du quartz en grains et en fines veinules. La calcite blanche se présente en poudre, en fines veinules millimétriques, on note la présence de passages gréseux friables associé à une forte proportion d'argile sableuse à gravelleuse, peu plastique ainsi qu'une oxydation assez marquée. Grès compact de
			13.5-15.80	couleur brunâtre à rougeâtre, à grains moyens avec ciment siliceux, ferrugineux, et par endroits carbonaté,
SC-145	34+700	15.00	0.00-0.50	Terre végétale.
			0.50-2.00	Argile jaunâtre, sableuse, gravelleuse, renfermant des débris gréseux.
			2.00-5.50	Argile jaunâtre à verdâtre, peu plastique, sableuse, gravelleuse, associée aux grès fins siliceux, fortement altéré, friable.
			5.50-7.00	Grès compact, siliceux, ferrugineux, à grains fins, renfermant de fines fissures et fractures multidirectionnelles à remplissage de calcite et d'hydroxydes, ainsi que de des cavités et alvéoles.
			7.00-15.00	Marne grise, par endroits plastique, renfermant des fragments gréseux, localement elle devient friable, oxydée, et se débite en feuillets. La roche renferme une patine blanche issue probablement de la dissolution des carbonates

SC-157			0.00-5.75	Argile sablo-graveleuse peut limoneuse brunâtre a rougeâtre moyennement compacte.
			5.75-11.00	Argile sableuse devenant sable argileux en allant vers la base brunâtre et grisâtre très riche en précipitations
			11.00-22.20	Alternance de grés fin moyennement dur récupéré sous forme de fragments et carottes et de sable consolidé plus ou moins argileux carbonaté
			22.20-27.00	Marne grisâtre compacte.
			27.00-30.80	Argile sableuse a sable argileux brunâtre à jaunâtre avec des précipitations carbonatées blanchâtres.
			30.80-37.00	Grés fin à moyen dur.
			37.00-40.00	Marne sableuse grisâtre friable devenant grés marneux fragmenté moyennement dur.
SC-18	34+520	15.00	0.00-3.45	Argile sableuse et graveleuse, peu grésifiée.
			3.45-5.00	Grés dur.
			5.00-9.00	Argile sableuse, grésifiée et friable à compacte, jaunâtre. Grés dur, broyé, jaunâtre à rougeâtre.
			9.00-15.00	
SC 11	35+680	30.00	0.00-4.00	Limon argilo-sableux et graveleux, ferme, marron à brunâtre.
			4.00-4.60	Argilite grise altérée.
			4.60-5.50	Grés plus au moins calacreux, de couleur brun clair.
			5.50-17.00	Conglomérat, à matrice grisâtre, avec passage marneux plus au moins sableux entre: 16,80-17,20m.
			17.00-23.00	Conglomérat, à matrice grisâtre, avec passage marneux plus au moins sableux entre: 16,80-17,20m.
			23.00-23.60	Argilite graveleuse, grise foncée.
			23.60-25.40	Conglomérat, à matrice grisâtre.
			25.40-30.00	Argilite Altéré friable à compacte, avec des passages durs entre (27,50 - 28,60) et (28,90 - 29,10), couleur grise foncée.
SC 56	35+840	20.30	0.00-15.70	Marne sableuse à gréseuse, marron à beige, friable.
			15.70-20.30	Marne sableuse à gréseuse, mgrisâtre, dure.
SC 57	36+140	20.10	0.00-.050	Terre végétale
			0.50-3.00	Limon sableux (sable moyen à grossier) et graveleux, ferme, marron à brunâtre.

			3.00-3.60	Limon argilo-sableux, ferme, brunâtre.
			3.30-5.50	Limon argileux altéré en schiste, ferme, brunâtre en surface et grisâtre en profondeur.
			5.50-7.20 7.20-20.10	limon argileux brunâtre. Argile limoneuse grisâtre altérée en schiste, ferme avec des passages moux et des passages durs (13.40-13.65); (13.80-14.0); (16.90-17.30)
ST-B1	36+310	45.00	0.00-1.20	Argile sablo-graveleuse brun foncé.
			1.20-5.50	Argile sableuse à limon sableux ferme, avec des graviers, cailloux et galets à la base.
			5.50-7.70	Marne sableuse et graveleuse altérée, ferme à compacte de couleur grise claire.
			7.70-45.00	Alternance de niveaux d'argilite grise, friable avec des niveaux gréseux plus durs.
ST-B5	36+390	96.00	0.00-0.70	Argile limoneuse, brunâtre, moyennement ferme.
			0.70-5.30	Argile plus au moins limoneuse, brunâtre, moyennement ferme.
			5.30-15.80	Marne grisâtre, très fracturée, sensible à l'HCL, avec des passages centimétriques de grés fins.
			15.80-36.40	Grès fin à moyen, très fracturé lors de la rotation, avec passages marneux grisâtre, très fracturée entre : 17,30-17,75m ; 21,60-22,20m et 30,70-31,30m.
			15.80-96.00	Argile grisâtre, très dure et très fracturée et altérée, avec des passages centimétriques de grés moyens entre : 77,50-77,65m ; elle est parfois caillouteuse de tailles centimétriques (gréseux fin).
ST-B2	36+720	103.00	0.00-0.50	Terre Végétale.
			0.50-4.20	Argile limono-sableuse.
			4.20-8.40	Grès à grain fin, brunâtre, dur, fracturé, récupéré en fragments.
			8.40-15.20	Argilite grisâtre, altérée, avec un passage d'argilite saine, dure entre 10,9 et 11,40m.
			15.20-19.80	Grès à grain fin, gris clair, dur, bien récupéré.
			19.80-21.20	Argilite grisâtre, dure.
			21.20-38.50	Grès à grain fin, gris clair, dur, bien récupéré, avec un passage conglomératique entre 36,2m et 37,7m.
			38.50-40.20	Argilite grisâtre, dure.
			40.20-41.30	Grès à grain fin, gris clair, dur, bien récupéré.
41.30-45.10	Argilite compacte à dure grisâtre.			

			45.10-65.40	Grès à grain fin, gris clair, dur, bien récupéré, avec des intercalatrons centémétriques d'argilite friable.
			65.40-66.5	Argilite gris-foncé, fracturée.
			66.5-68.00	Conglomerat.
			68.00-72.30	Grès à grain fin, gris clair, dur, bien récupéré.
			72.30-73.00	Conglomérat.
			73.00-88.00	Grès à grain fin, gris clair, dur, bien récupéré, avec intercalations densimétriques d'argilite dure, dans les intervalles 77,0m-77,1m et 83,5m - 83,8m.
			88.00-92.20	Conglomérat.
			92.20-93.50	Grès à grain fin, gris clair, dur, bien récupéré
			93.50-96.90	Conglomérat.
			96.90-98.50	Grès à grain fin, gris clair, dur, bien récupéré
			98.50-103.00	Conglomérat.
ST-B6	36+950	80.40	0.00-3.90	Remblai (Accotement de la chaussée).
			3.90-8.00	Argile moyennement ferme, de couleur brunâtre.
			8.00-12.40	Argile très compacte, de couleur grisâtre.
			12.04-34.05	Grès fin à moyen avec des remplissages de fractures par des argiles très compacte de couleur grisâtre entre : 13,80-14,50m ; 16,60-17,55m ; 23,65-23,80m et 31,10-31,45m.
			34.05-35.85	Conglomérat, très bien récupéré.
			35.85-63.00	Argilite grisâtre, très fracturée, avec des intercalations centimétriques à métriques de grès fin entre : 35,85-36,20m ; 37,80-40,00m et 44,00-45,55m ; et passages schisteux grisâtre entre : 37,10-37,80m et 49,15-50,90m. On remarque une présence de minéraux opaque noirâtre représentés par le graphite entre : 46,20-47,70m, une zone de fracturation est remarquable entre : 48.80-58,00m avec des remplissages d'argile très compacte et grisâtre.
			63.00-73.00	Argile grisâtre plus au moins altérée, moyennement ferme, avec passages gréseux fin entre : 65,80-66,50m ; 67.90-68.10m et 71.20-72.40m.
			73.00-80.40	Grès fin à moyen, très fracturé, avec passages centimétrique d'argile très compacte et altérée, parfois schisteuse.
ST-B4	37+010		0.00-3.46	Limon argilo-sableux, à quelques éléments gréseux, brunâtre.
			3.46-3.85	Grès à grain moyen, brunâtre.

			3.85-9.00	Argilite grisâtre, très altérée et friable.
			9.00-35.20	Alternance de niveaux d'argilite grisâtre, dure, finement sableuse, et des niveaux de grès à grain fin à moyen, dur, parfois argileux avec des passages conglomératiques dans
			35.20-37.70	l'intervalle 24,0m - 26,5m. Niveau de sable graveleux dans une matrice argilo-limoneuse, gris foncé (probablement un remplissage de fracture).
			37.70-41.20	Alternance de niveaux d'argilite grisâtre, dure, finement sableuse, et des niveaux de grès à grain fin à moyen, dur, parfois argileux
ST-B3	37+120	30.00	0.00-2.40	Cailloux gréseux moyen dans une matrice limoneuse brunâtre.
			2.40-3.00	Grès fin, très fracturé.
			3.00-6.00	Marne schisteuse brunâtre, très fracturée.
			6.00-12.50	Grès moyen, fracturé avec un passage marneux sain entre : 7,00-9,00m.
			12.50-13.90	Argilite grisâtre, très fracturée.
			13.90-15.00	Argilite saine et très compacte, grisâtre.
			15.00-16.00	Grès moyen, grisâtre.
			16.00-21.00	Argilite grisâtre, très fracturée, avec des passages gréseux centimétriques entre : 17,80-17,90m et 18,00-18,15m.
			21.00-30.00	Grès moyen, grisâtre, avec un passage d'argilite, plus ou moins calcaireux entre 27,8m et 30,0m.
SC B16	37+360	39.00	0.00-2.60	Argile sableuse peu graveleuse noirâtre avec racine de végétation en surface.
			2.60-4.70	Sable limono-argileux légèrement grésifié.
			4.70-6.00	Grès à grain fin, broyé, de couleur grisâtre.
			6.00-38.00	Marne (grésifié sur 1.0m de haut), saine dur avec des niveaux broyés.
			38.00-39.00	Marne dur grésifiée, broyée, gris et blanchâtre.
SC B14	37+700	36.00	0.00-3.20	Sable moyen très consolidé et très fracturé.
			3.20-10.70	Argile très compacte et très altérée, avec des beaucoup de concrétions carbonatées blanchâtre, elle est brunâtre et caillouteuse avec des niveaux rougeâtre entre : 6,00-7,50m.
			10.70-14.50	Marne brunâtre, très fracturée avec passages caillouteux entre : 15,90-16,60m.

			14.50-15.80	Calcaire marneux, plus au moins gréseux, grisâtre.
			15.80-21.00	Marne, grisâtre, fracturée, plus au moins schisteuse, avec passage calcaireux gréseux entre : 16,50-16,80m et 17,30-17,80m.
			21.00-36.00	Marne sableuse, grisâtre, très dure, avec passage calcaireux gréseux entre : 35,50-35,70m et 35,80-36,00m.
SC B13	38+050	40.00	0.00-5.40	Argile, brunâtre, plastique et molle.
			5.40-12.00	Argile limoneuse, ferme à compacte, de couleur marron.
			12.00-15.00	Marne grésifiée, compacte.
			15.00-18.50	Calcaire gréseux, dure, mais broyé, de couleur grisâtre.
			18.5-37.00	Calcaire gréseux très dure, avec des veines de calcite, de couleur jaunâtre, avec des niveaux centimétriques de marne compacte et jaunâtre.
			37.00-40.00	Argilite compacte à dure, grisâtre.
SC B13(2)	38+490	20.50	0.00-1.80	Tuf jaunâtre.
			1.80-10.80	Cailloux centimétriques gréseux dans une matrice argilo-limoneuse brunâtre.
			10.80-20.50	Blocs de cailloux centimétriques à décimétriques de nature gréseuse fin à moyen, très carbonatés.
SC B2	38+820	55.50	0.00-6.45	Grés fin à moyen très fracturé avec des passages argileux marneux entre (0.0-3.00), (5.60-6.45).
			6.45-55.50	Grés fin plus au moins fracturé à fracturé avec des joints marneux entre (16.0-16.50), (22.25-22.80), (36.90-37.25), (49.00-53.20), (54.20-55.50).
SC B2(2)	39+300	35.00	0.00-25.50	Argile Jaunâtre, parfois limoneuse, très carbonatée, plus au moins compacte et sèche entre : 10,00-11,00m et 14,60-17,00m ; avec des passages de blocs de cailloux centimétriques à décimétriques de nature gréseuse carbonatée.
			25.50-35.00	Argile Jaunâtre, parfois limoneuse, très carbonatée, plus au moins compacte et sèche entre : 10,00-11,00m et 14,60-17,00m ; avec des passages de blocs de cailloux centimétriques à décimétriques de nature gréseuse carbonatée.

SC B12(2)	39+470	40.00	0.00-1.50	Argile limoneuse brunâtre claire.
			1.50-9.65	Argile limono-graveleuse, jaunâtre, avec des niveaux carbonatés.
			9.65-13.50	Passage gréseux moyen, mais fin à partir de 12,60m, très fracturé, avec un passage marneux plus au moins schisteux entre : 11,80-12,60m.
			13.50-15.40	Argile limono-graveleuse, jaunâtre.
			15.40-19.50	Grès moyen, très fracturé, avec des niveaux calchiques.
			19.50-22.50	Alternance de marne grisâtre compacte et grès fin.
			22.50-24.30	Alluvions (Sable moyen + galets de moyenne à petite taille).
			24.3-28.30	Argile limono-graveleuse et caillouteuse, brunâtre, avec passage gréseux moyen à partir de 26,70m.
			28.30-40.00	Marne grisâtre, fracturée, avec petite alternance centimétrique de grès fin.
SC B12	39+540	41.00	0.00-0.65	Argile limoneuse brunâtre claire.
			0.65-6.00	Argile limono-graveleuse, jaunâtre.
			6.00-26.00	Argile limono-graveleuse, jaunâtre, avec des passages centimétrique à métrique de grès fin entre : 4,90-5,00m, 5,45-5,60, 4,45-7,60m, 9,04-9,24m, 10,70-10,20m, 12,50-13,10m, 13,30-13,70m, 15,00-16,15m, 21,24-21,64m, 22,50-23,80m et 24,55-24,85m.
			26.00-28.00	Alluvion (Sable moyen + galets de moyenne taille).
			28-41.00	Argile graveleuse et caillouteuse, jaunâtre à brunâtre à partir de 37,30m.
SC B12(4)	39+630	36.00	0.00-3.00	Argile graveleuse et caillouteuse, rougeâtre, très compacte.
			3.00-12.00	Argile limoneuse, graveleuse et caillouteuse, brunâtre claire à jaunâtre, avec quelques passages centimétriques gréseux.
			12.00-36.00	Marne grisâtre, fracturée, plus au moins altérée et argileuse ; parfois caillouteuse et graveleuse ; avec passage sableux fin entre : 15,70-18,00m et 20,00-23,00m et passages centimétrique gréseux entre : 34,50-36,00.

SC B12(3)	39+880	50.30	0.00-8.90	Argile graveleuse et caillouteuse, brunâtre, compacte et sèche, avec des passages centimétriques à décimétriques de grès fins à moyens (avec des traces d'oxydation).
			8.90-50.30	Grès fins à moyen, avec des intercalations d'argile très dur et compacte parfois à tendance marneuse de couleur brunâtre claire (entre: 10.0 et 10.80 / 12.80 et 13.2/ 13.6 et 14.00 / 14.6 et 17.0 / 18.5 et 20.8 /21.0 et 22.2 / 22.5 et 24.2) et parfois a tendance marneuse grisâtre entre (33.8 et 36.6 / 37.5 et 38.0 / 46.8 et 48.1)
SC B11	40+330	40.00	0.00-8.70	Argile moyennement ferme, graveleuse et caillouteuse, brunâtre.
			8.70-40.00	Colluvions ayant perdu la matrice argileuse lors de la rotation du carottier, représenté sous-forme de cailloux et galets de nature gréseuse de taille décimétrique jusqu'à 23,50m ; à centimétrique à partir de 23,50m.
SC B10	40+440	40.00	0.00-3.45	Argile limoneuse, brunâtre, avec des concrétions carbonatées blanchâtre entre : 1,00-1,30m.
			3.45-8.30	Argile rougeâtre, caillouteuse et graveleuse (Cailloux gréseux).
			8.30-11.00	Grave + Cailloux dans une matrice argileuse brunâtre.
			11.00-22.60	Argile très compacte de couleur rougeâtre, plus au moins altérée entre : 18,30-18,70m.
			22.60-27.00	Argile caillouteuse (cailloux gréseux), très altérée, de couleur rougeâtre, avec des passages caillouteux centimétriques entre : 25,60-27,60m.
			27.00-40.00	Colluvions, avec des passages marneux très dur entre : 31,30-32,90m et 36,10-38,50m.
SC B8(2)	40+700	35.00	0.00-3.10	Argile limoneuse, brunâtre à grisâtre, moyennement ferme.
			3.10-35.00	Argilite grisâtre, moyennement ferme à moyennement molle.
SC B8(3)	40+870	35.50	0.00-9.00	Grès très fin, de couleur brunâtre, avec des joints centimétriques d'argile graveleuse, brunâtre entre : 0,00-1,00m et 5,20-6,00m.
			9.00-35.50	Marne grisâtre, très fracturée et plus au moins altérée à altérée, elle est parfois schisteuse à partir de 32,50m
SC B10(2)	40+550	25.50	0.00-0.20	Terre végétale.
			0.20-2.00	Argile sableuse rougeâtre môle en surface, rougeâtre à jaunâtre ferme peu grésifié à la base.
			2.00-9.90	Argile sableuse, rougeâtre moyennement môle, gravier et cailloux et quelques galets.
			9.90-25.50	Argile rougeâtre, graveleuse plus au moins sableuse, ferme, peu grésifié à la base.
SC B8	40+950	30.00	0.00-0.50	Terre végétale.
			0.50-3.75	Argile marneuse humide très peu sableuse et graveleuse, brunâtre
			3.75-3.90	Passage de sable grossier associé à une argile grise

				foncée.
			3.90-5.20	Sable fin à moyen limoneux, jaunâtre à marron.
			5.20-6.45	Limon sablo-graveleux à cailloux, bigarrée, mou et plastique en surface, ferme et compact en profondeur, et gris avec des concrétions carbonatés à la base.
			6.45-30.00	Argilite légèrement altérée, grise foncée, friable à compacte avec des passages durs entre (14,5-15,20m), (15,60-16,0m), (16,90-17,40m), (27,70-28,20m) et très humide à môle entre 22,0 - 24,
SC B9	41+120	30.00	0.00-1.20	Argile limono-sableuse noirâtre avec racines de végétations.
			1.20-8.50	Limons argileux à argile limoneuse marron à brunâtre, moyennement ferme à ferme.
			8.50-11.00	Marne saine compact, gris foncée.
			11.00-30.00	Marne saine (limoneuse en surface) altérée (schistosé) friable à compact avec des niveaux durs broyés
SC B3	42+150	30.00	0.00-0.30	Terre végétale.
			0.30-4.50	Limon sableux moyennement grésifié, marron claire à foncé.
			4.50-9.20	Grès à grains moyens bien récupéré avec des niveaux friables.
			9.20-13.90	Conglomérats ; gravier et cailloux à ciment marron foncé avec un passage de cailloux et graviers, lâches (12.3 à 13.5).
			13.90-26.10	Marne altérée en schiste, compact à friable, gris avec des taches bleues.
			26.10-30.00	Marne limoneuse, humide peu plastique altérée et compacte à la base, marron avec des traces bleus.

Tableau 11 : sondage carotté

5.1.3 Essai pressiometrique

Ci-dessous est présenté un tableau récapitulatif des sondages pressiométriques réalisés :

Sondage	Pk	Unité géologique	Prof. (m)	Ep (bars)	Pl (bars)	Ep/pl	pf (bars)
Scp-55	33+440	T1M	5.00	278.30	34.90	7.97	
			10.00	237.74	21.22	11.20	
			15.00	325.36	25.97	12.53	
			20.00	311.32	31.35	9.93	
SCP-55(5)	33+500	T1M	6.00	748.67	47.26	15.84	

			12.00	414.82	49.55	8.37	
			18.00	633.19	52.68	12.02	
			24.00	517.97	45.64	11.35	
			30.00	857.57	48.58	17.65	
			35.00	785.10	49.51	15.86	
SCP-55(2)	33+680	T1Malt	5.50	185.01	17.98	10.29	
		T1Malt	10.00	101.31	14.31	7.08	
		T1M	15.00	742.84	52.90	14.04	
		T1M	20.00	676.98	47.47	14.26	
		T1M	25.00	800.39	60.26	13.28	
SCP-143	33+910	T1Malt	6.00	194.51	26.70	7.28	
		T1M	11.00	206.43	28.34	7.28	
		T1M	15.80	152.38	30.13	5.06	
SCP-144	34+330	T1M	5.40	107.25	11.96	8.97	5.92
		T1M	10.40	203.08	25.75	7.89	15.71
		T1M	15.40	235.94	32.85	7.16	21.94
SCP-148	35+290	T1CG	4.80	230.94	17.70	13.05	
		T1CG	10.00	220.74	24.07	9.17	
		T1CG	14.80	132.24	29.56	4.47	
		T1CG	20.00	1705.85	49.59	34.40	
		T1CG	24.80	260.94	37.66	6.93	
		T1CG	30.00	253.88	44.87	5.66	
		T1CG	34.80	260.85	51.50	5.07	
SCP -56	35+840	T1CG alt	5.00	191.39	11.81	16.21	3.41
		T1CGalt	10.00	235.82	26.53	8.89	13.72
		T1CG alt	15.00	140.02	18.3	7.65	10.43
		T1m	20.00	949.44	46.63	20.36	46.63

STP- B1	36+310	T1m	30.50	482.78	47.28	10.21	22.24
		T1m	40.00	686.33	54.43	12.61	33.73
STP-B2	36+720	T1cg	80.50	1057.37	52.66	20.08	47.69
		T1cg	90.50	1521.99	57.59	26.43	53.61
		T1cg	99.80	1139.69	63.61	17.92	42.62
STP-B3	37+120	T1cg alt	10.00	550.52	43.19	12.75	20.17
		T1cg	20.00	777.24	45.48	17.92	43.67
STP-B4	37+010	T1cg	10.50	958.89	45.43	21.13	40.43
		T1cg	21.00	1453.08	41.47	35.04	36.5
		T1cg	30.50	1272.47	47.38	26.87	43.24
		T1cg	40.50	1215.87	51.94	23.41	48.47
STP-B5	36+390	T1m-grés	20.00	859	60.52	37.15	14.19
		T1m-grés	27.00	1273.58	47.12	47.12	27.03
		T1m-grés	30.00	1076.81	57.55	31.66	18.71
		T1m-grés	35.00	1073.28	46.09	46.09	23.29
		T1m	40.00	685.17	62.50	28.63	10.98
		T1m	45.00	644.12	68.88	38.05	9.35
		T1m	50.00	1341.76	61.69	35.32	21.75
		T1m	56.00	803.49	56.74	14.16	35.04
		T1m	60.00	1501.38	56.06	26.78	59.33
		T1m	65.00	932.97	50.91	18.33	48.08
		T1m	76.00	927.02	59.19	15.66	30.16
		T1m	80.50	526.64	60.53	8.70	34.70
		T1m	85.00	1369.53	53.03	25.83	38.08
		T1m	90.00	742.8	63.88	11.63	38.49
STP-B6	36+950	T1m alt	5.50	287.17	27.83	10.32	7.98
		T1m	10.00	485.48	41.65	11.66	17.38

		T1cg	15.00	956.33	53.55	18.42	26.13
		T1cg	20.00	1175.72	64.20	18.31	33.49
		T1cg	25.00	772.93	68.34	11.31	46.03
		T1cg	30.00	1320.38	58.07	22.74	27.83
		T1cg	35.00	1692.68	48.11	35.18	48.11
		T1 cg	39.00	1196.64	50.99	23.47	47.52
		T1cg	44.5	1336.14	56.48	23.66	40.03
		T1cg	50.00	986.04	63.13	15.62	45.13
		T1cg-falla	55.00	444.011	54.6	8.13	29.76
		T1cg-falla	60.00	356.02	53.13	6.70	33.39
		T1cg	65.00	1096.07	56.7	19.33	21.2
		T1cg	70.5	906.32	54.95	16.49	38.11
		T1cg	75.00	864.32	55.34	15.62	35.12
		T1cg	80.00	926.77	60.56	15.30	34.54
STP-B7		Qec	4.00	199.62	19.49	10.24	5.83
		T1 cg	9.00	825.93	41.00	20.14	33.41
		T1cg	14.00	842.99	53.00	15.91	26.93
		T1cg	19.50	2103.85	44.35	47.44	39.38
		T1cg	24.00	2097	54.95	38.17	37.01
STP-B8		Qec	5.00	380.33	19.49	10.24	5.83
		T1cg	9.00	907.51	41.00	20.14	33.41
		T1cg	14.00	1836.94	53.00	15.91	26.93
		T1cg	19.50	1703.65	44.35	47.44	39.38
		T1cg	24.00	2095.85	54.95	38.17	37.01
SCP-B08(2)	40+700	T3	5.00	501.92	17.08	29.39	4.33
		T3	10.00	606.16	45.38	13.36	23.16

		T3	15.00	739.12	44.03	16.79	44.03
		T3	20.00	1086.11	63.47	17.11	35.26
		T3	25.00	725.99	55.09	13.18	29.48
		T3	30.00	599.51	57.5	10.43	39.8
		T3	35.00	571.33	58.73	9.73	27.13
SCP-B08(3)	40+870	T3	5.00	1411.91	45.53	31.01	26.19
		T3	10.00	1343.28	51.04	26.32	33.50
		T3	15.00	957.87	52.00	18.42	26.97
		T3	20.00	1263.04	44.34	28.49	35.50
		T3	25.00	1321.74	50.17	26.35	37.51
		T3	30.00	1041.54	42.49	24.51	37.55
		T3	35.00	1100.95	54.78	20.10	33.1
SCP-B09	41+120	T3 alt	6.00	352.95	30.52	11.56	14.37
		T3	12.00	1352.03	30.66	44.10	11.67
		T3	18.00	905.79	45.32	19.99	18.79
		T3	25.00	836.70	47.10	17.76	35.98
SCP-B10(2)	40+550	t-Q alt	5.50	170.45	19.75	8.63	6.89
		T-Q	10.50	290.00	20.73	13.99	8.75
		T-Q	15.70	213.51	24.90	8.57	11.82
		T-Q	20.70	220.76	32.66	6.76	17.96
		T-Q	25.00	658.77	45.01	14.64	16.24
SCP-B11	40+330	T1cg alt	10.00	211.09	24.70	8.55	11.27
		T1cg	20.50	1103.63	49.70	22.21	26.69
		T1cg	30.00	590.40	54.95	10.74	24.08
		T1cg	40.00	393.48	45.02	8.74	22.2
SCP-B12	39+540	T2	9.80	342.43	29.16	11.74	11.27
		T2	20.00	386.38	37.99	10.17	17.67

		T2	30.00	355.55	29.38	12.10	11.49
		T2	40.00	368.74	36.28	10.16	16.63
SCP-B12(3)	39+880	T1cg alt	5.00	307.6	41.95	7.33	21.82
		T1cg	10.50	209.51	23.95	8.75	10.8
		T1cg	15.00	327.23	42.77	7.65	23.84
		T1cg	20.00	1420.15	44.21	32.12	22.55
		T1cg	26.00	1719.88	51.79	33.21	38.45
		T1cg	30.00	2293.43	45.11	50.84	16.76
		T1cg	34.00	794.95	46.57	17.07	17.71
		T1cg	40.00	1571.97	46.92	33.50	33.64
		T1cg	45.00	770.77	48.1	16.02	29.96
		T1cg	50.00	2012.65	49.85	40.37	31.31
SCP-B12(4)	39+630	T2	5.00	110.71	15.52	7.13	5.84
		T2	9.50	99.72	22.81	4.37	10.14
		T2	15.00	283.34	49.48	5.73	30.63
		T2	20.50	276.21	50.22	5.50	31.18
		T2	26.00	386.41	56.83	6.92	27.96
		T2	30.00	388.13	56.51	6.87	28.36
		T2	35.00	725.82	52.28	13.88	25.02
SC-B13(2)	38+490	T1cg alt	5.00	716.66	51.75	13.85	20.03
		T1cg alt	10.00	151.14	24.06	6.28	10.87
		T1cg	15.50	1040.81	66.38	15.68	38.52
		T1cg	20.00	1456.21	50.65	28.75	50.65
SC-B16	37+360	T1cg	10.00	1406.34	45.51	30.90	45.51
		T1cg	20.00	1133.63	46.59	24.33	46.59
		T1cg	30.00	1171.87	70.92	16.52	37.63
		T1cg	40.00	1252.55	59.8	20.95	38.6

Tableau 12 : résultats d'essai pressiométrique

5.1.4 Essai pénétromètre dynamique

PDL	PK	PROFONDEUR DE REFUS (m)
PD-58	35+450	5.80
PD-59	35+500	5.20
PD-61	35+940	1.60
PD-B9	37+952	1.00
PD-B17	38+640	2.80
PD-B16	39+380	4.60
PD-B15	39+600	8.60
PD-B14	40+190	6.40
PD-B13	40+400	3.00
PD-B12	40+750	2.40
PD-B11	40+850	2.40
PD-B10	41+050	6.60
PD-B2	41+520	5.60
PD-B1	41+940	3.80

Tableau 13 : résultats d'essai pénétromètre dynamique

Interprétation des résultats :

- L'essai pressiométrique indique selon les valeurs de la pression limite PL que le sol est classé comme des marnes et calcaire marneux très raide.

5.2 Résultat des Essais au laboratoire

5.2.1 Etat physique

Sondage	PK	Prof. (m)	Unité	Propriétés physiques			Limite d'atterberg			Granulométrie			Vbs	GTR
				W (%)	γ_d T/m ³	γ_h T/m ³	WL	WP	IP	< 2 mm	<80 μ	<2 μ		
SC-144	34+330	4.22-4.42	T1cg	21.35	1.83	2.22	29	14	15	72.19				A2
		8.30-8.55	T1cg	20.25	1.98	2.38	27.6	14	13.6	62.55				A2
SC-145	34+700	2.58-2.85	T1cg	10.74	2.27	2.52	34.2	14.3	20	66.33				A2
		6.27-6.41	T1cg	12.12	2.17	2.44								

		8.10-8.40	T1cg	10.75	1.91	2.11								
		12.50-12.84	T1cg	7.78	2.00	2.16								
SC-147	35+160	5.40-5.75	T1cg	13.12	1.83	2.07	33	15	18	81.80	61.60	27.38		A2
		8.10-8.40	T1cg	17.79	1.71	2.01	43	16	27	94.25	88.55	38.48		A3
		9.50-9.80	T1cg	16.03	1.73	2.01	42	19	23	98.80	97.40	38.96		A2
		21.70-22.10	T1cg	21.73	1.67	2.03	42	19	23	91.56	79.68	38.63		A2
		25.80-29.30	T1cg	20.77	1.70	2.05	28	16	12	99.08	86.46	22.86		A2
		32.00-34.00	T1cg	1.08	2.50	2.05								
SC-149	35+320	2.55-2.85	T1cg	36.34	1.58	2.16	37	11	26	91.0	69.40	31.34		A3
		7.10-7.60	T1cg	18.42	1.77	2.10	43	12	31	98.04	82.48	48.41		A3
		12.75-13.00	T1cg	12.57	1.91	2.15	25	11	14	82.10	74.38	24.88		A2
		21.60-22.10	T1cg	16.56	1.80	2.10	42	19	23	91.56	74.38	38.63		A2
		25.80-26.00	T1cg	7.29	2.19	2.19	28	16	12	99.08	79.68	22.86		A2
SC-56	35+840	3.00-3.45	T1m alt	7.1			49	24	25	85.1	68.3			A3
		13.80-14.20	T1m alt	12.5	2.01	2.26	30	11	19	47.6	28.4			B6
SC-57	36+140	3.6-4.05	Qec	0.22	17.6	4.78	25	12	13	86.1				
		4.80-5.00	T1m	14.6	1.9	2.18	43	24	19	67.1	53.1	24.9		A2
		13.40-13.70	T1m				41	17	24	94	90	52.6		A2
ST-B1	36+310	3.7-4.1	T1m	21.2	1.63	1.98								
		5.7-5.95	T1m	6	2.22	2.35	31	17	14	52	27			B6
		8.7-9	T1m	7.5	1.71	1.84	33	17	16	82		50	1.98	A2
		16.75-17	T1m	8.8	2.20	2.39	32	18	14	80	43		0.85	A2
ST-B5	36+390	1.82-2.15	Qec	13.4	1.84	2.37	32	17	15	82.6			1.5	
		4.4-4.7	Qec	26.00	1.58	1.99	48	22	26	100			1.5	
		4.88-5.2	Qec	9.7	2.06	2.26	34	15	19	100	100	38.2		A2
		5.2-5.47	T1m	10.1	2.13	2.35	41	21	20	91				A2ts
		7.35-7.6	T1m	6.5	2.30	2.45	35	17	18	100	100	33.8		A2ts
		7.5-7.8	T1m	9.3	2.13	2.33	33	18	15	100	100	22.5	1.00	B6
		9.3-9.5	T1m	9.5	2.06	2.30	36	19	17	100	100	37		A2ts
		11.1-11.4	T1m	13.7	1.98	2.25				100	100	39.5	2.00	
		14.06-14.43	T1m	7.5	2.26	2.43	33	15	18	87	64			A2ts
		15.75-16.1	T1m	6.7	2.21	2.36	35	17	18	91	68		2.5	A2
17.5-17.8	T1m	6.8	2.42	2.58	32	18	14	100	100	33.8	2.5	A2		

Chapitre 8 : étude géotechnique



		17.75-182	T1m	8.8	2.15	2.34	34	17	17	100	100	42.6		A2ts	
ST-B6	36+950	5.83-6.12	T1cg alt	12.9	1.95	2.20	33	17	16	87.5	75.6		1.37	A2	
		9.22-9.57	T1cg	9.2	2.09	2.28	29	16	13	96.7	82.2		0.99	A2	
		33.4-33.7	T1cg	4.00	2.38	2.47									
		36.4-36.7	T1cg	14.2	2.00	2.28	40	25	15	94.6	87.9			A2	
		47.4-47.7	T1cg	0.9	2.61	2.63									
ST-B4	37+010	5.20-5.40	T1cg alt	13.1	1.83	2.07	35	10	25.0	68.5	54.2		1.55	A2	
		19.4-19.65	T1cg	1.6	2.60	2.64									
		22.55-22.8	T1cg	2.1	2.51	2.56									
		34.4-34.63	T1cg	1.9	2.60	2.65									
ST-B3	37+120	3.00-3.45	T1cg alt	6.1			34	17	17	89	79.1		1.88	A2	
		15.6-16	T1cg	3.3	2.42	2.50				81.3					
		20.75-21	T1cg	3.9	2.50	2.43				83.1			0.89		
		26-26.28	T1cg	3.4	2.52	2.60									
SC-B14	37+700	3.20-3.70	T1cg m	8.5	2.01	2.18									
		9.50-10.00	T1cg m	7.3	1.96	2.10									
		17.00-17.30	T1cg	1.5	2.26	2.29									
SC-B13 (2)	38+490	4.70-4.83	T1cg alt	8.4	1.86	2.16									
		9.30-9.57	T1cgalt	15.9			46	10	36	89.8	83.2			A3	
SC-B2	38+820	3.00-3.45	T1cg alt	4.8			35	16	19	80.7	74.3			A2	
		13.60-14.05	T1cg			2.61									
		24.00-24.35	T1cg			2.65									
		35.5-36.10	T1cg		2.7	2.65									
SC-B2 2	39+300	5.00-5.45	T1cg m	24.3			32	11	21	73.3	58.6			A2	
		15.00-15.45	T1cg m	22.3			39	12	27	88.3	80.2			A3	
		25.00-25.33	T1cg m	186			23	5	18	89.1	83.2			A2	
SC-B12	39+450	3.90-4.15	Qec	17.5	1.82	2.14	27	15	12	84.5					
		6.45-6.80	T2 alt	17.7	1.82	2.14	41	17	24	95.3	86.82			A2	
		11.50-11.75	T2	15.5	1.79	2.07	32	18	14	86.57	81.6			A2	
		21.00-21.24	T2	14.3	1.89	2.16	35	19	16	94.9	89.4			A2	
		28.88-29.20	T2	12.8	1.99	2.24	33	15	18	72.7	63.8			A2	
		31.70-32.00	T2	13.8	1.97	2.24	36	18	18	88.80	79.5			A2	
		36.90-37.15	T2	22.88	1.84	2.26	38	19	19	99.00	90.2			A2	
PB-6	40+140	0.30-1.50	T2	14.8	35	15	20			96.1	86.8				

		2.00-3.60	T2	15.1	27	16	11			79.3	72.5			
SC-B10	40+440	11-11.4	T-Q	7.8	2.18	2.35	35	9	26	71.3	52.5		3.51	A3
		15.8-16.4	T-Q	9.3	2.34	2.14	33	8	25	99.5	91.1		4.50	A2
		21-21.45	T-Q	3.7	2.29	2.29	34	6.4	28	98.2	81.1		4.50	A3
		24.85-25.15	T-Q	4.6	2.30	2.30	36	7.6	28	99.6	89.2		4.50	A3
SC-B10 (2)	40+550	9.65-9.9	T-Q	13.6	1.96	2.23	32	6	26	70.3	48.8		1.43	A3
		15.25-15.51	T-Q	11.2	1.96	2.23	35	9	26	99.6	79.6		3.24	A3
		20.50-20.95	T-Q	14.1			0	0	0	70.3	78.3		2.75	A2
SC-B8	40+950	1.3-1.7	T3 alt	13.9	1.81	2.06	46	15	31.0	99.4				
		6.93-7.3	T3	13.3	1.89	2.14	33	6.1	27	100	100	39.8	3.75	
		14-14.35	T3	11.1	2.01	2.23	33	15	18	100	100	29.4	3.5	A2ts
		24.18-24.5	T3	9.8	2.21	2.42	32	15	17	100	100			A2
SC-B9	41+120	7-7.3	T3 alt	21.1	169	2.05	43	23	20	100			4.00	
		12.5-12.85	T3	18.4	1.79	2.12	49	19	30	100	100		4.75	A3
		19.85-20.20	T3	12.4	2.03	2.28	33	19	14	86.2	34.6		0.98	B6
		25.5-26.6	T3	104	2.08	2.30				82.6	21.00			
SC-B3	41+150	18.8-19.3	T3	11.5	2.00	2.23	71	31	40	99.2		95.3	2.23	
		26.4-26.6	T3	13.1	2.00	2.26	43	23	20	100		100	1.25	
PB-7	41.260	0.25-2.00		11.4			20	11	21	81.5	77.5			A2
PB-10	42+560	0.40-2.20		8.7			43	24	19	100	96.7			A2
PB-11	42+900	0.40-1.40		17			48	18	30	94.4	81.1			A3
		1.40-340		15.3			47	18	29	100	100	46		A3

Tableau 14 : résultats des essais physiques

5.2.2 Etat chimique

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur quelques échantillons de sols sont traités dans le tableau suivant :

Sondage	Pk	Unité	profondeur	Etat chimique				
				%SO4	%CO3Ca	%M.O	%sels soluble	% gypse
ST-B1	36+310	T1m	[5.7-5.95]	0.3				
		T1m	[8.7-9]	0.2	7.48	2.61		

		T1m	[13.3-13.6]					
		T1m	[16.75-17]	0.3	7.04	3.26		
ST-B5	36+390	Qec	[1.82-2.15]					
		Qec	[4.4-4.7]					
		T1m	[4.88-5.2]	0.2	9.24			
		T1m	[5.2-5.47]	0				
		T1m	[7.35-7.6]	0.2	9.68			
		T1m alt	[7.5-7.8]	1.00	0.5			
		T1m	[9.3-9.54]	0.2	5.72			
		T1m	[11.1-11.4]	0.2				
		T1m	[14.05-14.43]					
		T1m	[15.75-16.1]		11.00			
		T1m	[17.5-17.8]	0.2	16.72	3.02		
		T1m	[17.75-18.2]	0.2				
		ST-B6	36+950	T1cg alt	5.83-6.12	0.40	10.56	3.27
T1cg	9.22-9.57			0.18	7.92	2.34		
ST-B4	37+010	T1cg alt	5.20-5.40	0.35	12.32	2.95		
		T1cg	15.6-16	0.15	2.64	5.39		
		T1cg	20.75-21	0.19	3.52			
		T-Q	15.8-16.4	0.39	14.08			
		T-Q	24.85-25.15	0.30	10.56			
		T-Q	15.25-15.51		12.32			
SC-B8	40+950	T3 alt	1.3-1.7	0.63	18.48	4.78		
		T3	6.93-7.3	0.26	2.64	3.17		
		T3	14-14.35	0.27		2.93		
SC-B9	41+120	T3 alt	7-7.3	0.27	17.16	4.67		
		T3	12.5-12.85	2.39	11.44	4.46		
		T3	19.85-20.2	0.22	0.00			

		T3	25.5-25.8	0.27	2.64			
SC-B3	41+150	T3	18.8-19.3	0.20	22.00	3.74		
		T3	25.4-26.6	0.23	15.84			
Pb-1	36+260		2.-3.70	0.31		4.88	0.34	0.48
Pb 5	39+220	T1cg	0-1.3	0.20				
Pb-8	41+520	T3 alt	0.6-2.1	0.22		2.49		
Pb9	42+160	T2	0.30-1.50	0.27	36.52	2.72	0.31	0.42
		T2	1.50-3.50	0.23	26.84	2.52	0.23	0.36

Tableau 15 : résultats des essais chimiques

Interprétation des résultats :

1) Granulométrie

Les résultats des essais granulométriques effectués sur les échantillons issus des puits de reconnaissance indiquent un pourcentage de fins (< 0.080mm) de notre tronçon supérieur à 50%, donc les sols examinés sont des sols fins (grés, calcaire, argile marneuse et sableuse).

2) Limite d'atterberg

Les limites d'atterberg dépendent de la granulométrie des échantillons, les valeurs de limites de liquidité et de l'indice de plasticité augmentent régulièrement le taux d'argile et de limons

D'après le diagramme de plasticité de casagrande, basé sur les couples (IP, WL), les sols sont majoritairement plastiques à très plastique avec :

$$20 < WL < 50$$

$$12 < IP < 40$$

3) Classification GTR

L'utilisation des terres en remblais est liée à leur classification et à leur comportement lors de leurs mises en place.

Le GTR (guide de terrassement routier) propose des classifications des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme de la route.

a) Classification selon les paramètres de nature

Les résultats de l'analyse granulométrique et les valeurs des limites d'atterberg permettent de classer selon le GTR les matériaux de notre projet dans les classes suivantes :

b) Classification selon les paramètres d'états

Sont des paramètres en fonction de l'environnement dans laquelle se trouve le sol, pour les sols meubles sensibles à l'eau, le paramètre considéré dans la classification est l'état hydrique.

Les différents états hydriques considérer

- L'état très humide (th)
- L'état humide (h)
- L'état d'humidité moyenne (m)
- L'état sec (s)
- L'état très sec (ts)

➤ Caractéristiques des sols réutilisables

La classe de sol est :

A2 : c'est un sol de faible portance, sensible à l'eau, inutilisable dans le cas où il est extrait en un état très humide ou humide.

Dans le cas où ils sont extraits en un état moyennement humide ou sec, il peut être utilisé mais avec conditions techniques précises, selon GTR

A3 : ces sols sont très cohérents à teneur en eau moyenne et faible, et collants et glissants à l'état humide, d'où difficulté de mise en œuvre sur chantier

B6 : sables et graves argileux à très argileux

➤ Les solutions proposées par le GTR :

Traitement :

- E : extraction en couches
- R : couches minces
- C : compactage intense
- H : remblais de hauteur moyenne

➤ Les conditions d'utilisation des sols en remblais

Nous pouvons citer en-dessous quelques conditions tirées à partir de GTR concernant les sols que nous voulons les utiliser.

- Respecter l'intensité de compactage adéquate pour chaque cas de climat et de classe desol.
- Respecter la hauteur maximale de remblai.
- Il est interdit de réaliser le remblai en temps de pluie moyenne ou forte.
- Il est indispensable d'arroser continuellement pour maintenir l'état d'humidité voulue dans le cas où l'évaporation est importante.

5.2.3 Essai mécanique

Essai cisaillement

Sondage	Pk	Profondeur	Unité	Compression uni axiale		Essai cisaillement à la boîte				RCS sol
						CU		CD		
				qc (bars)	E (Mpa)	C (bars)	ϕ	C (bars)	ϕ	
SC-55 (2)	33+680	10.70-11.05	T1 mat					0.68	36	
		11.60-12.00	T1m					0.35	32	7.6
ST-B5	36+390	1.82-2.15	Qec					0.67	40.00	
		4.4-4.7	T1m			27.00	13.00			
		9.3-9.54	T1m	1.8				0.56	32.00	
		11.1-11.4	T1m					0.60	39.00	
		14.05-14.43	T1m							
		15.75-16.1	T1m	2.8				0.86	29.00	
ST-B2	36+720	18.8-19.05	T1m	238	3110.3					
		42.85-43.25	T1m	46.2	437.56					
		52.85-53.10	T1m	198	2.6876					
		60.85-61.20	T1m	51.3						
		88.75-89	T1m	10.8	575.76					
		94.5-95	T1m	50.7	622.24					
ST-B6	36+950	5.83-6.12	T1cg alt			0.46	35.00			
		33.4-33.7	T1cg	0.3	39.079					
ST-B4	37+010	5.83-6.12	T1cg alt		0.7			0.20	28.63	
ST-B3	37+120	26-26.28	T1cg	36.1	391.05					
		15.8-16.4	T-Q	6.3						

		24.85-25.15	T-Q	11					
		36.50-36.70	T-Q	9.8	93.81				
SC-B10(2)	40+550	9.65-9.9	T-Q	3.78					
		15.25-15.51	T-Q			1.47	39.00		
		12.5-12.85	T-Q	2.41					
		19.85-20.02	T-Q	1.27					
		25.4-25.6	T-Q	5					

Essai oedométrique :

Tableau 16 : résultat d'essai de cisaillement

Sondage	Pk	Profondeur	Unité	Essai œdométrique				
				Pc	e0	Cc	Cg	Cv
SC-55 (2)	33+680	1.70-11.05	T1m alt	1.51		20.6	5.32	
		11.60-12.00	T1m	4.08		17.94	4.76	
Sc-57	36+140	4.80-5.00	T1m	2.29		19.93	7.97	
PB-7	41+260	0.25-2.00	T1 alt			5.2		
PB-9	42+160	0.30-1.50			0.6	5.97	2.99	
		1.50-3.50		2	4	12.1	3.52	
PB-11	42+900	1.40-3.40	T3 alt			25.85	5.09	

Tableau 17 : résultats d'essai oedométrique

Essai CBR :

Unité	CBR 100		
	Maximum	Minimum	Moyenne REP
T1cg	6.1	4.5	5.3
T1cg alt	13.9	13.9	13.9
T2	5.2	4.7	5.00
T2 alt	4.7	4.7	4.7
T3	2.7	2.7	2.5
T3 alt	2.5	1.4	1.9
Qec	2.9	2.9	3

Tableau 18 : valeurs CBR

Interprétation

- Selon les valeurs de l'indice de compression (Cc) le sol est extrêmement compressible

- Dans ce site, les valeurs de l'indice de gonflement (C_g) indiquent un potentiel de gonflement moyen à élever donc le sol dans ce site change son volume selon l'humidité, il gonfle avec l'humidité et se serre avec la sécheresse. Donc on préconise souvent une stabilisation à la chaux aérienne
- La valeur de l'indice de californie Bearing (I_{CBR}) varie dans la majorité des cas entre 2 et 5, donc le sol est de mauvaise portance (classe S4).
- Pour les sols de très mauvaise qualité ($CBR < 3$), on applique la méthode de substitution qui permet de modifier définitivement les propriétés du sol support en apportant un matériau de meilleure qualité.

6-Stabilité des talus

Un talus est une surface pentue de terrain résultant de travaux de terrassement lors de la construction d'une route, il est caractérisé par son inclinaison c'est-à-dire l'angle et sa hauteur, la pente maximale dépend des caractéristiques du sol (cohésion, poids propre, structure, humidité, sensibilité au gel ...), de la végétation qui y est éventuellement présente et les forces s'exercent sur lui (poussée de l'eau, poids du trafic sur la route ...).

Le problème de stabilité de talus se rencontre dans la construction des routes, lorsque les talus ou les pentes ont une grande hauteur et dans le cas où des glissements de sol existent.

6.1 Facteurs influençant la stabilité

La stabilité d'un talus dépend de différents facteurs :

- Les propriétés des sols composant le talus constituent le facteur le plus important
- La présence d'eau peut favoriser un glissement de terrain
- La présence d'une nappe phréatique
- La présence des charges telles que les constructions ou bien le trafic
- La présence de la végétation sur le sol naturel avant la construction d'un talus peut contribuer à diminuer fortement la stabilité de l'ouvrage

6.2 Vérification de la stabilité

Quelle que soit leur inclinaison, tous les talus tendent à se déplacer vers le bas, afin que les forces qui régissent leur stabilité soient en équilibre. Pour vérifier la stabilité, on doit analyser les forces en présence :

- La force motrice : le poids du sol déstabilisant.
- La force stabilisatrice : la somme des forces de résistance au glissement du sol selon un plan de glissement défini.

L'analyse de la stabilité des talus doit être faite pour calculer un coefficient de sécurité « F_s » avec pondération à l'équilibre des masses et des forces et le principe qu'il soit égale à un (01) mais pour des raisons de sécurité on le prend « $F_s > 1.3$ ».

$$\text{Avec : } F_s = \frac{M_S}{M_R}$$

F_s : facteur de sécurité.

M_S : masse du sol stabilisant.

M_R : masse du sol renversant

La complexité du calcul dépend de type de rupture qui peut survenir.

6.3 Solutions d'instabilité des talus

Dans notre projet on a trouvé des grandes surfaces de déblais et remblais, donc on a proposé quelques solutions en cas d'instabilité :

- Un fossé de crête est prévu au pied de talus avec le but d'éviter la chute des pierres sur la chaussée et recevoir toutes les eaux amont du déblai.
- Des descentes d'eau au droit du talus, celles-ci seront acheminées vers les semi-buses à l'endroit de la berme, et vers le fossé naval du talus de déblai. Les descentes d'eau seront espacées de 25m.
- Un revêtement des parois de talus moyennant l'implantation d'arbustes.
- Pour les remblais de plus de 10 m de hauteur, des bermes de 4,00 m de largeur, seront requises chaque 10 m de hauteur.
- Les bermes de 8 mètres sont une protection pour la chute de pierres et pour prévoir les travaux d'entretiens futurs.

6.4 Application sur le projet :

On a un déblai de 37m au pk 35+230 avec : $\gamma = 201 \text{ t/m}^3$, $c = 13 \text{ bars}$, l'angle de frottement = 27° et une pente de 3H/2V

La vérification de stabilité du talus est effectuée à l'aide de logiciel « SLIDE »

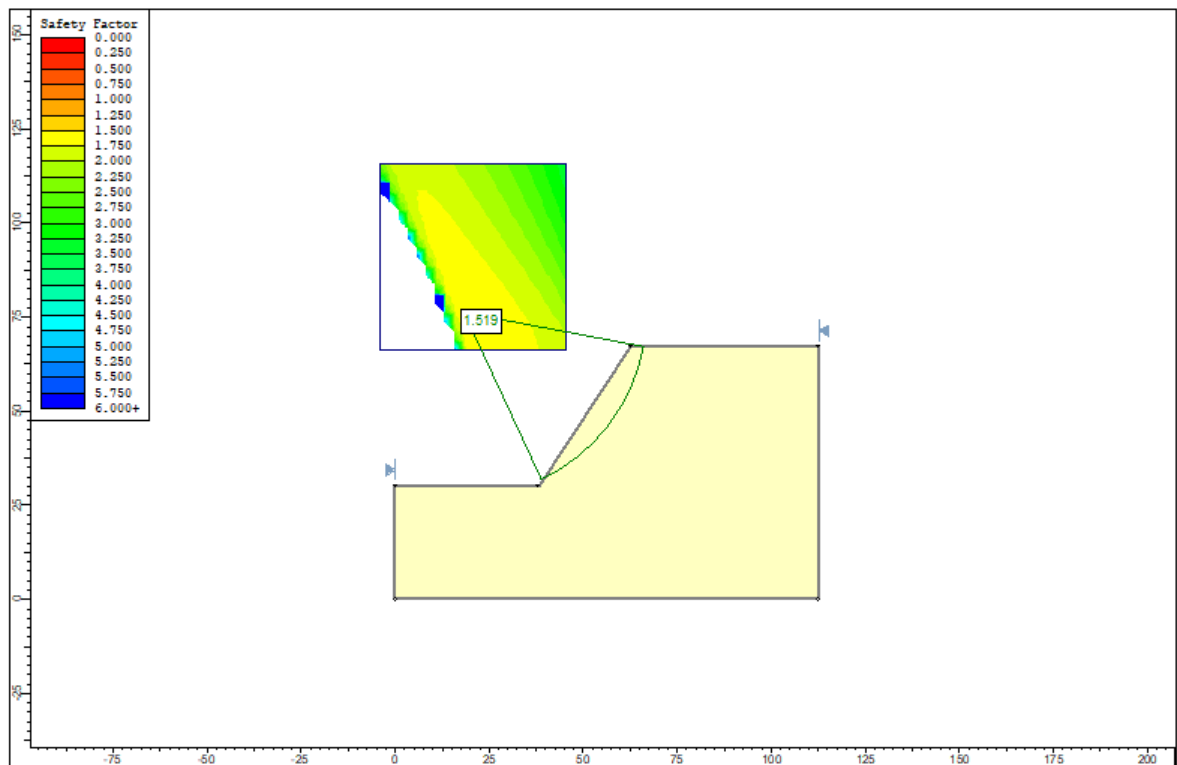


Figure 21 : modélisation du talus pour les déblais

A l'aide de l'outil informatique (le logiciel SLIDE qui est basé sur la méthode Bishop) nous avons obtenu des résultats satisfaisants telle que : $F_s = 1.519$.

1-Introduction :

Il faudra non seulement assurer à la route une bonne caractéristique géométrique mais aussi de bonne caractéristique mécanique lui permettant de résister aux agressions, des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation (action des essieux des véhicules lourds, effet des gradients thermiques, pluie, neige), donc le dimensionnement des structure de chaussée constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier.

Il s'agit de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée.

2-Définition de la chaussée

2.1 Au sens géométrique :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

2.2 Au sens structurel :

C'est l'ensemble des couches de matériaux rapportées sur un terrain naturel pour permettre la reprise de la charge.

3-Les types de chaussée

Les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

3.1 Chaussée souple :

C'est une structure de chaussée dans laquelle l'ensemble des couches liées qui la constituent sont traitées aux liants hydrocarbonés

3.2 Chaussées 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

3.3 Chaussée semi rigide :

Chaussée constitué d'une ou deux couches d'assise réalisées avec des graves traitées aux liants hydrauliques et une couche de surface en béton bitumineux

4-Les différentes couches d'un corps de chaussée

Une chaussée est constituée de plusieurs couches mise en œuvre sur un sol terrassé appelé le sol support.

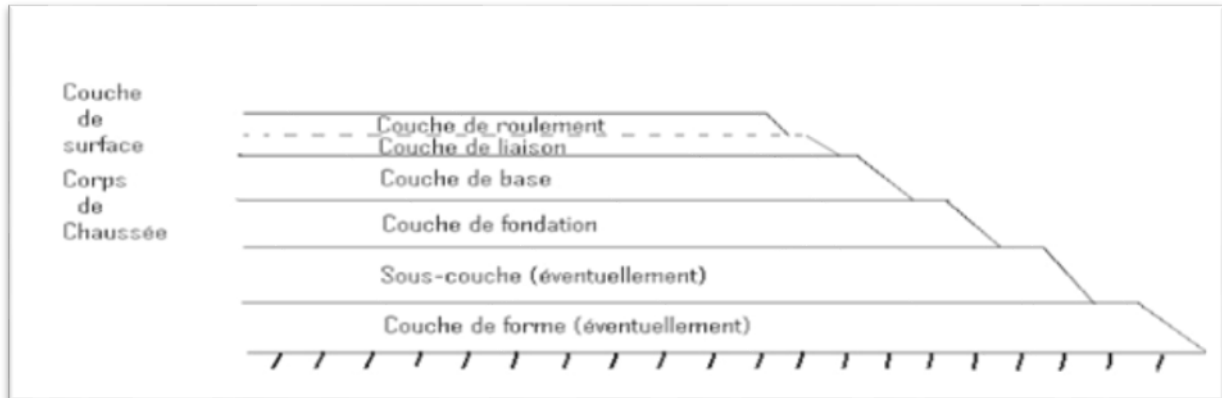


Figure 22 : coupe type d'une chaussée

4.1 Couche de forme

C'est une couche de la chaussée située entre la partie supérieure de terrassement et la couche d'assise, elle est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature de sol support.

Les matériaux de couche de forme pourront être utilisés dans leur état naturel ou être rendus aptes une modification de leur nature par un traitement aux liants ou élaboration afin de satisfaire à des critères concernant :

- L'insensibilité à l'eau
- La dimension des plus gros éléments
- La résistance sous circulation des engins de chantier
- L'insensibilité au gel

4.2 La couche d'assise

L'assise est composée de deux couches :

4.2.1 La couche de fondation :

Répartit les contraintes induites par le trafic à un taux compatible avec les limites admissibles du sol support.

4.2.2 Couche de base :

C'est une couche intermédiaire qui reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

4.3 La couche de surface

Cette couche est en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieure, elle composée de deux couches :

4.3.1 Couche de liaison :

Permet de spécialiser la couche de roulement au confort et la sécurité des usagers.

4.3.2 Couche de roulement :

C'est la seule couche perçue par les usagers elle assure leurs confort et sécurité et aussi elle la fonction de protection de l'assise contre les agressions des trafics, du climat et des polluants accidentels et

5- Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des méthodes :

- Les méthodes empiriques

Dérivées de l'étude expérimentale sur les performances de la chaussée.

- Les méthodes rationnelles

Basé sur l'étude théorique du comportement de la chaussée.

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

- La méthode CBR (California-Bearing-Ratio).
- Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves
- Méthode du catalogue des structures
- La méthode LCPC

6- Application sur le projet :

6.1 Méthode CBR

C'est une méthode semi empirique qui consiste à trouver l'épaisseur équivalente du sol support nécessaire pour résister à la contrainte verticale appliquée par le trafic routier.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$e = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{\text{CBR}} + 5}$$

Avec :

- e : épaisseur équivalente
- CBR = 3 : portance du sol support
- N : Trafic poids lourds par jour par la voie la plus chargée à l'horizon
- P : charge par roue P = 6,5 t (essieu 13 t)
- Log : logarithme décimal

- **Calcul de N :**

$$N = \text{TJMA horizon} \times \%PL \times 0.8$$

$$N = 16661 \times 0.8 \times 0,35 = 4665 \text{ v/j/VPC}$$

$$\text{Donc : } e = 78.92 \text{ cm}$$

Pour déterminer les différentes épaisseurs du corps de chaussée, on applique la formule suivante :

$$e = \sum e_i a_i$$

Avec :

- a_i : coefficients d'équivalence de matériau par référence à un grave concassé.
- e_i : épaisseurs réelles des couches.

Béton bitumineux ou enrobe dense	2,00
Grave ciment – grave laitier	1,50
Sable ciment	1,00 à 1,20
Grave concassée ou gravier	1,00
Grave roulée – grave sableuse et T.V. O	0,75
Sable	0,50
Grave bitume GB	1,50
Grave non traitée GNT	0,70

Tableau 19 : coefficient d'équivalence

Telle que les coefficients d'équivalence des matériaux utilisés sont :

- Couche de roulement en béton bitumineux(BB): $a_1=2.00$
- Couche de base en grave bitumé(GB): $a_2 =1.50$
- Couche de fondation engrave concassée(GC): $a_3=1.00$

Dans notre calcul on fixe la couche de roulement BB=8cm et la couche de base GB=20cm, puis on calcule l'épaisseur de la couche de fondation.

Alors on a : $78.92=2 \times 8+1.5 \times 20 +1 \times e_3$

Donc : $e_3= [78.92-(16+30)] / 1$

D'où : $e_3 =33\text{cm}$,

Les résultats des épaisseurs obtenus par cette méthode sont récapitulés dans le tableau suivant :

Couches	Epaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence c_i	Epaisseur équivalente (cm)
BB	8	2	16
GB	20	1.5	30
GC	33	1	33
Total	61		80

Tableau 20 : construction de la structure

Conclusion

Notre structure comporte: **8BB+20GB+33GC**

6.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

6.2.1 Le choix du niveau de réseau principal :

$$TJMA_{2025} = 7604 \text{ v/j/2sens}$$

D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTPP (le fascicule 1, page 8), on classe notre infrastructure routière dans le réseau principal de niveau 1 RP1

6.2.2 Détermination de la classe de trafic (TPLi) :

Nous avons une chaussée Bidirectionnelle de 3 voies

On doit d'abord calculer le trafic poids lourd à l'année de mise en service

$$TPL_{vpc} = TJMA_{2025} \times \%PL \times 80\%$$

$$\text{On a } TJMA_{2025} = 7604 \text{ v/j/sens} \rightarrow TPL_{2025} = 7604 \times 0.35 \times 0.8 = 2129 \text{ pl/j/vpc}$$

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

Tableau 21 : classe de trafic

Donc, selon le fascicule 1 (page 10) du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves et pour un $TPL_{vpc} = 2129 \text{ v/j/vpc}$, la classe du trafic est : TPL6

6.2.3 Détermination de classe de portance de sol-support

Dans le cadre de notre projet on a une valeur de CBR = 3

Détermination de la portance du sol support

Selon le fascicule 1 (page 10) du catalogue algérien de dimensionnement des chaussées neuves on classe le sol support selon la valeur CBR comme suit :

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

Tableau 22 : classe de sol

Classe de portance du sol support pour le dimensionnement

$$E \text{ (Mpa)} = 5 \times \text{CBR}$$

Classe de portance de sol support	S4	S3	S2	S1	S0
Module MPA	12-25	25-50	50-125	125-200	>200

Tableau 23 : classe de la portance de sol support

On a $\text{CBR} < 5$

Donc un module Mpa : $12 < E < 25$

→ Le sol support est de classe S4

On un sol support de mauvaise portance (S4 en RP1), le recours d'une couche de forme est nécessaire pour qu'il puisse reprendre la structure de chaussée.

Amélioration de la portance du sol support

L'objectif de la couche de forme est d'améliorer la portance du sol support dans le cas de sur classement du sol support.

Portance de sol	Matériaux de CF	Epaisseur de CF	Portance visée
< S4	Non traité	50cm (2 couches)	S3
S4	Non traité	35cm	S3
S4	Non traité	60cm (2 couches)	S2
S3	Non traité	40cm (2 couches)	S2
S3	Non traité	70cm (2 couches)	S1

Tableau 24 : sur classement avec couche de forme en matériau non traité

Dans notre cas on a un sol support de classe S3, il doit être sur classer (S4 → S2), on adopte une couche de forme 60cm de TUF de bonne portance compacté en deux couches

6.2.4 Le risque de calcul :

	Classe de trafic	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque (R%)	GB/GB GB/GNT	20	15	10	5	2

Tableau 25 : risque adopté pour le réseau RP1

D'après le catalogue algérien du dimensionnement des chaussées neuves nous avons un risque de 5 %.

6.2.5 Détermination de la zone climatique

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet se situe dans la zone climatique I (pluviométrie > 600mm/ans).

6.2.6 Détermination de la température équivalente

La valeur de température équivalente « θ_{eq} » retenue pour le calcul de dimensionnement est en fonction de la zone climatique, elle est donnée dans le fascicule 2, page 15, tableau 8.

Donc : $\theta_{eq}=20^{\circ}\text{C}$.

6.2.7 Le choix de la structure de la chaussée

Selon le fascicule 1 on peut choisir une des structures suivantes :

Niveau de réseau principal	Matériaux type	Structure
RP1	MTB	GB/GB, GB/GNT, GB/TUF, GB/SG, GB/AG
	MTLH	GL/GL, Bcg/gc
RP2	MTB	GNT/GNT, TUF/TUF, AG/AG, SG/SG
	MTLH	SB/SG

Tableau 26 : structure de la chaussée

Selon le réseau principal RP1 et la zone climatique, le fascicule 2 propose les structures suivantes :

Type de matériaux	N° fiche structure	Type de structure	Zone climatique
MTB	1	GB/GNT	I et II
	2	GB/SG1	I et II
	3	GB/TUF1	III
	4	GB/TUF1	IV
	5	GB/TUF1	III
MTLH	6	GL/GL	I et II
	7	BCg/GC	I et II

Selon les données de notre projet, on a proposé la structure suivante :

Couche de roulement	BB
Couche de base	GB
Couche de fondation	GB

BB : béton bitume

GB : grave bitume

6.2.8 Choix de dimensionnement

Nous sommes dans le réseau principal PR1, la zone climatique 1 avec une durée de vie de 20 ans, un taux d'accroissement 4%, la portance de sol est S2 et une classe de trafic TPL6. Selon le catalogue algérien (fascicule 3 ; page 11), on a proposé la structure suivante :

8BB+12GB+13GB

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

On doit vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculés à l'aide d'Alize sont inférieurs aux valeurs admissibles

ϵ_{tadm} et ϵ_{zadm} .

Telle que :

ϵ_t : la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.

ϵ_z : la déformation verticale sur le sol support.

$\epsilon_{tadm} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times k_{ne} \times k_{\theta} \times k_r$

$\epsilon_{zadm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCEi)^{-0.235}$

Calcul de la déformation admissible ϵ_{zadm} sur le sol support

$$\epsilon_{zadm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCEi)^{-0.235}$$

Telle que :

➤ **TCEi** : Trafic cumulé équivalent

Il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée, il est donné par la formule suivante :

$$TCEi = TCi \times A$$

Telle que :

➤ **TCi** : Trafic cumulé de poids lourds

Le TCi est le total du trafic du poids lourds passée dans une chaussée pendant la durée de vie notée n, il est donné par la formule TPLi.

$$TCi = TPLi \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

i : taux de croissance du trafic

$$T_{PL2025} = 2129 \text{ pl/j/vpc}$$

$$T_{Ci2045} = 2129 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04}$$

$$T_{Ci 2045} = 2,3 \times 10^7 \text{ pl/j/vpc}$$

➤ **A : coefficient d'agressivité**

De poids lourd par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes en fonction de réseau principal RPi

On a un réseau RP1 donc :

Niveau de réseau principal (RPI)	Type de matériaux	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB, GB/TUF, GB/SG	0.6
RP2	Chaussées à matériaux traités au liant hydrauliques : GB/GC, GB/TUF,	1

Tableau 27 : valeur de coefficient d'agressivité

On prend le coefficient d'agressivité : A = 0,6

$$T_{CEi} = 2,3 \cdot 10^7 \times 0,6$$

$$T_{CEi} = 1,38 \cdot 10^7 \text{ essieux équivalents de 13 tonnes}$$

$$\epsilon_{Z_{adm}} = 22 \times 10^{-3} \times (1,38 \times 10^7)^{-0,235}$$

$$\epsilon_{Z_{adm}} = 461 \times 10^{-6} \text{ def}$$

Calcul des déformations admissibles à la base des couches bitumineuses ($\epsilon_{t,ad}$)

($\epsilon_{t,ad}$) est donnée par la relation:

$$\epsilon_{t,ad} = \epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \cdot k_{ne} \cdot k_{\theta} \cdot k_{kr} \cdot k_c$$

Avec

- ϵ_6 : déformation limite détenue au bout de 10⁶ cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25H (essai de fatigue).
- k_{ne} : facteur lié au nombre cumulé d'essieu équivalents supposé par la chaussée.
- k_{θ} : facteur lié à la température.
- k_r : facteur lié au risque et aux dispersions
- k_c : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur la chaussée.

On peut calculer les coefficients précédents en utilisant le tableau ci-dessous qui présente les performances mécaniques des matériaux bitumineux :

Matériau (MTB)	E (30°C, 10Hz) (Mpa)	E (25°, 10Hz) (Mpa)	E (20°, 10Hz) (Mpa)	E (10°, 10Hz) (Mpa)	ϵ_6 (10°, 25Hz) (10 ⁻⁶)	-1/b	SN	Sh (cm)	ν	k_c Calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0,35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	5	0,35	1,3
SB	1500	-	-	3000	245	7,63	0,68	2,5	0,45	1,3

Figure 23 : performance mécanique des matériaux bitumineux

Avec :

- SN : dispersion sur la loi de fatigue.
- Sh : dispersion sur les épaisseurs (en cm).
- C : coefficient égal à 0.02
- δ : La dispersion $\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{e}{b} Sh\right)^2}$
- t : fractile de la loi normale, qui est fonction du risque adopté (r%).

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

Figure 24 : risque adapté le réseau RP1

Le coefficient	L'expression	Le résultat
ϵ_6	/	$100 \cdot 10^{-6}$
K_{ne}	$(TEC/10^6)^b$	1.46
K_θ	$\sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}}$	1.33
K_r	$10^{-tb\delta}$	1.39
K_c	/	1.3

Avec :

- $b = -0.146$
- $t (r=5\%) = -1.645$
- $SN = 0,45$
- $Sh = 3$
- $\delta = 0,60$

$$\epsilon_{t,ad} = 100 \cdot 10^{-6} \times 1.46 \times 1.33 \times 1.39 \times 1.3$$

$$\epsilon_{t,ad} = \mathbf{350.88 \cdot 10^{-6} def}$$

Vérification par logiciel ALIZEIII

➤ Présentation de logiciel ALIZEIII

ALIZE III est un programme issu du laboratoire central des ponts et chaussées en France (PARIS 1975). Il permet de déterminer à partir d'un modèle multicouche élastique fondé sur l'hypothèse de BURMISTER. Les contraintes et les déformations σ_t , ϵ_z , σ_z , aux différentes interfaces de la structure ayant jusqu'à six couches supposées infinies en plan.

La charge prise en compte dans la modélisation est une charge unitaire correspondant à un demi-essieu de 13 tonnes présenté par une empreinte circulaire de rayon (r) avec une symétrie de révolution. Le problème est traité en coordonnées cylindriques. La modélisation de la structure est donnée dans le tableau suivant

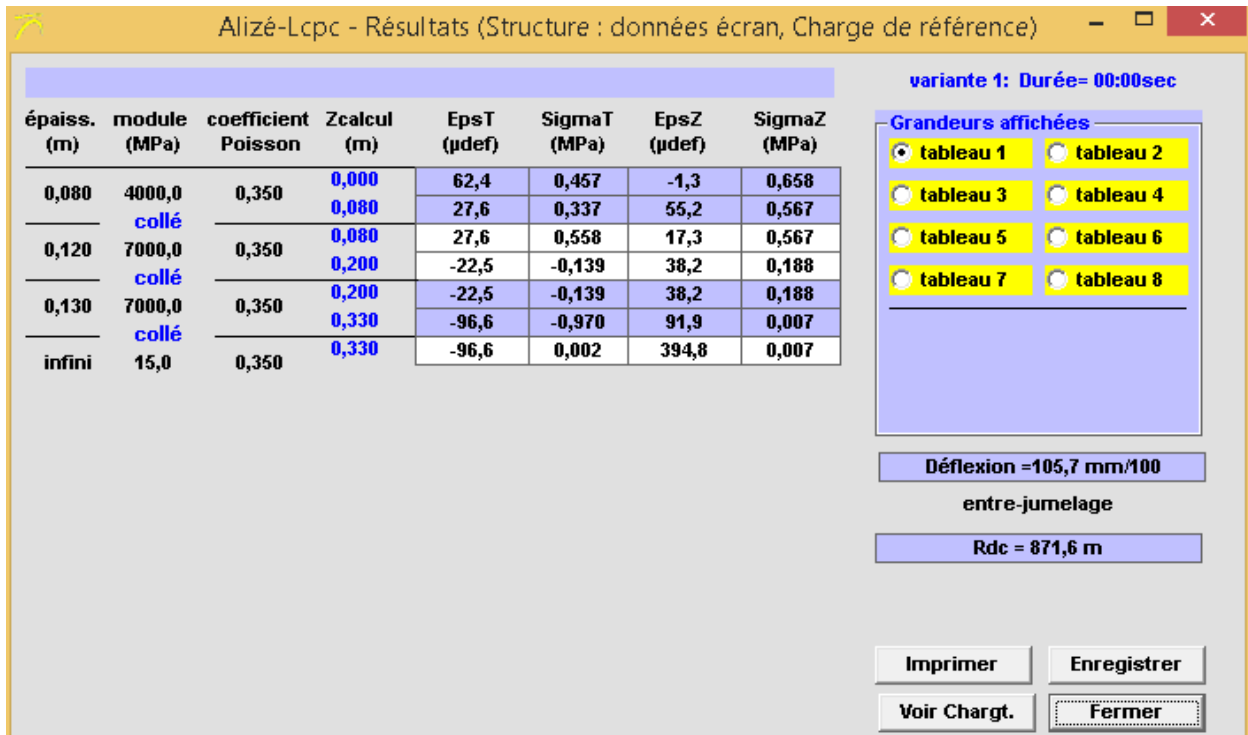


Figure 25 : résultat de calcul ALIZE

➤ Tableau récapitulatif :

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par ALIZEIII
$\epsilon_{t,adm} = 350.88 \times 10^{-6}$	$\epsilon_t = 96.6 \times 10^{-6}$
$\epsilon_{z,adm} = 461 \times 10^{-6}$	$\epsilon_z = 91.9 \times 10^{-6}$

La structure **8BB+12GB + 13GB+ 60TUF** est donc vérifiée puisque :

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

6.3 Conclusion

La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussées neuves étant une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue, nous proposons de l'appliquer à notre projet pour les raisons suivantes :

- Elle fait appel aux spécificités géologique et climatique du pays
- Elle donne ainsi la possibilité au projeteur de faire un choix entre plusieurs variantes de structures de dimensionnement, selon les données technico-économique locales et régionales relatives au projet.

1-Introduction

Pour permettre aux usagers de la route de franchir des obstacles (des montagnes, des oueds, des pistes, des écoulements d'eau ...), ou bien d'être protégé de certain risque naturel, la fonction des ouvrages d'arts est importante et elle dépend du type de routes auquel ils sont liés.

Notre objectif dans ce chapitre est de présenter les pk des ouvrage ainsi leurs types selon les différents exigences.

2-Conception des ouvrages

Un ouvrage d'art est destiné à offrir des services aux usagers donc sa conception doit satisfaire certaines exigences :

- Exigence fonctionnelles : sont des caractéristiques permettant d'assurer sa fonction d'ouvrage de franchissement
- Exigence naturelle : sont l'ensemble des éléments de son environnement influant sur la conception de l'ouvrage

3-Choix de type d'ouvrage

Le choix de type d'ouvrage dépend de plusieurs conditions, notre but est de choisir d'une façon technique et économique le type d'ouvrage (béton armé, béton précontrainte, mixte) qui satisfait au mieux possible aux toutes ces conditions.

Les principaux facteurs qui influent sur le choix de type d'ouvrage sont :

- Le gabarit à respecter
- Le profil en long de la chaussée
- La portée de l'ouvrage
- La nature du sol
- Position possible du sol

Pour faire un bon choix d'ouvrage on procède à une comparaison entre les différents types qui peuvent être envisagé en présentant toutes les caractéristiques de chaque type ainsi ses avantages et inconvénients.

3.1 Les ponts en béton armé

Sont des ponts dont un des éléments porteurs (tablier, poutre...) est en béton armé, on distingue deux catégories :

3.1.1 Pont a poutre en béton armé

C'est un pont dont le tablier est porté par une ou plusieurs poutres longitudinales en béton armé, espacés de 3 à 4m parallèles sous la chaussée, presque toujours à âme pleine, solidarisée entre elles par des voiles en béton armé formant entretoise et par un hourdis formant la couche de roulement.

Avantages :

- Relativement simple à construire
- La structure est très solide
- Economique de point de vue de consommation des matériaux
- Nécessite moins d'entretien par rapport aux autres ponts métalliques et mixtes

Inconvénients :

- La structure est sensible au tassement différentiel
- Il est couteux en main d'œuvre à cause de la complication de coffrage

3.1.2 Les ponts dalles en béton armé

Le pont dalle est préférable pour les portées allant de 15 à 18m

Avantages :

- Coffrage simple
- Ne nécessite pas une main d'œuvre vraiment qualifié
- Moins épais que les ponts poutre en béton armé

Inconvénients :

- Portée limiter à 20 m
- Déconseillé pour les travées continues
- Consomme plus de béton et d'acier par rapport à un pont a poutre
- Echafaudage important

3.2 Les ponts en béton précontrainte

Sont des ponts dont la structure porteuse est en béton précontraintes

3.2.1 Pont à poutre en béton précontrainte

Les ponts à poutres préfabriquées en béton précontraintes sont souvent pour des portées allant jusqu'à 30m en précontrainte par prétention et pour des portées comprises entre 30 et 50m en précontrainte par post tentions.

Avantages :

- La possibilité d'assembler des éléments préfabriqués sans échafaudage
- La possibilité de franchir de plus grandes portées qu'avec des ouvrages en B.A
- L'effort de précontrainte agissant en sens inverse des charges extérieurs limité les déformées

Inconvénients :

- La nécessité de fabriquer du béton plus résistant

Chapitre 10 : Ouvrage d'art

- L'obligation d'attente que la mise en tension soit faite pour pouvoir décintreter ou décoffrer
- La nécessité d'employer une main d'œuvre qualifiée pour la vérification de la pose des gaines et câbles

3.2.2 Pont dalles en béton précontrainte

Sont réservés pour les passages supérieures et inférieures des autoroutes, la dalle précontrainte prend le relevé dans la gamme de portée de 15 à 23m qui est la portée économique.

3.3 Les ponts mixtes

Les ponts mixtes acier/béton comportent des éléments structuraux en acier et en béton armé se fonctionnent selon leurs aptitudes optimales, notamment en compression pour le béton et en traction pour l'acier.

Avantages :

- La rapidité et simplicité de mise en œuvre.
- La pose des poutres et plus simple.
- La possibilité de franchir de grandes portées

Inconvénients :

- Nécessite de surveillance avec un entretien difficile
- Matériaux onéreux
- Risque de déversement des poutres métalliques

3.4 Les tunnels :

Sont des ouvrages sous terrain linéaire, permet le passage d'une voie de communication (chemin de fer, canal, route)

3.4.1 Classification

Selon la destination

- Les tunnels de communication : les tunnels ferroviaires, les tunnels routiers
- Les tunnels de transports : adduction d'eau, galerie hydrauliques.
- Les tunnels et cavité de stockage : garage et parkings, stockage liquides

Selon la géologie et la géotechnique

- Terrain meubles et terrain rocheux : gonflement, stabilité du front de taille
- Dur et tends : brushing, déformabilité, sécurité
- Contrainte naturelles normale et élevées : comportement, stabilité
- Sous nappe et sans nappe : comportement dû à la surcharge, disposition préventive

Selon le tracé et la position

- Grandes longueur et court : les tunnels sont à grand développement linéaire et à section peut variable.
- Profond et superficiel : les tunnels est dit profond si $H/D > 10$
- Section courante et grande caverne : la conception empirique est destinée aux ouvrages courants.
- Alignement : droit, courbe, spiralé
- Nombre et disposition

Selon le mode d'exécution

- A ciel ouvert ou en mine
- En plein section ou section divisée
- A explosif, à l'attaque ponctuelle, ou en bouclier

Selon la sécurité

- Les tunnels autoroutiers ont une classe de sécurité D

3.4.2 Les méthodes de creusement

Creusement par explosif

Pendant plusieurs années, cette méthode est la plus utilisé pour l'excavation des tunnels dans les roches de dureté moyenne à élevée, et pour lesquelles un abattage manuel ou mécanique n'est plus envisageable, de point de vue technique ou économique.

Le creusement par les machines à attaque ponctuelles

Les machines à attaque ponctuelle sont des machines équipées d'un bras excavation à l'extrémité duquel est monté un outil ou tête d'abattage, elles excavent le front de taille par balayages successif du bras excavateur, ainsi les géométries de front peuvent –elles être variable.

Le creusement par les machines à attaque globale

Ce mode de creusement est utilisé pour les terrains à faible résistance, quand le front de taille ne peut pas assurer l'équilibre des pressions hydrostatiques ou de la pression des terres sans soutènement.

Dans ce mode, le terrain est excavé en pleine section par des techniques mécanisées qui réalisent l'excavation des terrains et assurent également le soutènement latérale et frontal.

3.4.3 Techniques de soutènements

Les bétons projetés

C'est un mélange de base projeté par voie pneumatique à l'aide d'une lance pour former une masse dense et homogène rendue compacte par sa propre énergie cinétique, il est avant tout une méthode de mise en place.

Les cintres

Il s'agit d'ossatures en forme d'arcs ou portiques, disposées selon la section transversale de l'ouvrage et dans les membrures sont placées le long des parois de l'excavation, le calage contre le terrain se faisant soit directement, soit par intermédiaire d'une peau ou blindage masquant totalement ou partiellement la paroi.

Les inclusions rigides

Sont des éléments métalliques qui sont mis en place à l'intérieur du massif comme armature afin d'assurer :

- La suspension des matériaux
- Confinement des terrains
- Armature structurelle
- La protection
- La stabilité

3-Application sur le projet

Les ouvrages proposés sont :

ouvrage	Description	Type	Justification
viaduc	L'axe principale franchis un écoulement d'eau d'où la nécessité d'un viaduc d'une longueur de 740m de pk 33+040 jusqu'au pk 33+780	Un viaduc à poutre, avec 23 poutres de 32m de longueurs	On a proposé de réaliser un viaduc à poutre en béton précontraint à cause des contraintes de site
Pont	Un Passage inferieur, échangeur Rn 68	Un pont à poutre	Un passage de courte distance correspond avec le type pont à poutre
Pont	Passage sup, rétablissement d'une piste	Un pont à poutre	Un passage de courte distance correspond avec le type pont à poutre
Pont	Passage supérieur	Un pont à poutre	Un passage de courte distance correspond avec le type pont à poutre

tunnel	Un tunnel routier de grande longueur et une section peu variable avec un alignement courbe, d'une longueur de 1060m de pk 36+720 jusqu'au pk 37+780		On a proposé de réaliser un tunnel à cause de contraintes de site comme la présence d'un grand déblai de 114.14m
viaduc	L'axe principale franchis un écoulement d'eau d'où la nécessité d'un viaduc d'une longueur de 160m de pk 37+880 jusqu'au pk 38+040	Un viaduc à poutre, avec 5 poutres de 32m de longueurs	On a proposé de réaliser un viaduc à poutre en béton précontraint à cause des avantages économiques et esthétiques et la facilité de construction et d'entretien
viaduc	L'axe principale franchis un écoulement d'eau d'où la nécessité d'un viaduc d'une longueur de 224m de pk 39+855 jusqu'au pk 40+080	Un viaduc à poutre, avec 7 poutres de 32m de longueurs	On a proposé de réaliser un viaduc à poutre en béton précontraint à cause des avantages économiques et esthétiques et la facilité de construction et d'entretien
viaduc	L'axe principale franchis un écoulement d'eau d'où la nécessité d'un viaduc d'une longueur de 940m de pk 40+580 jusqu'au pk 41+520	Un viaduc à hauteur variable construit par encorbellement successif avec 12 travées	On a proposé de réaliser un viaduc construit par encorbellement successif à cause de la longueur de l'ouvrage et pour des raisons économiques et esthétiques.
Pont	Passage inferieur	Un pont à poutre	Un passage de courte distance correspondante avec le type pont à poutre

Tableau 28 : tableau récapitulatif des ouvrages proposés

1-Introduction

L'eau est le premier ennemi de la route car elle influe sur la viabilité de la chaussée, pour cette raison lors des études conceptuelles l'ingénieur doit faire attention aux problèmes d'assainissement des ouvrages routiers et connaître tous les données hydrauliques.

L'étude hydrologique consiste la détermination des débits de différent fréquence pour le choix des ouvrages hydraulique qui franchissent le tracé routier (pont, dalot, buse) et éviter les inconvénients des eaux souterraines et superficielles tel que les problèmes d'inondation, glissement des terrains et la dégradation de la chaussée.

2-Objectifs d'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Maintenir une bonne condition de viabilité.
- Réduire le cout d'entretien.
- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombants et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée.
- Eviter les problèmes d'érosions des sols

3-Les dispositifs d'évacuation des eaux

L'assainissement routier comprend l'ensemble des dispositifs à réaliser pour évacuer toutes les eaux superficielles et souterraines, c'est-à-dire :

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, cunette, rigoles, gondoles...
- Les drainages : ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines
- Les canalisations : ensemble des ouvrages destinée à l'écoulement des eaux superficielle (conduite, chambre, cheminées...)

4-Les ouvrages d'assainissement

4.1 Les dalots :

C'est un petit canal recouvert d'une dalle, un ouvrage hydraulique semi enterré généralement en béton armé et présente une section rectangulaire ou carrée.

4.2 Les buses

C'est un ouvrage hydraulique de forme cylindrique avec différents diamètres pour l'évacuation des eaux.

4.3 Les fossés :

C'est un ouvrage de forme trapézoïdale qui se situe sur les deux rives de l'autoroute pour l'évacuation des eaux pluviales en provenance des talus.

4.4 Les fossés de crête :

Sont des ouvrages implantés sur les banquettes des talus

4.5 Les descentes d'eau :

Sont des ouvrages trapézoïdaux situées sur le long du talus pour acheminer les eaux de fossé de crêtes vers le fossé qui se situe au bord de la chaussée.

5-Dimensionnement de réseau d'assainissement

La méthode rationnelle est employée pour évaluer l'ordre de grandeur de débit maximum des eaux de ruissellements susceptible d'être recueillies par les fossés ou par exutoire.

Nous rappelons le principe : $Q_a = Q_s$

Q_a : débit d'apport provenance du bassin versant (m^3/s)

Q_s : débit d'écoulement au point de saturation (m^3/s)

5.2 Débit d'apport

En appliquant la méthode rationnelle :

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

K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s)

I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h)

C : coefficient de ruissellement

A : aire du bassin versant (m^2)

5.3 Coefficient de ruissellement

C'est le rapport entre la hauteur d'eau ruisselée à la sortie d'une surface considérée et la hauteur d'eau précipitée, sa valeur varie entre 0 et 1 s'il est calculé sur un an sinon il est supérieur à 1 s'il est calculé sur des périodes plus courtes, il peut être nul dans le cas des bassins qui ne donnent pas lieu à l'écoulement.

Le coefficient de ruissellement a Pour but de caractériser la capacité d'un bassin versant à ruisseler

C_r est calculé selon la formule Kenessey :

$$C_r = C_1 + C_2 + C_3$$

- C_1 : dépend de la pente du cours d'eau principal
- C_2 : dépend de la perméabilité du terrain, donné à partir de l'information concernant la nature du sol et de ses caractéristiques.

- C3 : dépend de la couverture végétale du bassin versant.

Pente	Intervalle	Valeurs prises
Pente < 3,5	0.01-0.05	0.03
3,5<pente<11	0.06-0.1	0.08
11<pente<35	0.12-0.2	0.16
Pente>35	0.22-0.3	0.26

Tableau 29 : valeurs de C1

Nature de terrain	Intervalle	Valeurs prises
Terrain imperméable	0.22-0.3	0.26
Terrain pas assez perméable	0.1-0.2	0.15
Terrain perméable	0.06-0.1	0.08
Terrain très perméable	0.030-0.05	0.04

Tableau 30 : les valeurs de C2

Etat de végétalisation	Intervalle	Valeurs prises
Terrain rocheux	0.22-0.3	0.26
Gazon	0.17-0.25	0.21
Champs labour	0.07-0.15	0.11
Foret et les sols sableux	0.03-0.05	0.04

Tableau 31 : les valeurs de C3

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtement enrobé	0.85 à 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.40
Talus	0.10 à 0.30	0.30
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

Tableau 32 : les valeurs de Cr

5.4 Calcul d'intensité

Les intensités de pluie sont calculées par la formule de Montana

$$I(t,T) = \frac{a(T)}{T e^b}$$

Avec :

a et b : paramètres caractéristiques de la station (de Montana)

T : période de retour

t : durée de la pluie

5.5 Le temps de concentration

Il correspond au temps nécessaire pour permettre à l'eau de ruisseler du point le plus reculé du bassin versant jusqu'à l'exutoire.

Il est estimé respectivement comme suite :

1- Ventura : lorsqu' $A < 5 \text{ km}^2$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

2- Passini : lorsque $5 \text{ km}^2 < A < 25 \text{ km}^2$

$$t_c = 0.108 \sqrt[3]{\frac{AL}{P}}$$

3- Giandoth : $25 \text{ km}^2 < A < 200 \text{ km}^2$

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

t_c : temps de concentration (heure)

A : superficie du bassin versant (km^2)

L : longueur de bassin versant (km)

P : pente moyenne du bassin versant (m.p.m)

H : la différence entre la cote moyenne minimale (m)

5.6 Débit de saturation

Il est donné par la formule de Manning comme suite :

$$Q_s = Kst. Sm. Rh^{2/3}. i^{1/2}$$

Avec :

S : section mouillée

Kst : coefficient de Strickler

➤ Kst = 70 pour les dalots

➤ Kst = 80 pour les buses

Rh : rayon hydraulique (m) = S/P

i : la pente moyenne de l'ouvrage

5.7 Dimensionnement des ouvrages hydrauliques

5.7.1 Système de drainage longitudinal :

Dimensionnement des fossés

Le débit rapporté par la chaussée, l'accotement et le talus est pris pour le cas le plus défavorable.

On considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), on calcule le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total. Une largeur de talus est prise défavorable égale(10m).

Donc : $Q_a = Q_c + Q_a + Q_t$

- $Q_c = K.I.C c . A c$
- $Q_a = K.I. C a . A a$
- $Q_t = K.I.Ct .At$

Avec :

- **Qc** : débit rapporté par la chaussée.
- **Qa** : débit rapporté par l'accotement.
- **Qt** : débit rapporté par le talus

- **Cc** : coefficient de ruissellement de la chaussée
- **Ca** : coefficient de ruissellement de l'accotement.
- **Ct**: coefficient de ruissellement du talus.

- **Ac** : surface de la chaussée.
- **Aa** : surface de l'accotement.
- **At** : surface du talus

➤ Calcul de la surface :

On considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), on calcule le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total.

➤ Calcul de débit :

$$Q = K.C.I.A$$

$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{L}{P}}$$

$$I_t(T, t) = \frac{\alpha(T)}{T e^{\beta}}$$

Les dimensions du fossé sont obtenues d'après la formule si dessous :

$$Q_{\max} = Q_s = K.S_m.J^{1/2}.R^{2/3}$$

Sachant que : $Q_a = Q_c(\text{chaussée}) + Q_B(\text{BAU}) + Q_t(\text{talus}) + Q_b(\text{berme})$

➤ La surface mouillée :

$$S_m = (n.h + b).h \quad n = 1/\text{tg}\alpha.$$

➤ Le périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2xB$$

Avec :

$$B = (e^2 + h^2)^{1/2} = h(1 + n^2)^{1/2}$$

➤ Rayon hydraulique :

$$R_h = S_m/P_m = h.(b + nh) / [(b + 2). h.(1 + n^2)^{1/2}.]$$

$$Q_s = K_{st}.J^{1/2}.[h(b + nh)] \left[\frac{h(b + nh)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3}$$

Donc on obtient la formule suivante :

$$H = \left[\frac{Q_a}{K_{St} \times b \times I^{1/2}} \right]^{3/5} \frac{\left[1 + 2\sqrt{2} \times \frac{h}{b} \right]^{2/5}}{1 + \frac{h}{b}}$$

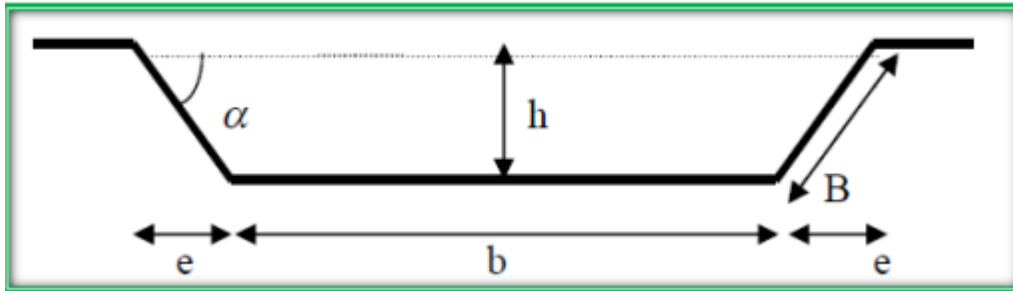


Figure 26: les dimensions d'un fossé en béton armée

Chapitre 11 : Assainissement

5.7.2 Système de drainage transversal :

Dimensionnement des buses

Pour dimensionner les buses on prend :

$$Q_a = Q_s \Rightarrow Q_a = K.C.I.A \quad \text{et} \quad Q_s = S_m \cdot K_{st} \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

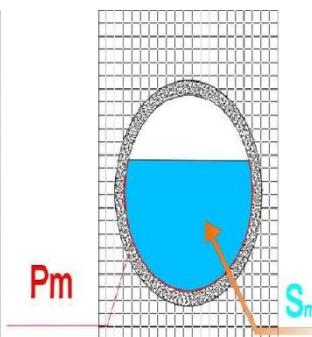
I : pente de radier qui est imposé par la pente de profil en travers, au maximum égale à 4%

K_{st} : coefficient de MANNING

On calcul une section et un périmètre mouillé pour une hauteur de remplissage égale à :

0.75 De diamètre si ce dernier est inférieur ou égale à 1 mètre.

0.80 De diamètre si ce dernier est supérieur à 1 mètre.



Avec :

$$\mathbf{R_h}$$
: rayon hydraulique = $\frac{3}{5} R$

$$\mathbf{P_m}$$
: périmètre mouillé = $\frac{4}{3} \pi R$

$$\mathbf{S_M}$$
: surface mouille = $\frac{4}{5} \pi R^2$

$$D = 2 \times \left(\frac{2^{2/3} \times Q}{\pi \times K_{st} I^{0.5}} \right)^{3/8}$$

Une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé commercial telle que :
Φ400, Φ500, Φ 800, Φ1000, Φ1200, Φ 1500



Figure 27 : les buses d'un diamètre 1200

Dimensionnement d'un dalot

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droites sur lesquelles repose une dalle, les pieds droites sont posés sur une fondation ou radier.

La section transversale des dalots peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme rectangulaire.

La surface mouillée $S_m = 0.8 H \times B$

Le périmètre mouillé $P_m = 1.6H \times B$

Le rayon hydraulique $R_h = 0.8H \frac{B}{1.6H + B}$

$Q_a = Q_s = K \cdot I^{0.5} \cdot R^{2/3} \cdot S_m$

$$H = \frac{1}{0.8B} \left(\frac{Q_a}{K_{st} \cdot J^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6H + B)^{2/5}$$

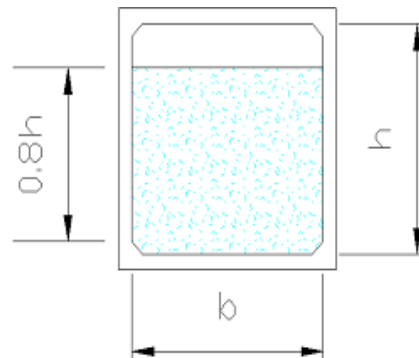


Figure 28 : dalot en béton armé

6-Application au projet

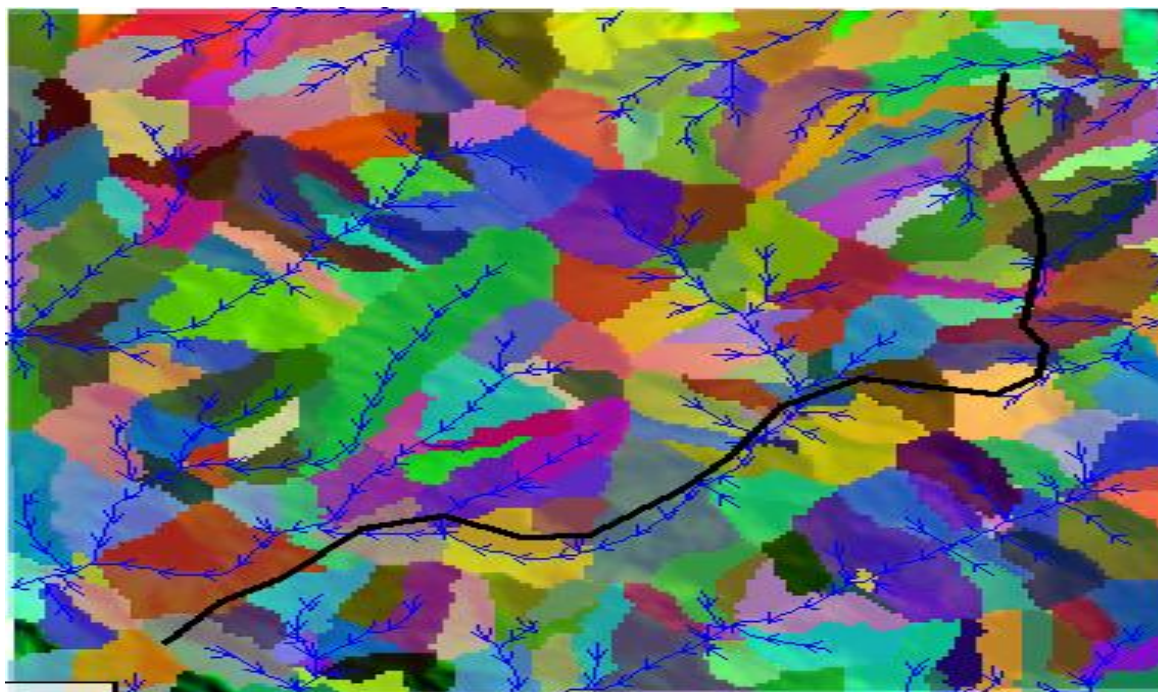


Figure 29 : situation des bassins versant

6.1 Caractéristiques des bassins versant

N° BV	Pk	Surface (Km ²)	Périmètre (Km)	Longueur (m)	H max (m)	H min (m)	P (%)	Kc
BV1		1.071	7.388	2019	767	314.50	22,2	1.99
BV2		1.524	6.942	1552	742	324	26,9	1.57
BV3	34+800	0.542	3.816	827.4	703	441.50	31,6	1.45
BV4	35+880	0.319	3.433	599	666	447.5	36,4	1.70
BV5	36+340	0.610	4.998	382	681	518	42.67	1.79
BV6	37+820	0.310	2.901	509	685.50	518	32,9	1.45
BV7		3.517	10.266	2472	763	488	11,1	1.53
BV8		0.112	2.067	78.421	680	497.50	28,5	1.72
BV9	38+470	0.224	2.948	358.37	692	486	57,4	1.74

BV10	38+630	0.122	2.209	151	701.5	477	1.247	1.77
BV11	38+960	0.155	2.484	162	708	462	1.518	1.76
BV12	39+100	0.202	2.724	324	672.5	452	68,0	1.69
BV13		0.163	1.981	176	578	396	88,5	1.37
BV14		0.766	5.405	1378	719.50	348.50	26,9	1.72
BV15		1.313	8.682	2626	641	316	12,3	2.12

Tableau 33 : caractéristiques des bassins versants

Avec :

- L : longueur de thalweg
- Hmax : l'altitude maximale de BV
- Hmin : l'altitude minimale de BV
- la pente moyenne $P = (H_{max} - H_{min}) / L$
- Indice de compacité $K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$

6.2 Temps de concentration :

Le temps de concentration est estimé par la formule de VENTURA car $A < 5 \text{ km}^2$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

N° BV	Surface (Km ²)	P %	Tc (heure)
BV1	1.071	22,2	0.278
BV2	1.524	26,9	0.302
BV3	0.542	31,6	0.166
BV4	0.319	36,4	0.118
BV5	0.610	42.67	0.151
BV6	0.310	32,9	0.123
BV7	3.517	11,1	0.714
BV8	0.112	28,5	0.037
BV9	0.224	57,4	0.079
BV10	0.122	1.247	0.039

Chapitre 11 : Assainissement

BV11	0.155	1.518	0.040
BV12	0.202	68,0	0.069
BV13	0.163	88,5	0.054
BV14	0.766	26,9	0.214
BV15	1.313	12,3	0.414

Tableau 34 : temps de concentration

6.3 Calcul d'intensité :

$$I(t,T) = \frac{a(T)}{T e^b}$$

Avec $b = 0.59$

T	2	5	10	20	50	100
a(T)	19.5	26.3	30.8	35.2	40.8	45

Tableau 35 : valeurs de a(T)

Pour des périodes de retour de 10 ans, 50 ans et 100 ans les valeurs de a successivement sont : 30.8, 40.8 et 45

N° BV	Tc (heure)	Période de retour (ans)	A	B	L'intensité
BV3	0.166	10	30.8	0.59	88.85
		50	40.8		177.70
		100	45		129.82
BV4	0.118	10	30.8	0.59	108.67
		50	40.8		143.96
		100	45		158.78
BV5	0.151	10	30.8	0.59	93.96
		50	40.8		124.46
		100	45		137.28
BV6	0.123	10	30.8	0.59	106.04
		50	40.8		140.48
		100	45		154.94
BV8	0.037	10	30.8	0.59	215.43
		50	40.8		285.37

		100	45		314.75
BV9	0.079	10	30.8	0.59	137.70
		50	40.8		182.41
		100	45		201.19
BV10	0.039	10	30.8	0.59	208.84
		50	40.8		276.65
		100	45		305.12
BV11	0.040	10	30.8	0.59	25.74
		50	40.8		272.54
		100	45		300.60
BV12	0.069	10	30.8	0.59	149.15
		50	40.8		197.57
		100	45		217.91

Tableau 36 : valeurs d'intensité

6.4 Calcule de débit

On calcule le débit par la formule rationnelle : $Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$;

Telle que C : Coefficient de ruissèlement

N° BV	Surface (Km ²)	Intensités I (mm/h)	Coefficient de ruissellement	Débit Q ₁₀₀ (m3/s)
BV3	0.542	129.82	0.52	10.17
BV4	0.319	158.78	0.52	7.32
BV5	0.610	137.28	0.42	9.77
BV6	0.310	154.94	0.42	5.60
BV8	0.112	314.75	0.42	4.11
BV9	0.224	201.19	0.52	6.51
BV10	0.122	305.12	0.52	5.38
BV11	0.155	300.60	0.52	6.73
BV12	0.202	217.91	0.52	6.36

Tableau 37 : valeurs de débit

Chapitre 11 : Assainissement

6.5 Dimensionnement des ouvrages hydraulique :

6.5.1 Système de drainage longitudinal

Dimensionnement des fossés

On cherche à dimensionner un fossé en béton de longueur $L = 1200$ m de pente $I = 2\%$ et de rugosité $n = 0.015$

Calcul de la surface :

On prend 1200 m de longueur pour le cas plus défavorable :

- La surface de la chaussée : $A_c = 10.5 \times 1200 \cdot 10^{-4} = 1.26$ ha
- La surface de BAU : $A_{bau} = 3 \times 1200 \cdot 10^{-4} = 0.36$ ha
- La surface de la berme : $A_b = 1 \times 1200 \cdot 10^{-4} = 0.12$ ha
- La surface du talus : $A_t = 30 \times 1200 \cdot 10^{-4} = 3.6$ ha

$$A = A_c + A_{bau} + A_b + A_t = 5.34 \text{ ha}$$

Calcul de débit :

$$Q = K.C.I.A$$

$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

$$I_t(T, t) = \frac{\alpha(T)}{T_c^b}$$

SBV	A (km ²)	Pente (%)	Tc (heures)	It	c	K	Qm ³ /s	Qt (m ³ /s)
Chaussée	0.0126	2.5	0.090	186.29	0,95	0,278	0.619	2.061
B.A.U	0.0036	4	0.0381	309.36	0,95	0,278	0.294	
Berme	0.0012	8	0.015	536.18	0,4	0,278	0.071	
Talus	0.036	66.67	0.0296	359.04	0,3	0,278	1.077	

Chapitre 11 : Assainissement

$$Q_s = K_{st} \cdot J^{1/2} \cdot [h(b + nh)] \left[\frac{h(b + nh)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3}$$

On a :

On pose: $b=0.4$ met Pour un angle de $45^\circ \Rightarrow n=1$.

Pour la pente hydraulique du fossé « I », on met : $I=10^{-3}$ c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.

K_{ST} : Coefficient d'écoulement de Manning–Strickler=70 (au béton coulé sur place).

Donc on obtient la formule suivante :

$$H = \left[\frac{Q_a}{K_{St} \times b \times I^{1/2}} \right]^{3/5} \frac{[1 + 2\sqrt{2} \times \frac{h}{b}]^{2/5}}{1 + \frac{h}{b}}$$

D'après le calcul itératif, on a trouvé la hauteur $h = 0.98$

Pour des raisons de sécurité on prend un fossé standard ($h = 1$ m, $b = 1$ m,)

Chapitre 11 : Assainissement

6.5.2 Système de drainage transversal

Exemple de calcul d'une buse (bassin N° 9)

AU PK 38+470

A = 0.112 km²

It=314.75 mm/h

Q =4.11m³/s

Selon la formule de **MANNING STICKLER**

$$D = 2 \times \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} \times Q}{\pi \times K_{st} I^{0.5}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

- I : pente de radier =2%
- Q: débit d'après la méthode rationnelle 4.11m³/s.
- Kst : coefficient de MANNING =80.
- D = 1059 mm

On prend D = 1200 mm

Vérification :

On calcul Qps et Vps : débit et vitesse pleine section. On doit vérifier les conditions d'auto curage pour tous les tronçons :

V > 0.6 m/s pour Q=0.1Qps

V > 0.3 m/s pour Q=0.01Qps

On a

- $Q_{ps} = 0.31 \times \frac{\sqrt{I}}{n} \times D^{\frac{8}{3}}$

Qps= 5.70m³/s

- $V_{ps} = \frac{Q_{ps}}{S} = \frac{5.70}{\frac{\pi \times 1.2^2}{4}}$

Vps = 2.83 m/s

- $Rv = \frac{V}{V_{ps}} \longrightarrow V = Rv \cdot V_{ps}$

- $\frac{Q}{Q_{ps}} = 0.01 \longrightarrow Rv = 0.639$

V = 1.80m/s

Chapitre 11 : Assainissement

- $\frac{Q}{Q_{ps}} = 0.001 \longrightarrow Rv = 0.32$

$V = 0.90 \text{ m/s}$

Les conditions d'auto curage sont vérifiées

Exemple de calcul d'un dalot (bassin N°3)

AU PK 34+800

Dans notre projet, les dalots sont en béton armé.

- Un coefficient de rugosité pour le béton armé : **Kst=70**
- Une pente de pose de l'ouvrage : **j=2.5%**
- Le débit d'apport **Qa= 10.17m3/s.**
- Une largeur proposée : **B=2m**

$$H = \frac{1}{0.8B} \left(\frac{Q_a}{K_{st} \cdot J^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6H + B)^{2/5}$$

On trouve : $H = 1\text{m}$

Vérification :

- $Q_{ps} = K \cdot l^{1/2} \frac{B \cdot H}{2B + 2H}^{2/3} \cdot B \cdot H$

$Q_{ps} = 10.64 \text{ m}^3/\text{s}$

- $V_{ps} = \frac{Q_{ps}}{S} = \frac{10.64}{B \times H}$

$V_{ps} = 5.32 \text{ m/s}$

- $Rv = \frac{V}{V_{ps}} \longrightarrow V = R \cdot v \cdot V_{ps}$

- $\frac{Q}{Q_{ps}} = 0.01 \longrightarrow Rv = 0.639$

$V = 3.39 \text{ m/s}$

- $\frac{Q}{Q_{ps}} = 0.001 \longrightarrow Rv = 0.32$

$V = 1.70 \text{ m/s}$

Les conditions sont vérifiées

N° BV	Pk	Surface (Km ²)	Périmètre (Km)	Longueur (m)	H max (m)	H min (m)	P (%)	Kc	Tc (heure)	I (mm/h)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Ouvrage hydraulique
BV1		Ouvrage d'art										
BV2		Ouvrage d'art										
BV3	34+800	0.542	3.816	827.4	703	441.50	31,6	1.45	0.166	129.82	10.17	Dalot (2×1)
BV4	35+880	0.319	3.433	599	666	447.5	36,4	1.70	0.118	158.78	7.32	Dalot (2×1)
BV5	36+340	0.610	4.998	328	681	518	49.69	1.79	0.151	137.28	9.77	Dalot (2×1)
BV6	37+820	0.310	2.901	509	685.50	518	32,9	1.45	0.123	154.94	5.60	Buse (Φ 1200)
BV7		Ouvrage d'art										
BV8	38+360	0.112	2.067	78.421	680	497.50	28,5	1.72	0.037	314.75	4.11	Buse (Φ 1200)
BV9	38+470	0.224	2.948	358.37	692	486	57,4		0.079	201.19	6.51	Dalot (1.5×1)
BV10	38+630	0.122	2.209	151	701.5	477	1.247	1.77	0.039	305.12	5.38	Buse (Φ 1200)
BV11	38+960	0.155	2.484	162	708	462	1.518	1.76	0.040	300.60	6.73	Dalot (1.5 ×1)
BV12	39+100	0.202	2.724	324	672.5	452	68,0	1.69	0.069	217.91	6.36	Dalot (1.5 ×1)
BV13		Ouvrage d'art										
BV14												
BV15												

Introduction

La réalisation d'un projet ne consiste pas seulement à la conception géométrique (tracé en plan, profil en long, profil en travers) mais aussi à penser le plus en amont possible aux dispositions retenues en matière d'exploitation (signalisation, dispositif de retenues, équipement) pour que la géométrie de la route soit compatible avec les exigences de sécurité et les performances attendues de ces équipements.

Sécurité

1-Introduction

La route une fois réalisée doit être habillée grâce à des équipements qui permettent d'assurer la sécurité, les paragraphes qui se suivent décrivent les principaux équipements

2-Barrières de sécurité

L'une des principaux problèmes de la sécurité routière est d'éviter au maximum les sorties de route suite à un accident ou un choc, c'est pour cette raison que sont disposées le long des différents types de route des barrières de sécurité permettant de sécuriser la circulation des usagers et amoindrir les risques de blessures graves lors d'accident ou de sorties de routes.

2.1 Sur le TPC

Le choix du type de barrière est en fonction du volume et de la composition du trafic, du risque à couvrir (obstacle, dénivelé...), des contraintes de visibilité et d'exploitation de la largeur du T.P.C.

On utilise les séparateurs en béton de type GBA (glissière en béton adhérent) ou DBA (double en béton adhérent) sont constitués d'un mur et continu en béton faiblement armé coulé en place et qui présente un profil spécifique

Ils sont capables de retenir les poids lourds de 12 t et entrent donc dans la classe des barrières normales de sécurité. Pour les voitures légères, le profil, par sa forme particulière, limite le frottement de la carrosserie sur le dispositif.

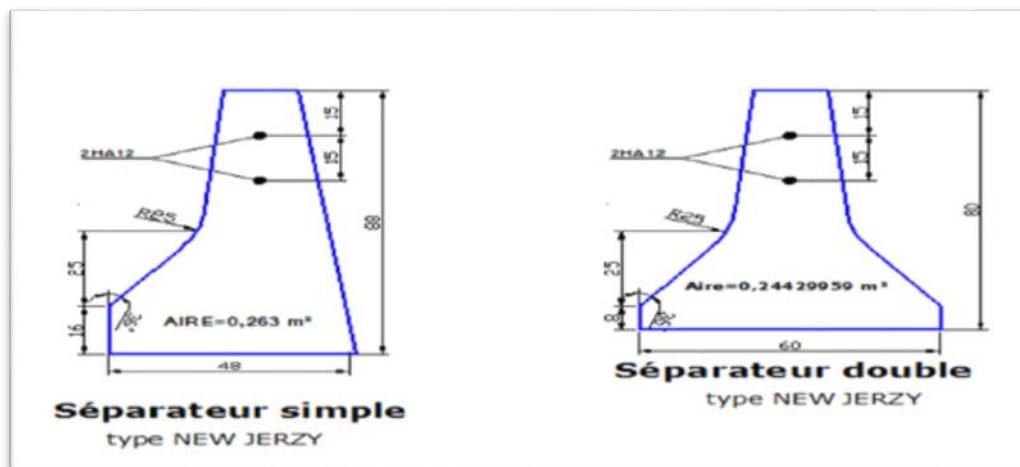


Figure 30 : séparateur en béton GBA et DBA

2.2 Sur les accotements

Le fait de positionner une glissière en bordure des accotements va permettre d'éviter une sortie de route en déviant la trajectoire de véhicule en perdition.

La murette de protection en béton armé : envisagée lorsque le danger potentiel représenté par la sortie d'un véhicule lourd est important, comme :

- Une section de la route sur plombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à 10m.

La signalisation

1-Introduction

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier qui permettent d'informer les usagers, conducteurs ou piéton, quant aux règles à respecter lors de leurs déplacements soit en les informant des dangers et des prescriptions relatives à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements pour assurer leurs sécurités.

2-Objectifs de la signalisation routière

La signalisation routière a pour objet de :

- Faciliter la circulation
- Donner des informations relatives à l'usage de la route
- Rendre plus sûr la circulation
- Indiquer ou rappeler diverse prescriptions particulière de police

3-Règles à respecter pour la signalisation

Il est indispensable avant d'entamer la conception de la signalisation de respecter certains critères, afin que celle-ci soit bien vue, et comprise :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Respecter les règles d'implantation
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'usager
- Eviter la multiplication des signaux et des super signaux car surabondance nuit à l'efficacité.

4-Catégorie de signalisation

On distingue :

- La signalisation par panneaux
- La signalisation par feux
- La signalisation par marquage sur la chaussée

5-Type de signalisation

On distingue deux types de signalisation :

- La signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, les balises, les bornes et les feux tricolores.
- La signalisation routière horizontale désignée par des marquages au sol.

5.1 La signalisation verticale

Lors de chaque déplacement, les usagers croisent des éléments de signalisations verticales, ce type de signalisation répond à trois missions fondamentales :

- Avertir des dangers à l'aide des panneaux triangulaire
- Signaler une interdiction ou une obligation à l'aide des panneaux ronds
- Donner des indications et des informations lors d'un trajet

5.1.1 Les panneaux triangulaires de danger

Les panneaux triangulaires servent à indiquer un danger, ils doivent être placés à 150m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

5.1.2 Les panneaux ronds d'interdiction ou d'obligation

On distingue deux types de panneau rond :

- Les panneaux blancs qui informent une interdiction
- Les panneaux bleu et blanc qui indiquent une obligation.

5.1.3 Les panneaux de direction

Les panneaux de direction facilitent les déplacements des usagers

- La couleur bleue indique la direction d'une autoroute,
- La couleur verte indique quant à elle une grande ville
- La couleur blanche fait référence à une localité voisine
- La couleur jaune stipule la mise en place d'un itinéraire temporaire.

Il existe, de plus des panneaux de pré-signalisation, d'annonce et de confirmation qui se distinguent par leurs formes et leurs usages respectifs, leurs objectifs est de préparer le conducteur à une prise de décision

Les panneaux de pré-signalisation :

Sont de forme rectangulaire et signalent une direction

Les panneaux de position :

Sont terminés par une flèche et sont positionnés pour permettre la réalisation d'une manœuvre.

Les panneaux de confirmation :

Indiquent le nombre de kilomètre à parcourir pour atteindre l'information mentionnée, ils sont accompagnés par un cartouche qui précise la catégorie et le numéro de la route empruntée.

5-2 La signalisation horizontale

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Toutes ces marques sont de couleur blanche. La signalisation horizontale se divise en trois types :

5.2.1 Marquage longitudinaux

Lignes continues :

Ce sont des lignes longitudinales sans interruption, il est interdit de les franchir ou de les chevaucher. Elles servent à délimiter l'espace de chaque voie, les limites externes de la chaussée lorsqu'il est interdit de s'arrêter.

Lignes discontinues :

Elles sont destinées à orienter et à faciliter la libre circulation, elles sont franchissables et se différencient par leur module qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle. Citons quelques exemples de lignes discontinues :

- Ligne axiale : pour délimiter les voies.
- Ligne dérivé : pour délimiter les voies d'accélération et de décélération.
- Ligne d'avertissement : associée à des flèches de rabattement pour annoncer une ligne continue, Les traits ont une longueur de 1m pour les intervalles de 2, 25m, sur environ 100m.

➤ Modulation des lignes discontinues :

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

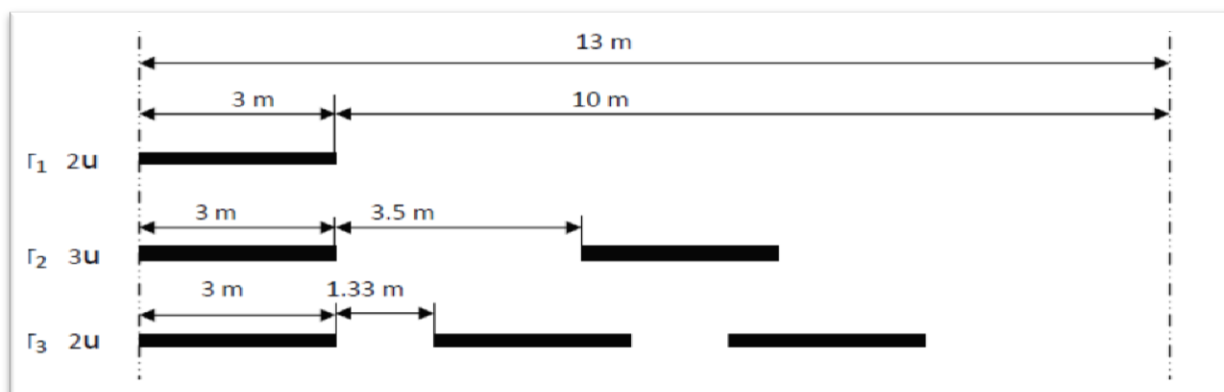


Figure 31 : marque sur chaussée

Avec :

- T₁ 2U : ligne axiale ou délimitation de voie
- T₂ 3U : ligne dérive.
- T₃ 2U : ligne de délimitation des voies de décélération, d'accélération ou d'entrecroisement.

Type de modulation	Longueur du trait(en mètres)	Interval entre deux traits successifs (mètres)
T ₁	3.00	10.00
T' ₁	1.50	5.00
T ₂	3.00	3.50
T' ₂	0.50	0.50
T ₃	3.00	1.33
T' ₃	20.00	6.00

Tableau 38 : modulation des lignes discontinues

5.2.2 Marquages transversaux

Ils indiquent, en général, des recommandations obligatoires ou des précautions, telles que les lignes de stop ou de passage pour piétons.

5.2.3 Autres marquages

Les flèches :

Elles sont utilisées pour fournir au conducteur des renseignements sur les directions

- Les flèches de rabattement : elles sont légèrement incurvées vers la voie que les usagers doivent emprunter.

- Les flèches des élections : à l'approche d'une intersection, signalent aux usagers la direction à prendre

Largeur des lignes

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité «U» différente suivant le type de route :

- **U=7.5cm** sur les autoroutes et voies rapides urbaines. (Cas dans notre projet)
- **U=6cm** sur les routes et voies urbaines.
- **U=5 cm** pour les autres routes.

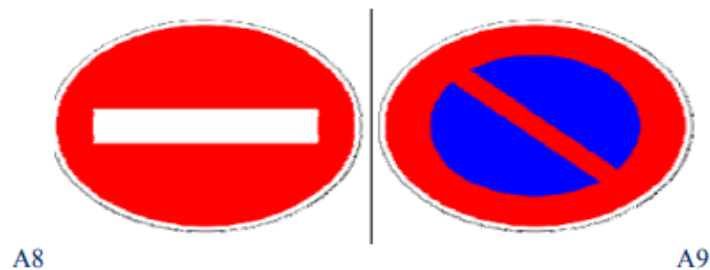
Modulation et largeurs des lignes		
Désignation des marques	Modulation (longitudinal/intervalle)	Largeur
Ligne longitudinales		
1- Lignes continues		
-ligne axiale ou délimitation de voies	Continue	2u
-ligne de délimitation du TPC	Continue	3u
2- Lignes de type T1		
-ligne axiale ou délimitation de voies	3/10	2u
3- Lignes de type T2		
-ligne de rive de chaussée	3/3.5	3u
-ligne de délimitation des voies de décélération et d'insertion	3/3.5	5u
4- Ligne de type T3		
-ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans les bretelles de raccordement	20/6	3u
5- Ligne de type T4		
-ligne délimitant la bande d'arrêt d'urgence B.A.U	38/14	3u

Tableau 39 : modulation et largeur des ligne

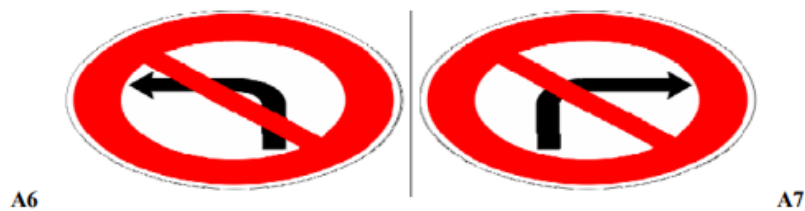
6-Application sur le projet

6.1 Signalisation verticale

Signalisation d'interdiction ou de restriction



- Le panneau A8 est utilisé pour marquer une interdiction de rouler d'un sens de circulation, on trouve ce genre de panneau au rentré des routes.
- Le panneau A9 indique l'interdiction de stationner sauf pour les cas d'urgence



- Les panneaux A6 et A7 sont utilisés à la rentrée et la sortie des bretelles pour indiquer une interdiction de tourner à droite ou à la gauche au niveau des sorties des bretelles



- La vitesse au niveau de l'autoroute est limitée à 110 km/h
- La vitesse au niveau des bretelles de l'échangeur est limitée à 50km/h



- Le panneau 1 est pour l'indication d'un tunnel.
- Le panneau 2 est pour le giratoire.

Panneaux de direction

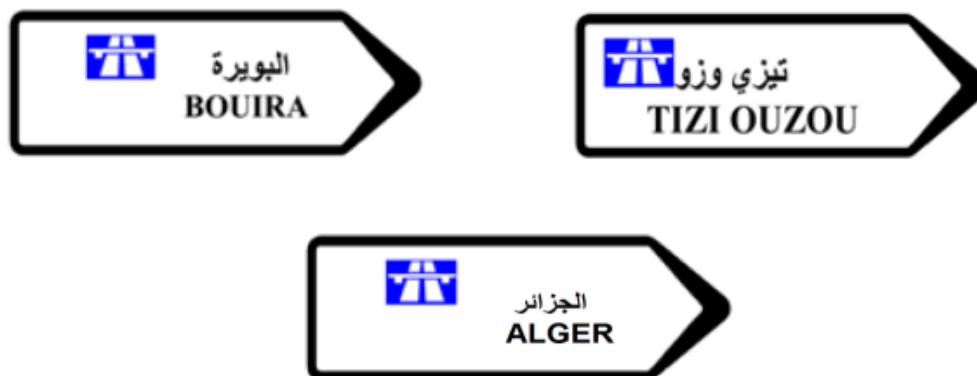


Figure 32 : signalisation de direction

Signalisation d'indication

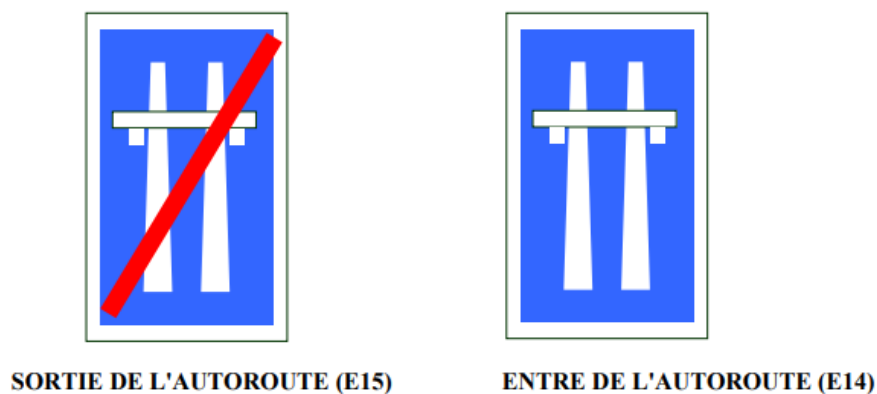


Figure 33 : signalisation d'indication

- Le panneau (E15) est utilisé au rentré de la bretelle.

- Le panneau (E14) est utilisé à la sortie de la bretelle

Panneaux de pré signalisation

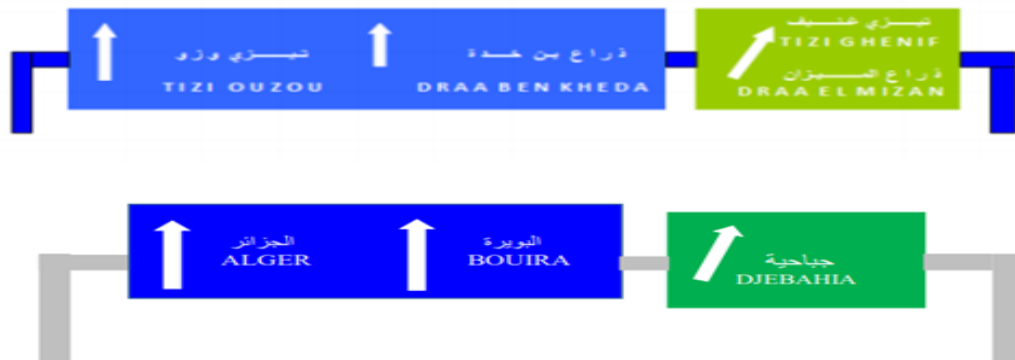


Figure 34 : panneaux de pré-signalisation

6.2 Signalisation horizontale

Le marquage du tracé

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 7.5 cm et 5 cm pour les bretelles et les voies d'accès

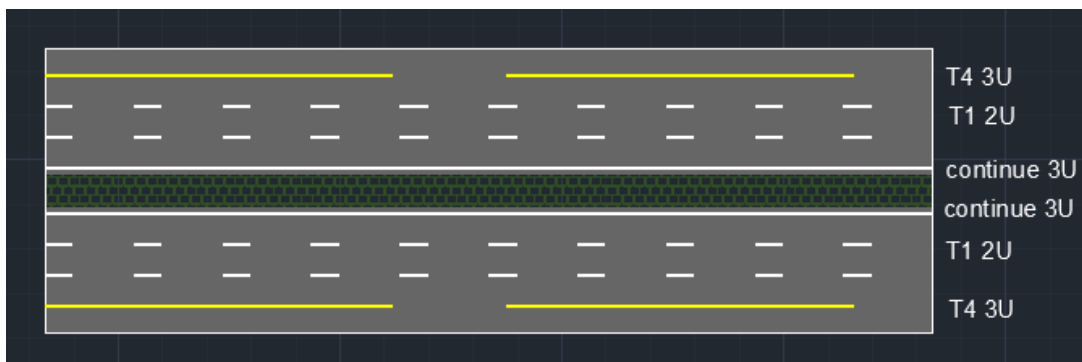


Figure 35 : les lignes de délimitation de voies dans le tracé



Figure 36 : les lignes transversales

Voies d'insertion, de décélération :

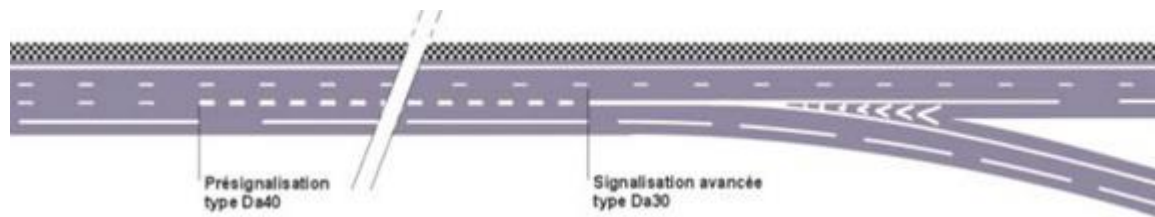


Figure 37: avec affectation de voies

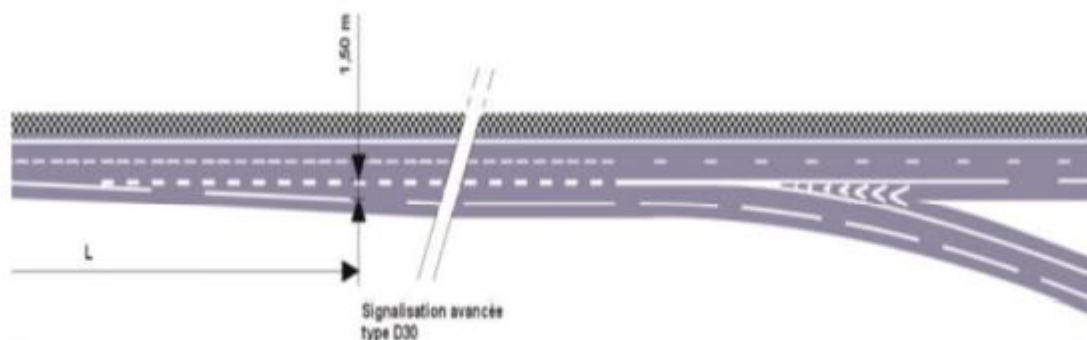


Figure 38 : sans affectation de voies

Voies d'insertion, d'accélération

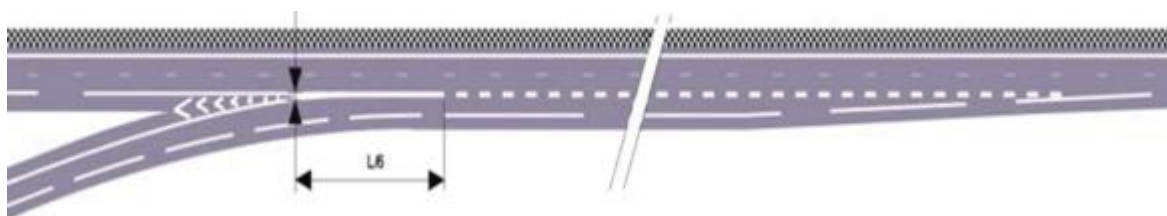


Figure 39 : même nombre de voies

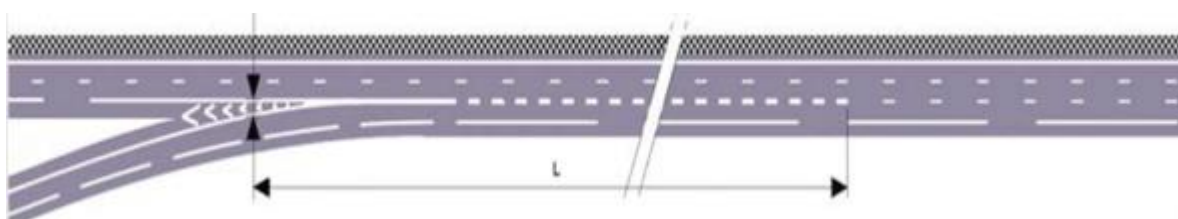


Figure 40 : nombre de voies inférieures

Autres marquages :

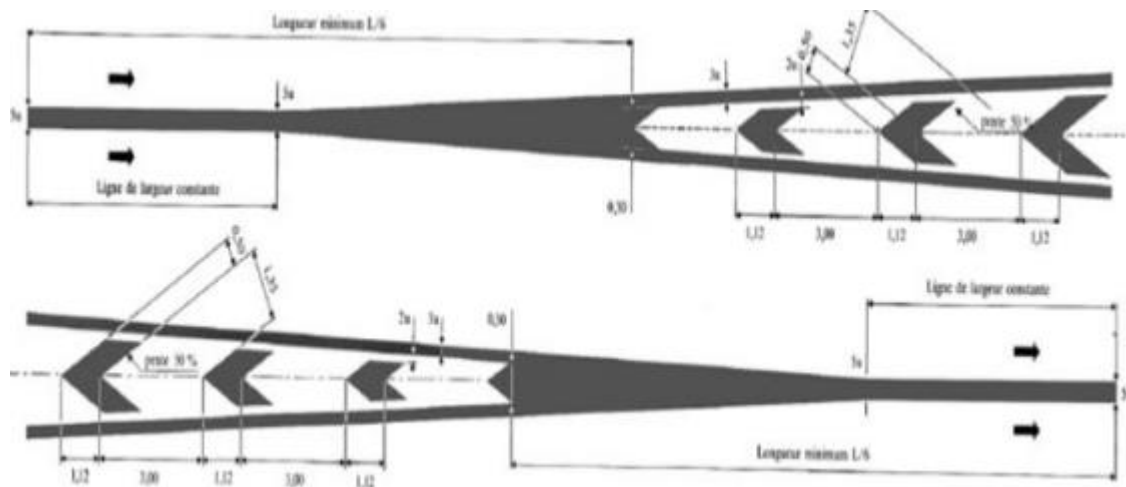


Figure 41 ; schéma de marquage avec hachure

Les flèches :

- Flèches de sélection

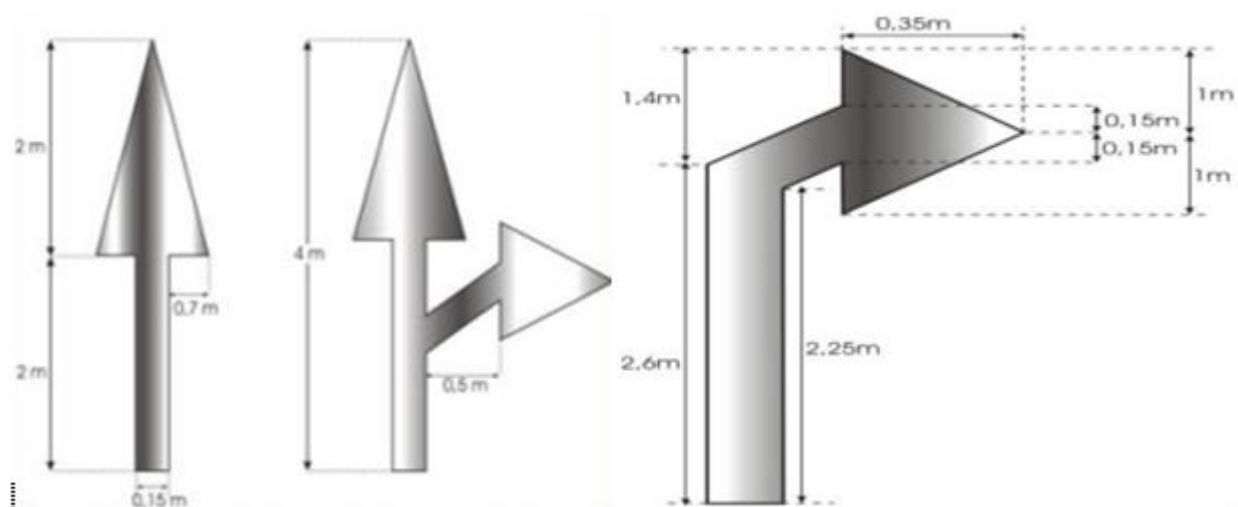


Figure 42 : flèches de sélection

➤ Flèches de rabattement

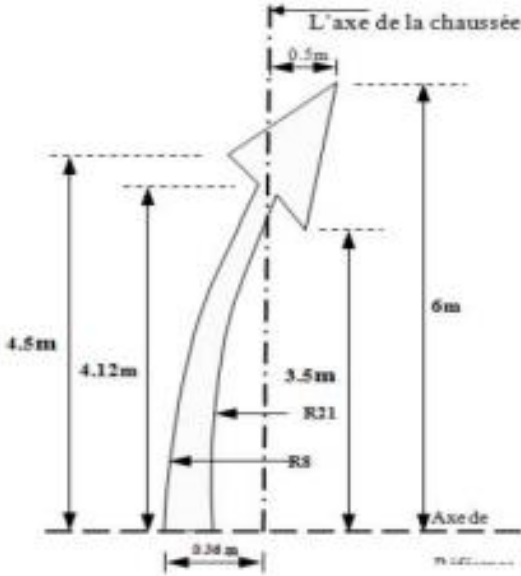


Figure 43 : flèches de rabattement

Eclairage

1-Introduction

L'éclairage public est un élément essentiel qui intervient à la fin des travaux pour assurer le confort des usagers et garantir la sécurité des biens et des déplacements notamment à grande vitesse.

2-Catégorie d'éclairage

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Catégorie A : Éclairage général d'une route ou une autoroute.
- Catégorie B : Éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).
- Catégorie C : Éclairage des voies de cercle.
- Catégorie D : Éclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

3-Paramètre de l'implantation des lumières

- L'espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

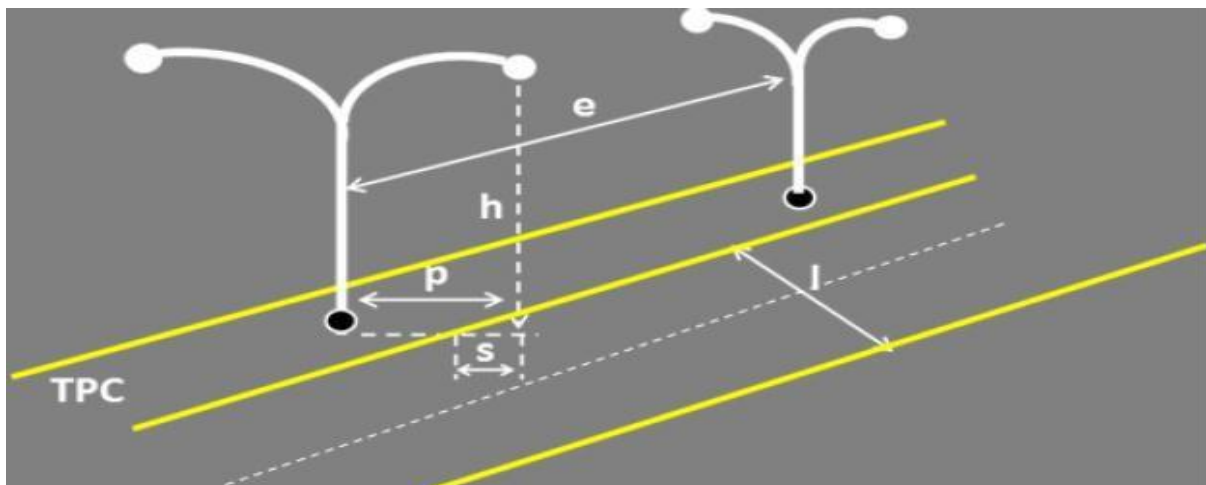


Figure 44 :parametres de l'implantation des luminaires

4-Application sur le projet

Pour l'éclairage de la pénétrante autoroutière des lampadaires sont implantés au milieu de l'autoroute espacée de 20 m l'un par rapport à l'autre

1-Introduction

Les échangeurs d'autoroutes sont des aménagements routiers qui se trouvent au niveau d'intersection entre réseau routier de type différent, ils permettent de basculer soit d'une route ordinaire ou une voie rapide à une autoroute soit d'une autoroute à une autre tout en conservant un trafic fluide et sans embouteillage avec des bonnes conditions de confort et de sécurité.

Notre projet consiste à faire l'étude de l'échangeur de Boufharma, on doit connaître les différents types d'échangeurs et leurs conditions d'implantation afin de concevoir l'échangeur le plus adéquat

2-Le rôle d'un échangeur

L'échangeur a pour rôle d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et leur mouvement de circulation et raccorder toutes les routes qui se croisent, il permet un écoulement libre et en sécurité de grand débit de circulation, son utilisation permet non seulement de fluidifier le trafic des automobilistes circulant le long des autoroutes mais aussi de sécuriser les mouvements des usagers et éviter les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents.

Avantages d'un échangeur :

- Eviter les points de conflits qui peuvent être la cause des graves accidents
- Assurer pour les usagers un déplacement dans des bonnes conditions de confort et de sécurité
- Eviter les points d'arrêt qui provoquent des pertes de temps considérable

Inconvénient d'un échangeur :

- L'inconvénient majeur entraîne un investissement financier volumineux.
- L'échangeur prend beaucoup de place, ce qui constitue un inconvénient pour l'environnement.
- La conception d'un échangeur est plus complexe qu'un simple carrefour ou un rond-point.

3-Les différents Type d'échangeur

La conception d'un échangeur est influencée par plusieurs facteurs comme la vitesse, la composition du trafic, le degré de maîtrise d'accès et la classification des routes qui se croisent.

On trouve plusieurs types d'échangeur : les échangeurs qui relient les autoroutes, les échangeurs qui relient les autoroutes et autres routes, les échangeurs qui relient les routes autre que les autoroutes et les échangeurs qui croisent une artère et une route locale.

Les types de base d'un échangeur ne sont pas nombreux mais on trouve différentes formes désignées suivant l'aspect cout et conditions du site, nous avons déterminé deux classes d'échangeur :

6.1 Echangeur majeur

Raccordement autoroute-autoroute, on distingue deux types :

6.1.1 Trèfle complet :

Est un échangeur massif demande une très grande emprise destinée à éviter les croisements de flux de circulation, est un échangeur à quatre voies, il assure tous les sens de circulation sans cisaillement et il permet aux usagers de changer de direction entre deux routes bidirectionnelles et pouvoir changer de sens ou d'autoroute.

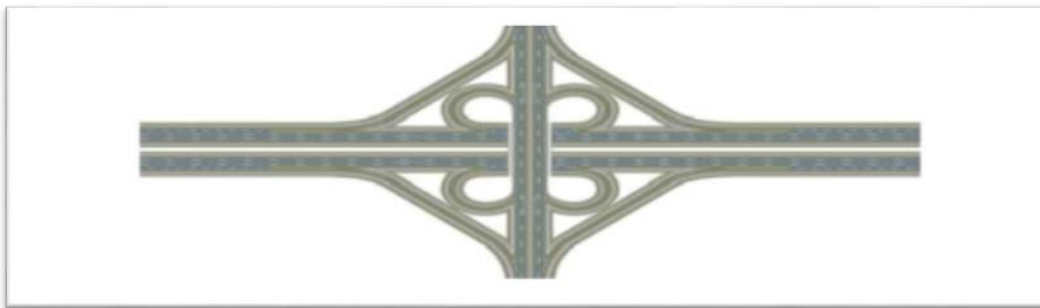


Figure 45 : échangeur trèfle complet

6.1.2 Bifurcation :

Pour les raccordements à trois branches : la boucle qui présente le trafic à dévier se détache par la droite de l'axe principal pour rejoindre l'axe à emprunter. Ce type comporte un ouvrage biais.



Figure 46 : échangeur bifurcation

6.2 Echangeur mineur

Raccordement autoroute-route, on distingue :

6.2.1 Le losange :

Il est composé de quatre diagonal unidirectionnel et un carrefour à niveau sur la voie secondaire.

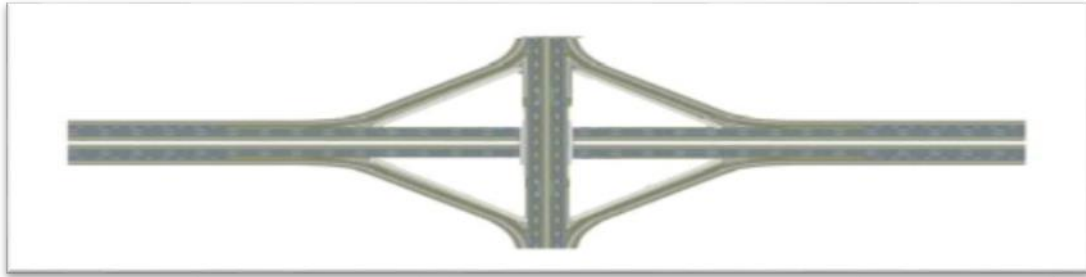


Figure 47 : échangeur losange

6.2.2 Echangeur de type demi trèfle :

Comporte deux boucles et deux diagonales et un carrefour à niveau sur la route secondaire, on distingue deux types :

- Demi-trèfle symétrique.
- Demi-trèfle asymétrique « quadrant opposé »



Figure 48 : échangeur demi trèfle

6.2.3 L'échangeur en trompette :

Simple ou en Y, est un échangeur à trois voies utilisé lorsqu'une autoroute se termine pour permettre aux usagers de changer de direction.

Ce type comporte un ouvrage bai qui fournit une exilant liaison avec les caractéristiques autoroutières continue.

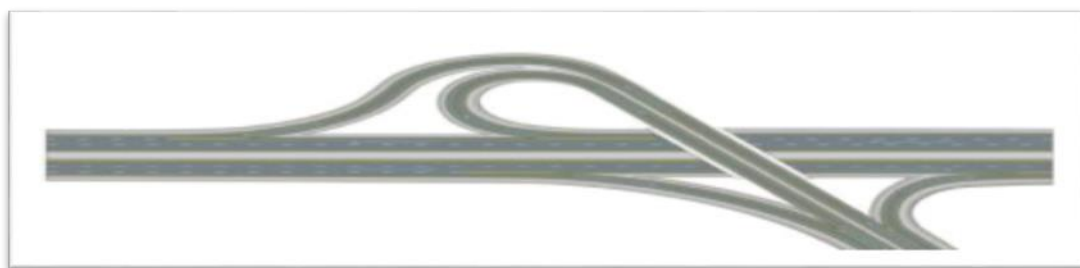


Figure 49 : échangeur en trompette

4-Caractéristiques géométriques des échangeurs

Un échangeur autoroutier compte au minimum un pont permettant à une autoroute d'enjamber l'autre et un système de bretelles.

Chaque échangeur est constitué de trois éléments :

4.1 Pont

L'échangeur est un carrefour dénivelé implique impérativement une dénivellation de courant qui est assurée par un passage supérieur « pont », son nombre est en relation avec :

- Le type d'échangeur choisit
- La condition de coordination profil en long-tracé en plan
- Les contraintes du terrain d'implantation
- Les instructions et réglementation de conception

4.2 Carrefour plan

On trouve les carrefours plans sur les raccordements autoroute-route ordinaire.

4.3 Bretelles

Sont des chassées qui relie deux routes sur des niveaux différents ou deux routes parallèles et par laquelle les véhicules peuvent entrer sur une chaussée déterminer ou la quitter.

5- Caractéristiques géométriques des bretelles :

Pour les diffuseurs, généralement, les bretelles sont à 1 voie (d'après l'ICTAAL 2000).

5.1 Tracé en plan d'une bretelle :

5.1.1 Valeurs limites des rayons

	Rayon minimal au devers normal (Rdn)	Rayon minimal déversé à 7 % (Rm)
Branche à deux voies circulaire à 110km/h	650m	400m
Branche/bretelle à deux voies ou une voie circulaire à 90 km/h	370m	240m
Branche/bretelle à une voie circulaire à 70 km/h	300m	125m
Bretelle à une voie circulaire à 70 km/h ou moins	300m	40m (avec 100 m minimum pour le premier rencontré hors sortie en boucle)

Tableau 40: valeurs limites des rayons

5.1.2 Enchaînement des éléments du tracé en plan :

- Une boucle comporte un arc circulaire unique encadré par des arcs de clothoïdes.
- Deux courbes successives de sens contraire doivent satisfaire à la condition : $R1 \leq 2R2$, où R1 et R2 notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrées dans le sens de circulation sauf si $R1 > 1.5Rdn$ et si $R1 > R2$.
- Deux courbes successives de même sens doivent être séparées par un alignement droit de longueur correspondant à 3s à la vitesse autorisée hors clothoïdes.

5.1.3 Raccordement Progressif

Pour les bretelles à une voie ou les branches, une courbe circulaire de rayon inférieur ou égal à $1.5R_{nd}$ (450m) est encadrée par deux arcs de Clothoïde dont la longueur est égale à la plus grande des deux valeurs : $6R^{0.4}$ et $7(\Delta d)$; où R note le rayon de courbure (en m), et Δd la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordé.

Toutefois si cette condition est trop contraignante, on pourra limiter son application aux courbes de rayon inférieur ou égal à R_{nd} (300m).

Il s'agit de longueurs minimales, mais il n'est pas recommandé de recourir à des valeurs supérieures qui peuvent rendre l'appréciation de la courbure finale plus difficile pour l'utilisateur.

Pour les courbes à droite, c'est toujours $6R^{0.4}$ qui est la plus grande sauf pour les rayons compris entre 40m et 65m.

Pour les courbes à gauche, pour les rayons compris entre 40m et 170 m, c'est $7(\Delta d)$ et au-delà c'est $6R^{0.4}$ qui est la plus grande.

5.1.4 Zones de décélération et d'accélération

Le raccordement d'une bretelle et de l'autoroute est réalisé en entrée par une voie d'insertion, et en sortie par une voie de décélération.

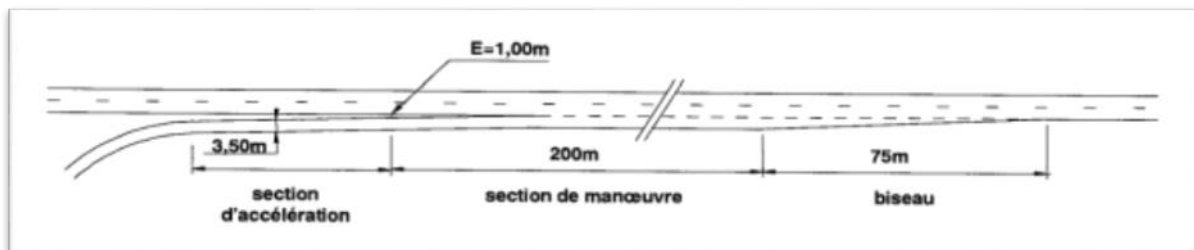


Figure 50 : dispositif d'entrée

Le dispositif de sortie comporte successivement :

- Une section de manœuvre qui est un biseau contigu à l'autoroute, longue de 150 m jusqu'à l'endroit où le musoir de divergence atteint une largeur de 1 m ;
- Une section de décélération, dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle à la fin de la section de manœuvre, à la vitesse associée au rayon de la première courbe rencontrée, avec une décélération en palier de $1,5 \text{ m/s}^2$

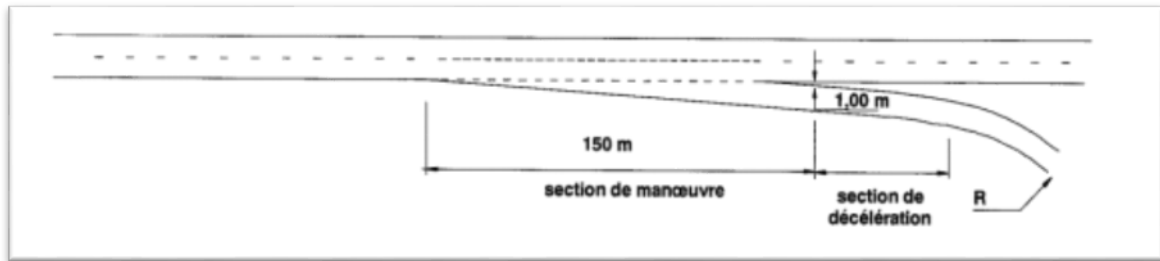


Figure 51 : dispositif de sortie

Longueurs de décélération/d'accélération en palier L0 en fonction du rayon de la première/dernière courbe de la bretelle.

La longueur d'une zone de décélération ou d'accélération en pente est donnée par la formule : $Ld/a = L0 / (1-10.p)$

Où p : est la déclivité en valeur algébrique

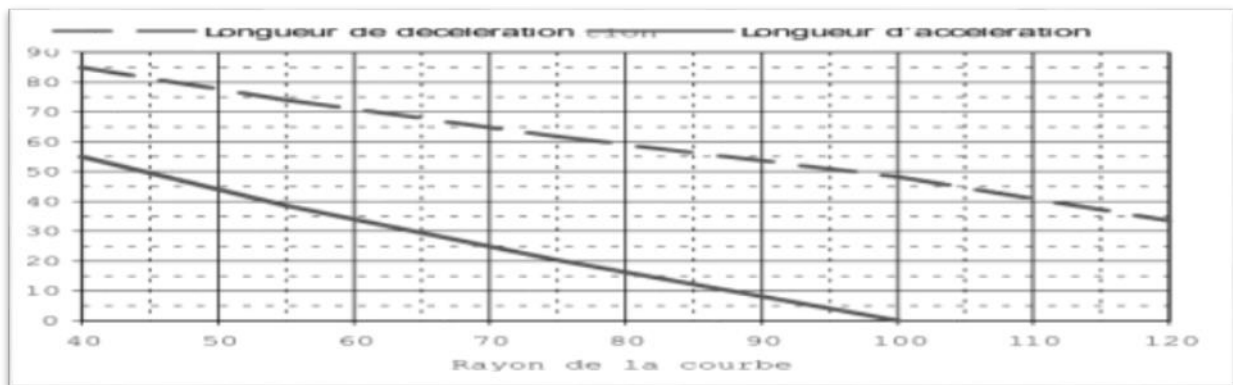


Figure 52 : dispositif de sortie L₀ en fonction du rayon de la première/dernière courbe de la bretelle

5.2 Profil en long d'une bretelle

Les valeurs limites des paramètres du profil en long sont les suivantes :

Déclivité maximale	6%
Rayon minimal en angle saillant	1500m
Rayon minimal en angle rentrant	800m

Tableau 41 : valeurs limites

5.3 Profil en travers d'une bretelle

La chaussée est bordée de part et d'autre par une bande dérasée de même structure, et par une berme qui peut être intégrée au dispositif d'assainissement.

Chaussée	Unidirectionnelle	3.5m
	Bidirectionnelle	7.0m
B.D.D		2.0m
B.D.G		0.50m
Berme		1m

Tableau 42 : largeurs des composantes du profil en travers

Les éléments de la plate-forme de largeur roulable égale 6 m, avec une pente transversale de 5%. La valeur de la sur largeur par voie est donnée par la formule : $S (m) = 50/R (m)$ dans les courbes de rayon R inférieur à 100 mètres. (Réf- L'ICTAAL).

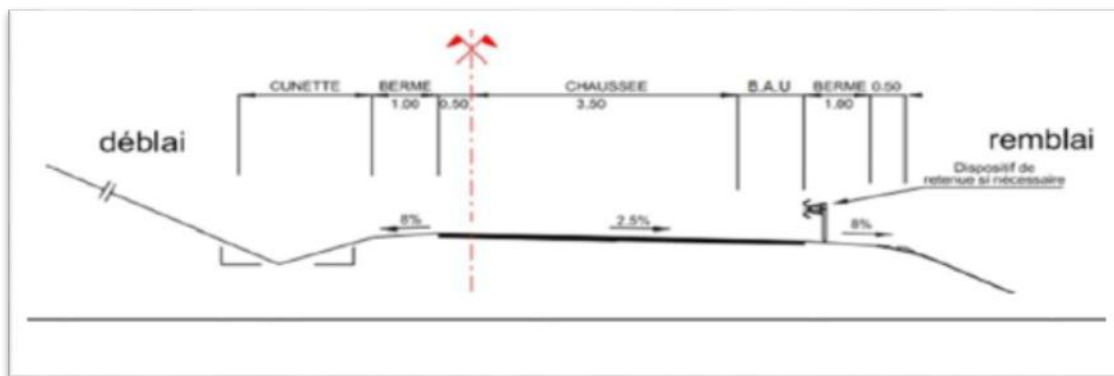


Figure 53 : coupe de profil en travers de la bretelle

➤ Voies auxiliaires et dispositifs d'accès :

Les biseaux de sortie, la section de manœuvre d'insertion et les voies d'entrecroisement comportent une BDD de 1.00 m. La largeur des voies est de 3.50m.

6-Conception des échangeurs

Plusieurs enquêtes sont effectuées avant la réalisation d'un échangeur pour connaître ses impacts sur le trafic existant, sur les riverains et sur l'économie de la région et le pays en général, et après plusieurs propositions on retiendra celle qui sera le plus accord avec ce que le maître d'ouvrage souhaite et qui concorde le plus avec la géographie de la région avec moins d'impact sur l'environnement.

Le principal objectif d'un échangeur est de servir aux intérêts des usagers, donc lors de sa conception on tient compte des paramètres suivants :

- La sécurité
- La classification des routes qui se croisent

- L'utilisation du sol
- La vitesse de base
- Le débit et la composition du trafic
- Le relief
- Les besoins d'emprise et de terrain
- L'environnement
- Les aspects économiques

Avant la conception de l'échangeur faut commencer par le choix des caractéristiques principales : type de la route qui détermine l'instruction à appliquer. la catégorie de la route qui conditionne les caractéristiques géométriques du trafic et le nombre de voies.

Les étapes de la conception

Etape 1 : détermination du tracé, elle se fait à partir de :

- Présentation du site d'implantation
- Type de route et nombre de branches à raccorder
- Distribution du trafic avec les différents sens de parcours
- Vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur les bretelles

Etape 2 : configuration de tracé à adopter pour assurer un haut niveau de sécurité et de service en respectant les différentes normes qui se résume :

- Tracé respectant les valeurs limitées de conception « valeur de rayon et d'alignement »
- Longueur des voies « insertion, décélération » réglementaire

Etape 3 : analyse

Cette étape valide le choix sous la base que le futur échangeur doit assurer les meilleures conditions de visibilité, de confort et de sécurité.

Les conditions à respecté

- Eviter les sites en courbe de faible rayon
- Eviter les sites de point haut en profil en long
- Eviter de passer au voisinage ou sur des habitations et édifices publics
- Eviter les sections à fortes déclivités
- Les terrassements importants
- Eviter le passage sur les terrains agricoles

7-Application sur le projet

Etape 1 : détermination du tracé à partir de :

Présentation du site d'implantation :

Le terrain qui reçoit l'échangeur est un terrain_vallonné.

Types de routes à raccorder :

Notre échangeur doit assurer un raccordement entre la pénétrante de TiziOuzou (2x3 voies) et la route nationale RN68 au niveau de Boufhima, la pénétrante connaît un grand trafic et la route est de faible trafic, donc on va baser sur l'état du terrain ainsi que l'étude du trafic.

Pour relier ces deux axes routiers nous avons préconisé pour des raisons évoquées ci-dessous un échangeur de type losange :

- Le terrain d'implantation de ce type d'échangeur ne s'impose pas de beaucoup des contraintes dans le tracé adapté,
- La surface occupée par cet échangeur est compatible avec le terrain existant.

Etude de trafic :

➤ **Pour la pénétrante**

L'estimation du trafic pour la pénétrante en 2025 (l'année de mise en service) est égale à 7604 v/j /sens (voir chapitre III Etude du trafic).

Nombre de voies= 2x3 (déterminé dans le chapitre 3) Chapitre

➤ **Pour la RN68**

C'est une route nationale bidirectionnelle de 1x2 voies de 3.5 m chacune avec une vitesse de référence de 60 Km/h.

➤ **Pour les bretelles et les boucles**

On estime un TJMA de 20 % de celui de la pénétrante, donc il est de 1520.8 v/j.

$TJMA_{2025} = 1520.8v/j$.

$TJMA_{2045} = (1520.8) \times (1+0,04)^{20} = 3332.26v/j$

$T_{eff}(2045) = 3332.26 \times [(1 - 0.35) + 8 \times 0.35] = 11496.297 \text{ uvp/h}$.

$Q(2045) = 0.12 \times 11496.297 = 1379.555 \text{ uvp/h}$

$Q_{adm} = 0,95 \times 0.95 \times 1800 = 1624.5 \text{ uvp/h}$

$N = (2 / 3) \times (1379.55 / 1624.5) = 0.56 \approx 1$.

NB : Pour toutes bretelles et boucles, on aura le même profil en travers c'est-à-dire « une seule voie ».

➤ Distribution du trafic

- Le croisement est de (8) branches.
- L'échangeur distribue le trafic dans quatre (4) directions

Vitesse sur les bretelles :

La vitesse de référence des véhicules d'une section de l'autoroute est la vitesse qui permet de définir les caractéristiques minimales d'aménagement de ses points particuliers. Le respect des conditions liées à cette vitesse minimale permet de garantir l'homogénéité des caractéristiques d'une section de route, la sécurité et le confort de la conduite :

- La vitesse sur la pénétrante est 110Km/h.
- La vitesse sur la RN 68 est 60 Km/h.
- La vitesse sur l'échangeur est 40 à 60 Km/h.

Etape 2 : Configuration du tracé à adopter :

Tracé

Valeur limite sur la bretelle pour une vitesse = 60 Km/h.

Voie de décélération : pour R= 150 m

Longueur de la voie de décélération est de : 120m sur la pénétrante

Etape 3 : analyse

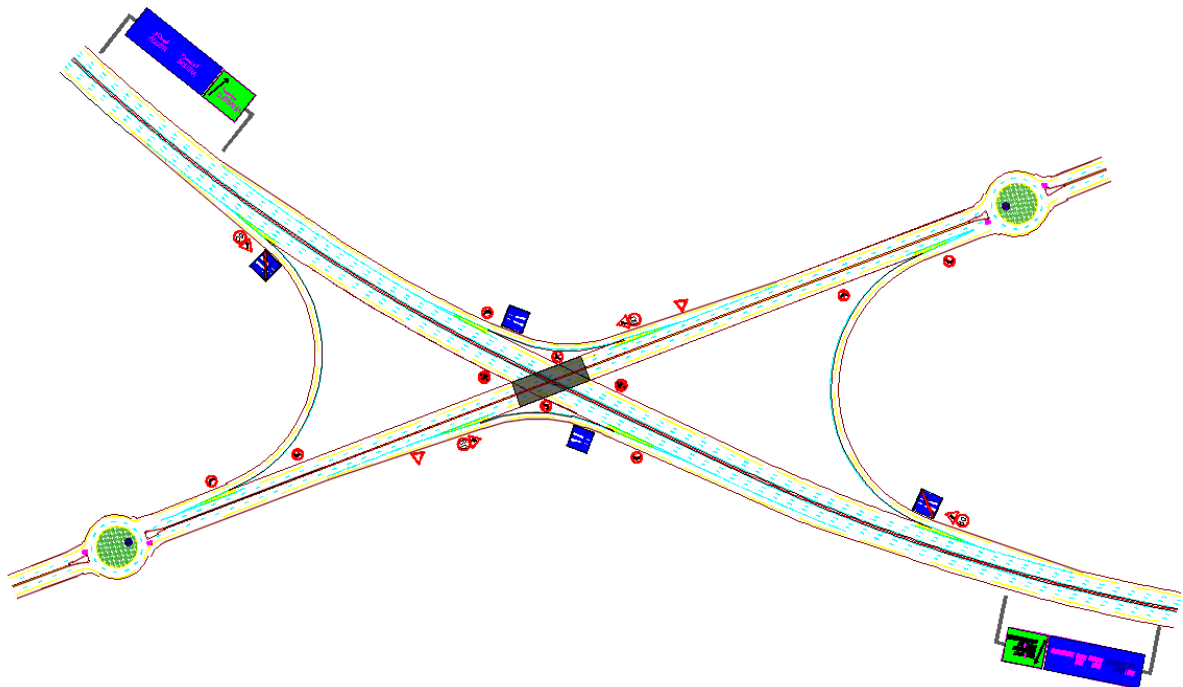


Figure 54 : Tracé en plan de l'échangeur

1-Introduction

L'environnement c'est l'ensemble des éléments naturels et artificiels au sein duquel se déroule la vie humaine avec des enjeux écologiques actuels, elle traite la combinaison de ces éléments et les éléments socio-économiques qui constituent le cadre et les conditions de vie d'un individu ou d'une population, au sens large, ce domaine rassemblera toute les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces animales et végétales.

L'étude d'environnement est une étude scientifique et technique multidisciplinaire, qui permet d'analyser et d'évaluer les effets et les mesures par rapport à chacune des composantes environnementales d'un projet.

Le terme environnement est à prendre dans le domaine des études préalables routières, car les routes ont des impacts sur l'environnement à cause des véhicules qui les empruntent, les déchets routiers et la construction et l'entretien des routes qui absorbe des grandes quantités de la production annuelle de granulats.

2-Cadre juridique

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie se fait conformément au décret n°90-78 du 27 février 1935, stipulant qu'une telle étude doit comprendre :

- Une analyse détaillée du projet ;
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement ;
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement ;
- Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants.

3-Objectif de l'étude d'impact sur l'environnement

L'objectif de l'étude d'impact sur l'environnement est d'identifier et évaluer les effets directs et indirects à long, moyen et court terme d'un projet et proposer les mesures efficaces pour limiter les inconvénients de chacun de tracé routier de l'autoroute.

Elle pour objectif :

- Préserver les conditions de vie des générations futures
- Réduire et compenser les conséquences dommageables du projet.
- Proposer des mesures visant à optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.
- Assurer l'intégration des contraintes et des opportunités inhérentes au milieu dans la démarche de conception de la nouvelle infrastructure

4-Identification des impacts d'un projet routier sur l'environnement

Bien que la réalisation de la nouvelle pénétrante de Tizi-Ouzou emmènera à la wilaya un développement sur le plan sécuritaire, touristique et développe la croissance économique de toutes les régions traversées par le projet, elle a aussi des effets négatifs sur le milieu physique, naturel et humain.

4.1 Impact sur le milieu physique

4.1.1 Impacte sur la qualité d'eau

La réalisation d'un projet routier peut provoquer la pollution et la perturbation des eaux souterraines et superficielle pendant la phase d'exécution et exploitation

Phase de chantier :

- La pollution des eaux de surface et souterraine est provoqué par les hydrocarbures des engins et par le rejet des eaux de chantier.
- Le remblaiement et les travaux de terrassement modifient le régime d'écoulement des eaux de surface et souterraine
- L'abaissement du niveau des nappes phréatiques ainsi qu'une modification du régime d'écoulement des eaux souterraine à cause de rabattement des nappes de pompage

Phase d'exploitation

- Les eaux de ruissellement se chargent d'apports provenant des gaz d'échappement, de l'usure des chaussées et des pièces des véhicules.

4.1.2 Impact sur l'atmosphère

La nouvelle infrastructure augmentera la pollution de l'air dans les zones traversées due essentiellement aux différents polluants des engins de chantier et des émissions de poussière ainsi que le trafic routier qui libère des quantités importantes de polluant atmosphérique.

4.2 Impact sur le milieu naturel :

4.2.1 Impacte sur la faune

Pour protéger la faune des risques de collision, amollir la rupture biologique et diminuer la mortalité animale occasionnée par les infrastructures de la route, faut prendre compte l'impact de la conception de tracé de la route sur la faune quand il y a lieux de présence des animaux sauvages et domestiques sur les abords de cette route

4.2.2 Impacte sur la flore

La mise en place d'une infrastructure routière s'accompagne également avec une modification de la terre qui entoure l'infrastructure, une diminution de couvert végétale et les terrassements du sol qui conduit à un déséquilibre dans l'aération des racines ainsi leurs développements,

Donc une connaissance locale de la végétation est obligatoire pour orienter le choix des espèces à planté sur les talus.

Chapitre 13 : Echangeur

4.3 Impacte sur le paysage sur le paysage

Le réseau routier a un impact sérieux sur le paysage même s'il est minimal, il provoque une défiguration du paysage existant et une transformation et du milieu naturel d'une part et la construction des nouveaux éléments sur le paysage (talus, chaussée, ouvrage, signalisation...) d'autre part.

4.4 Impact sur le cadre humain

4.4.1 La destruction

Les projets d'aménagement routier nécessitent parfois la destruction de certaines habitations et le déplacement de la population située sur l'emprise du projet et au périmètre d'accueil d'un lieu à un autre et leur réinstallation, ce qui peut provoquer un bouleversement sur le plan économique par la modification de système de production, une modification culturelle et un changement dans l'exploitation des ressources naturelles.

4.4.2 Nuisance sonores et vibrations

Les perturbations dues au bruit dépendent essentiellement du type de trafic, de son intensité, la topographie et les propriétés du revêtement routier, ce bruit a des conséquences sur la santé humaine des habitats qui s'habite au voisinage d'une construction routière et il se manifeste de plusieurs façons :

- Perte de sommeil
- La fatigue
- Baisse de l'acuité auditive

4.43 Nuisance lumineuses et visuelles

L'éclairage artificiel peut perturber la tranquillité des personnes qui habite au voisinage de la route et les phares peuvent attirer les insectes.

5-Les mesures prise pour minimiser les impacts négatifs

Pour réparer ou atténuer la conséquence dommageable d'un projet sur l'environnement faut toujours définir d'une manière détaillée les mesures qui seront pris, dans ce tableau on résume les mesures les plus courantes :

L'impact s sur :	Mesures
Eaux superficielles	- Etanchéité du fossé
Eaux souterraines	- Etanchéité de la plate-forme - Construction des bassins de traitement des eaux de chaussées
L'air	- Eviter les opérations de chargement et de déchargement de matériaux par vent fort - Arrosage des pistes, notamment par vent fort et temps sec pour limiter les envols de poussière
La faune et la flore	- Planification du chantier en tenant compte du cycle biologique des espèces animales plus fragiles

	<ul style="list-style-type: none">- Limitation de la surface d'occupation- La végétation des talus- Eviter les incendies des forêts
Paysage	<ul style="list-style-type: none">- Plantation des abords et aménagement esthétique
La destruction	<ul style="list-style-type: none">- Eviter le passage par les propriétés privées
Le bruit	<ul style="list-style-type: none">- Localisation du chantier loin des habitations et interdire le travail de nuit et jours fériés dans la phase d'exécution- Réduction de la vitesse- Construction des buttes de terre et des murs antibruit- Isolation des bâtiments

6-Conclusion :

L'objectif essentiel à atteindre est d'intégrer la pénétrante dans l'environnement avec le minimum d'impacts négatifs c'est-à-dire le minimum de bruit, de pollution, de destruction et un minimal de nuisance économique et écologique.

Devis estimatif et quantitatif :

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Prix total (DA)
1	Logistique du chantier				
1.1	Installation et repliement du chantier	Forfait	/	3%	608981161.2
Total partiel 1					608981161.2
2	Terrassement				
2.1	Décapage de terre végétale	m ²	2242	100	224200
2.2	Quantité de remblais	m ³	335308	600	201184800
2.3	Déblais excédentaire en terrain meuble mis en dépôt	m ³	4190062	450	1885527900
Total partiel 2					2086936900
3	Chaussée				
3.1	Couche de forme 60 cm en TUF	m ³	121189	1000	121189000
3.2	Couche de fondation et couche de base en grave bitume (GB)	T	40988	6500	266422000
3.3	Couche de roulement en béton bitumineux (BB) compris la couche d'accrochage	T	36312.2	7000	254185400
3.4	Matériaux sélectionnés pour TPC	m ³	9567	850	8131950
Total partiel 3					649928350
4	Ouvrage d'art				
4.1	Viaducs + passages	m ²	51625	350000	18068750000
4.2	Tunnel	ml	1060	1200000	1272000000
Total partiel 4					19340750000
5	Ouvrage d'art courant et assainissement				
5.1	Ouvrage d'art courant et assainissement	forfait	/	10%	2029937204
Total partiel 5					2029937204
6	Echangeur				
6.1	Echangeur losange				100000000
Total partiel 6					100000000
7	Signalisation				
7.1	Signalisation et équipement routier	Forfait	/	5%	1014968602
Total partiel 7					1014968602
8	Environnement et paysage				
8.1	Impact sur l'environnement	Forfait	/	1%	202993720.4
Total partiel 8					202993720.4
9	Contrôle				
9.1	Bureau d'étude et laboratoire	Forfait	/	2%	405987440.8
Total partiel 9					405987440.8
Total brute					26440483380
T.V.A 19%					5023691842
Total général TTC					31464175220
Trente et un milliard quatre cent soixante-quatre million cent soixante-quinze mille deux cent vingt DA					

Conclusion générale

Le projet de la conception de la pénétrante de Tizi Ouzou vient de donner un nouveau souffle à l'économie de la wilaya et participe au développement durable du pays.

Donc dans notre projet de fin d'étude, on a basé sur une étude complète d'un tronçon de 10 Km de cette infrastructure, entre PK33+000 et PK43+000 présente les données suivantes :

- Trafic de l'année 2021 = 6500 v/j/2 sens
- L'année de mise en service = 2025
- Pourcentage de poids lourd = 35 %
- Taux d'accroissement du trafic = 4 %
- La vitesse de référence = 110 km/h
- La durée de vie = 20 ans
- Catégorie = L2
- Environnement = E3

Cette étude est divisée en deux parties, lot route et lot échangeur.

Dans la première partie on a abordé la conception géométrique (tracé en plan, profil en long et le profil en travers) afin de donner un tracé plus en mois optimiser, en effet le choix de couloire a été examiné en respectant tous les critères économiques et techniques.

Ensuite, on a passé à une étude géotechnique qui a été établis suivant des données géotechniques transmises, ou on a essayé d'interpréter les résultats des essais faites sur les sondages prisent de chantier soit in situ soit au niveau de laboratoire.

En exploitant toutes ces données et le règlement « ICTAAL » on a abouti aux caractéristiques suivantes :

- Chaussé de 2 × 3
- Accotement de 4m
- Un terre-plein de 3m

Et aussi tirer la structure de corps de chaussée convenable pour supporter le trafic et le poids lourd le long de sa durée de vie et cela par la méthode de « catalogue de dimensionnement des chaussées neuves » qui nous a donné la structure suivante :

- | | |
|-----------------------|--------------|
| • Couche de roulement | 08 cm en BB |
| • Couche de base | 12 cm en GB |
| • Couche de fondation | 13 cm en GB |
| • Couche de forme | 60 cm en TUF |

Et en fin pour assurer une efficacité d'évacuation des eaux le long de tracé, un système d'aménagement a été réalisé.

La 2^{ème} partie est consacré à l'étude d'un échangeur de type mineur (losange).

Pour notre étude on a appliqué rigoureusement toutes les normes et recommandation liées au domaine routier pour faire face aux contraintes rencontrées sur le terrain.

Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle en complémentaire avec les théories et les technique acquise durant notre cycle de formation à l'école nationale supérieure des travaux publiques.

Bibliographie :

- ❖ ICTAAL 2000 : instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.
- ❖ ICTAAL 2000 : guide échangeur
- ❖ Route de route ENSTP
- ❖ Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTTP »
- ❖ Cours hydraulique ENSTP 4^{ème} année
- ❖ Cours de tunnel ENSTP 5^{ème} année
- ❖ Le rapport géotechnique donné par l'ANA
- ❖ Thèse de fin étude précédentes « ENSTP »
- ❖ Le manuel de projet des routes
- ❖ Site internet :
 - Ornikar.com
 - [Wikipédia](https://fr.wikipedia.org/)
 - www.setra.com

Annexe

Axe En Plan

Axe : Axe

Table courante : ICTAAL L2

Nom	Elts Caractéristiques		Points de Contacts		
	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 209.67gr	492.694	0.000	572642.054	4045937.912
Arc 1	Rayon 1500.000 m Centre X 574050.240 m Centre Y 4045223.937 m	466.886	492.694	572567.508	4045450.890
Droite 2	Gisement 189.85gr	158.688	959.580	572569.249	4044985.889
Arc 2	Rayon 1500.000 m Centre X 574075.423 m Centre Y 4045067.260 m	426.849	1118.268	572594.433	4044829.212
Droite 3	Gisement 171.74gr	169.775	1545.117	572720.822	4044423.011
Arc 3	Rayon -800.000 m Centre X 572071.287 m Centre Y 4043926.093 m	381.678	1714.893	572793.741	4044269.692
Droite 4	Gisement 202.11gr	169.230	2096.570	572870.847	4043899.571
Arc 4	Rayon 800.000 m Centre X 573664.797 m Centre Y 4043703.911 m	398.733	2265.801	572865.237	4043730.433
Droite 5	Gisement 170.38gr	84.584	2664.533	572949.832	4043344.989
Clothoïde 1	Paramètre -230.651	133.000	2749.117	572987.781	4043269.396
Arc 5	Rayon -400.000 m Centre X 572658.461 m Centre Y 4043029.732 m	344.354	2882.117	573040.713	4043147.561
Clothoïde 2	Paramètre 230.651	133.000	3226.471	572996.963	4042816.622
Droite 6	Gisement 246.35gr	39.110	3359.471	572914.190	4042712.727
Clothoïde 3	Paramètre -230.651	133.000	3398.582	572888.163	4042683.534
Arc 6	Rayon -400.000 m Centre X 572544.008 m Centre Y 4042901.357 m	332.323	3531.582	572794.409	4042589.429
Clothoïde 4	Paramètre 230.651	133.000	3863.905	572482.497	4042506.115
Droite 7	Gisement 320.41gr	56.787	3996.905	572354.306	4042540.936
Arc 7	Rayon 1000.000 m Centre X 571985.240 m Centre Y 4041609.800 m	371.692	4053.691	572300.413	4042558.834
Droite 8	Gisement 296.75gr	170.996	4425.383	571934.209	4042608.497
Clothoïde 5	Paramètre 223.875	100.240	4596.379	571763.436	4042599.771
Arc 8	Rayon 500.000 m Centre X 571738.956 m Centre Y 4042097.030 m	421.455	4696.619	571663.598	4042591.318
Clothoïde 6	Paramètre -223.875	100.240	5118.074	571319.794	4042369.615
Droite 9	Gisement 230.33gr	150.491	5218.314	571270.901	4042282.159
Arc 9	Rayon -2000.000 m Centre X 569424.549 m Centre Y 4043065.506 m	455.583	5368.805	571201.895	4042148.422
Droite 10	Gisement 244.83gr	270.437	5824.388	570948.880	4041770.741
Arc 10	Rayon -2000.000 m Centre X 569249.473 m Centre Y 4042859.388 m	365.270	6094.825	570773.804	4041564.623
Droite 11	Gisement 256.45gr	220.089	6460.095	570513.295	4041309.306
Clothoïde 7	Paramètre -230.651	133.000	6680.183	570342.717	4041170.230

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Arc 11	Rayon Centre X Centre Y	-400.000 m 570037.297 m 4041439.689 m	262.224	6813.183	570235.273 4041092.119
Clothoïde 8	Paramètre	230.651	133.000	7075.408	569982.353 4041043.481
Droite 12	Gisement	319.36gr	64.438	7208.408	569853.601 4041076.170
Arc 12	Rayon Centre X Centre Y	2000.000 m 569193.355 m 4039187.195 m	334.012	7272.846	569792.119 4041095.462
Droite 13	Gisement	308.72gr	128.008	7606.858	569466.575 4041168.445
Clothoïde 9	Paramètre	223.875	100.240	7734.866	569339.768 4041185.932
Arc 13	Rayon Centre X Centre Y	500.000 m 569221.715 m 4040696.635 m	176.585	7835.106	569240.110 4041196.297
Clothoïde 10	Paramètre	-223.875	100.240	8011.691	569066.155 4041171.820
Droite 14	Gisement	273.48gr	109.644	8111.931	568973.226 4041134.358
Clothoïde 11	Paramètre	223.875	100.240	8221.575	568872.960 4041089.989
Arc 14	Rayon Centre X Centre Y	500.000 m 569029.814 m 4040611.716 m	178.841	8321.815	568782.741 4041046.406
Clothoïde 12	Paramètre	-223.875	100.240	8500.657	568646.191 4040932.393
Droite 15	Gisement	237.94gr	113.294	8600.897	568587.208 4040851.399
Arc 15	Rayon Centre X Centre Y	-700.000 m 567944.306 m 4041150.588 m	339.775	8714.191	568523.609 4040757.640
Droite 16	Gisement	268.85gr	123.448	9053.966	568273.362 4040532.751
Arc 16	Rayon Centre X Centre Y	1000.000 m 568634.484 m 4039592.097 m	287.268	9177.414	568164.404 4040474.721
Droite 17	Gisement	250.56gr	265.921	9464.682	567933.591 4040305.363
				9730.604	567743.918 4040118.980
Longueur totale de l'axe 9730.604 mètre(s)					

Profil En Long Projet

Axe : Axe

Table courante : ICTAAL L2

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 3.75 %	708.345	0.000	354.984
Parabole 1	Rayon 20000.000 m	449.868	708.345	381.579
	Sommet Absc. -42.564 m			
	Sommet Alt. 367.482 m			
Pente 2	Pente 6.00 %	1915.340	1158.212	403.529
Parabole 2	Rayon -8000.000 m	619.241	3073.553	518.523
	Sommet Absc. 3553.863 m			
	Sommet Alt. 532.942 m			
Pente 3	Pente -1.74 %	1831.274	3692.794	531.736
Parabole 3	Rayon -30000.000 m	233.204	5524.068	499.933
	Sommet Absc. 5003.078 m			
	Sommet Alt. 504.457 m			
Pente 4	Pente -2.51 %	690.532	5757.273	494.977
Parabole 4	Rayon -10000.000 m	348.996	6447.804	477.617
	Sommet Absc. 6196.406 m			
	Sommet Alt. 480.777 m			
Pente 5	Pente -6.00 %	1624.944	6796.800	462.753
Parabole 5	Rayon 10000.000 m	650.220	8421.744	365.193
	Sommet Absc. 9022.139 m			
	Sommet Alt. 347.169 m			
Pente 6	Pente 0.50 %	658.639	9071.965	347.293
			9730.604	350.575
Longueur totale de l'axe 9730.604 mètre(s)				
Longueur développée totale de l'axe 9739.568 mètre(s)				

Profils En Travers

Axe : Axe

Table courante : ICTAAL L2

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
P01	0.000	Droite 1	Pente 1	354.984	354.984	309.67	572642.054	4045937.912	2.50	-2.50	3.75
P02	20.000	Droite 1	Pente 1	353.457	355.734	309.67	572639.028	4045918.142	2.50	-2.50	3.75
P03	40.000	Droite 1	Pente 1	352.535	356.485	309.67	572636.002	4045898.372	2.50	-2.50	3.75
P04	60.000	Droite 1	Pente 1	350.301	357.236	309.67	572632.976	4045878.602	2.50	-2.50	3.75
P05	80.000	Droite 1	Pente 1	347.711	357.987	309.67	572629.950	4045858.833	2.50	-2.50	3.75
P06	100.000	Droite 1	Pente 1	345.115	358.738	309.67	572626.924	4045839.063	2.50	-2.50	3.75
P07	120.000	Droite 1	Pente 1	342.519	359.489	309.67	572623.898	4045819.293	2.50	-2.50	3.75
P08	140.000	Droite 1	Pente 1	342.301	360.240	309.67	572620.872	4045799.523	2.50	-2.50	3.75
P09	160.000	Droite 1	Pente 1	342.429	360.991	309.67	572617.846	4045779.754	2.50	-2.50	3.75
P10	180.000	Droite 1	Pente 1	342.557	361.742	309.67	572614.820	4045759.984	2.50	-2.50	3.75
P11	200.000	Droite 1	Pente 1	344.032	362.493	309.67	572611.794	4045740.214	2.50	-2.50	3.75
P12	220.000	Droite 1	Pente 1	346.004	363.244	309.67	572608.767	4045720.444	2.50	-2.50	3.75
P13	240.000	Droite 1	Pente 1	346.756	363.994	309.67	572605.741	4045700.675	2.50	-2.50	3.75
P14	260.000	Droite 1	Pente 1	347.578	364.745	309.67	572602.715	4045680.905	2.50	-2.50	3.75
P15	280.000	Droite 1	Pente 1	348.239	365.496	309.67	572599.689	4045661.135	2.50	-2.50	3.75
P16	300.000	Droite 1	Pente 1	348.403	366.247	309.67	572596.663	4045641.365	2.50	-2.50	3.75
P17	320.000	Droite 1	Pente 1	348.139	366.998	309.67	572593.637	4045621.596	2.50	-2.50	3.75
P18	340.000	Droite 1	Pente 1	348.001	367.749	309.67	572590.611	4045601.826	2.50	-2.50	3.75
P19	360.000	Droite 1	Pente 1	347.646	368.500	309.67	572587.585	4045582.056	2.50	-2.50	3.75
P20	380.000	Droite 1	Pente 1	347.176	369.251	309.67	572584.559	4045562.286	2.50	-2.50	3.75
P21	400.000	Droite 1	Pente 1	346.601	370.002	309.67	572581.533	4045542.517	2.50	-2.50	3.75
P22	420.000	Droite 1	Pente 1	345.914	370.753	309.67	572578.507	4045522.747	2.50	-2.50	3.75
P23	440.000	Droite 1	Pente 1	345.312	371.504	309.67	572575.481	4045502.977	2.50	-2.50	3.75
P24	460.000	Droite 1	Pente 1	346.051	372.254	309.67	572572.455	4045483.207	2.50	-2.50	3.75
P25	480.000	Droite 1	Pente 1	346.623	373.005	309.67	572569.429	4045463.438	2.50	-2.50	3.75
P26	492.694	Arc 1	Pente 1	347.327	373.482	309.67	572567.508	4045450.890	2.50	-2.50	3.75
P27	500.000	Arc 1	Pente 1	347.271	373.756	309.36	572566.421	4045443.665	2.50	-2.50	3.75
P28	520.000	Arc 1	Pente 1	347.319	374.507	308.51	572563.623	4045423.862	2.50	-2.50	3.75
P29	540.000	Arc 1	Pente 1	347.224	375.258	307.66	572561.089	4045404.023	2.50	-2.50	3.75
P30	560.000	Arc 1	Pente 1	347.009	376.009	306.81	572558.821	4045384.153	2.50	-2.50	3.75
P31	580.000	Arc 1	Pente 1	347.067	376.760	305.96	572556.817	4045364.253	2.50	-2.50	3.75
P32	600.000	Arc 1	Pente 1	348.569	377.511	305.12	572555.079	4045344.329	2.50	-2.50	3.75
P33	620.000	Arc 1	Pente 1	346.869	378.262	304.27	572553.607	4045324.384	2.50	-2.50	3.75
P34	640.000	Arc 1	Pente 1	348.309	379.013	303.42	572552.400	4045304.420	2.50	-2.50	3.75
P35	660.000	Arc 1	Pente 1	350.955	379.764	302.57	572551.460	4045284.442	2.50	-2.50	3.75
P36	680.000	Arc 1	Pente 1	354.526	380.514	301.72	572550.787	4045264.454	2.50	-2.50	3.75
P37	700.000	Arc 1	Pente 1	358.140	381.265	300.87	572550.380	4045244.458	2.50	-2.50	3.75
P38	720.000	Arc 1	Parabole 1	361.817	382.020	300.02	572550.240	4045224.459	2.50	-2.50	3.81
P39	740.000	Arc 1	Parabole 1	366.644	382.792	299.17	572550.366	4045204.459	2.50	-2.50	3.91
P40	760.000	Arc 1	Parabole 1	370.405	383.585	298.32	572550.759	4045184.463	2.50	-2.50	4.01
P41	780.000	Arc 1	Parabole 1	376.496	384.397	297.48	572551.419	4045164.474	2.50	-2.50	4.11
P42	800.000	Arc 1	Parabole 1	377.419	385.230	296.63	572552.345	4045144.496	2.50	-2.50	4.21
P43	820.000	Arc 1	Parabole 1	377.415	386.083	295.78	572553.537	4045124.532	2.50	-2.50	4.31
P44	840.000	Arc 1	Parabole 1	383.755	386.955	294.93	572554.995	4045104.585	2.50	-2.50	4.41
P45	860.000	Arc 1	Parabole 1	386.422	387.848	294.08	572556.720	4045084.660	2.50	-2.50	4.51
P46	880.000	Arc 1	Parabole 1	388.661	388.760	293.23	572558.709	4045064.759	2.50	-2.50	4.61
P47	900.000	Arc 1	Parabole 1	390.747	389.693	292.38	572560.964	4045044.887	2.50	-2.50	4.71
P48	920.000	Arc 1	Parabole 1	393.230	390.645	291.53	572563.484	4045025.046	2.50	-2.50	4.81
P49	940.000	Arc 1	Parabole 1	396.447	391.618	290.69	572566.268	4045005.241	2.50	-2.50	4.91
P50	959.580	Arc 1	Parabole 1	398.973	392.589	289.85	572569.249	4044985.889	2.50	-2.50	5.01

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
P51	960.000	Droite 2	Parabole 1	399.021	392.610	289.85	572569.316	4044985.475	2.50	-2.50	5.01
P52	980.000	Droite 2	Parabole 1	401.293	393.623	289.85	572572.490	4044965.728	2.50	-2.50	5.11
P53	1000.000	Droite 2	Parabole 1	402.805	394.656	289.85	572575.664	4044945.982	2.50	-2.50	5.21
P54	1020.000	Droite 2	Parabole 1	404.079	395.708	289.85	572578.838	4044926.235	2.50	-2.50	5.31
P55	1040.000	Droite 2	Parabole 1	406.612	396.781	289.85	572582.011	4044906.489	2.50	-2.50	5.41
P56	1060.000	Droite 2	Parabole 1	409.678	397.873	289.85	572585.185	4044886.742	2.50	-2.50	5.51
P57	1080.000	Droite 2	Parabole 1	414.080	398.986	289.85	572588.359	4044866.996	2.50	-2.50	5.61
P58	1100.000	Droite 2	Parabole 1	417.528	400.118	289.85	572591.533	4044847.249	2.50	-2.50	5.71
P59	1118.268	Arc 2	Parabole 1	420.217	401.170	289.85	572594.433	4044829.212	2.50	-2.50	5.80
P60	1120.000	Arc 2	Parabole 1	420.509	401.271	289.78	572594.708	4044827.503	2.50	-2.50	5.81
P61	1140.000	Arc 2	Parabole 1	423.671	402.444	288.93	572598.037	4044807.782	2.50	-2.50	5.91
P62	1160.000	Arc 2	Pente 2	425.682	403.636	288.08	572601.628	4044788.107	2.50	-2.50	6.00
P63	1180.000	Arc 2	Pente 2	427.573	404.837	287.23	572605.481	4044768.482	2.50	-2.50	6.00
P64	1200.000	Arc 2	Pente 2	428.971	406.038	286.39	572609.595	4044748.909	2.50	-2.50	6.00
P65	1220.000	Arc 2	Pente 2	429.192	407.238	285.54	572613.970	4044729.394	2.50	-2.50	6.00
P66	1240.000	Arc 2	Pente 2	428.994	408.439	284.69	572618.604	4044709.939	2.50	-2.50	6.00
P67	1260.000	Arc 2	Pente 2	429.162	409.640	283.84	572623.498	4044690.547	2.50	-2.50	6.00
P68	1280.000	Arc 2	Pente 2	430.423	410.841	282.99	572628.650	4044671.222	2.50	-2.50	6.00
P69	1300.000	Arc 2	Pente 2	431.541	412.041	282.14	572634.059	4044651.967	2.50	-2.50	6.00
P70	1320.000	Arc 2	Pente 2	432.720	413.242	281.29	572639.724	4044632.786	2.50	-2.50	6.00
P71	1340.000	Arc 2	Pente 2	433.522	414.443	280.44	572645.644	4044613.683	2.50	-2.50	6.00
P72	1360.000	Arc 2	Pente 2	434.360	415.644	279.59	572651.819	4044594.660	2.50	-2.50	6.00
P73	1380.000	Arc 2	Pente 2	433.487	416.845	278.75	572658.246	4044575.721	2.50	-2.50	6.00
P74	1400.000	Arc 2	Pente 2	433.762	418.045	277.90	572664.926	4044556.870	2.50	-2.50	6.00
P75	1420.000	Arc 2	Pente 2	434.461	419.246	277.05	572671.856	4044538.109	2.50	-2.50	6.00
P76	1440.000	Arc 2	Pente 2	436.787	420.447	276.20	572679.036	4044519.443	2.50	-2.50	6.00
P77	1460.000	Arc 2	Pente 2	438.619	421.648	275.35	572686.465	4044500.873	2.50	-2.50	6.00
P78	1480.000	Arc 2	Pente 2	441.061	422.848	274.50	572694.140	4044482.405	2.50	-2.50	6.00
P79	1500.000	Arc 2	Pente 2	443.733	424.049	273.65	572702.060	4044464.040	2.50	-2.50	6.00
P80	1520.000	Arc 2	Pente 2	444.753	425.250	272.80	572710.225	4044445.783	2.50	-2.50	6.00
P81	1540.000	Arc 2	Pente 2	444.895	426.451	271.96	572718.632	4044427.636	2.50	-2.50	6.00
P82	1545.117	Arc 2	Pente 2	445.452	426.758	271.74	572720.822	4044423.011	2.50	-2.50	6.00
P83	1560.000	Droite 3	Pente 2	447.184	427.652	271.74	572727.215	4044409.571	2.50	-2.50	6.00
P84	1580.000	Droite 3	Pente 2	449.817	428.852	271.74	572735.805	4044391.510	2.50	-2.50	6.00
P85	1600.000	Droite 3	Pente 2	450.817	430.053	271.74	572744.395	4044373.448	2.50	-2.50	6.00
P86	1620.000	Droite 3	Pente 2	450.355	431.254	271.74	572752.985	4044355.387	2.50	-2.50	6.00
P87	1640.000	Droite 3	Pente 2	449.607	432.455	271.74	572761.574	4044337.325	2.50	-2.50	6.00
P88	1660.000	Droite 3	Pente 2	448.608	433.655	271.74	572770.164	4044319.264	2.50	-2.50	6.00
P89	1680.000	Droite 3	Pente 2	449.689	434.856	271.74	572778.754	4044301.203	2.50	-2.50	6.00
P90	1700.000	Droite 3	Pente 2	449.452	436.057	271.74	572787.344	4044283.141	2.50	-2.50	6.00
P91	1714.893	Arc 3	Pente 2	448.818	436.951	271.74	572793.741	4044269.692	2.50	-2.50	6.00
P92	1720.000	Arc 3	Pente 2	448.571	437.258	272.14	572795.920	4044265.073	2.50	-2.50	6.00
P93	1740.000	Arc 3	Pente 2	448.720	438.459	273.74	572804.167	4044246.853	2.50	-2.50	6.00
P94	1760.000	Arc 3	Pente 2	449.732	439.659	275.33	572811.956	4044228.433	2.50	-2.50	6.00
P95	1780.000	Arc 3	Pente 2	449.728	440.860	276.92	572819.282	4044209.824	2.50	-2.50	6.00
P96	1800.000	Arc 3	Pente 2	447.604	442.061	278.51	572826.141	4044191.037	2.50	-2.50	6.00
P97	1820.000	Arc 3	Pente 2	445.318	443.262	280.10	572832.528	4044172.085	2.50	-2.50	6.00
P98	1840.000	Arc 3	Pente 2	442.701	444.462	281.69	572838.439	4044152.979	2.50	-2.50	6.00
P99	1860.000	Arc 3	Pente 2	439.306	445.663	283.29	572843.871	4044133.731	2.50	-2.50	6.00
P100	1880.000	Arc 3	Pente 2	439.659	446.864	284.88	572848.820	4044114.354	2.50	-2.50	6.00
P101	1900.000	Arc 3	Pente 2	440.065	448.065	286.47	572853.283	4044094.859	2.50	-2.50	6.00
P102	1920.000	Arc 3	Pente 2	444.036	449.266	288.06	572857.258	4044075.258	2.50	-2.50	6.00
P103	1940.000	Arc 3	Pente 2	447.162	450.466	289.65	572860.741	4044055.564	2.50	-2.50	6.00
P104	1960.000	Arc 3	Pente 2	450.930	451.667	291.24	572863.731	4044035.790	2.50	-2.50	6.00
P105	1980.000	Arc 3	Pente 2	454.420	452.868	292.83	572866.225	4044015.946	2.50	-2.50	6.00
P106	2000.000	Arc 3	Pente 2	457.876	454.069	294.43	572868.223	4043996.047	2.50	-2.50	6.00
P107	2020.000	Arc 3	Pente 2	459.888	455.269	296.02	572869.722	4043976.104	2.50	-2.50	6.00
P108	2040.000	Arc 3	Pente 2	461.877	456.470	297.61	572870.723	4043956.129	2.50	-2.50	6.00
P109	2060.000	Arc 3	Pente 2	461.934	457.671	299.20	572871.224	4043936.136	2.50	-2.50	6.00
P110	2080.000	Arc 3	Pente 2	459.979	458.872	300.79	572871.225	4043916.136	2.50	-2.50	6.00
P111	2096.570	Arc 3	Pente 2	457.572	459.867	302.11	572870.847	4043899.571	2.50	-2.50	6.00

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
P112	2100.000	Droite 4	Pente 2	457.675	460.072	302.11	572870.734	4043896.143	2.50	-2.50	6.00
P113	2120.000	Droite 4	Pente 2	458.929	461.273	302.11	572870.071	4043876.154	2.50	-2.50	6.00
P114	2140.000	Droite 4	Pente 2	460.560	462.474	302.11	572869.408	4043856.165	2.50	-2.50	6.00
P115	2160.000	Droite 4	Pente 2	464.255	463.675	302.11	572868.744	4043836.176	2.50	-2.50	6.00
P116	2180.000	Droite 4	Pente 2	466.424	464.876	302.11	572868.081	4043816.187	2.50	-2.50	6.00
P117	2200.000	Droite 4	Pente 2	463.867	466.076	302.11	572867.418	4043796.198	2.50	-2.50	6.00
P118	2220.000	Droite 4	Pente 2	465.410	467.277	302.11	572866.755	4043776.209	2.50	-2.50	6.00
P119	2240.000	Droite 4	Pente 2	472.931	468.478	302.11	572866.092	4043756.220	2.50	-2.50	6.00
P120	2260.000	Droite 4	Pente 2	482.271	469.679	302.11	572865.429	4043736.231	2.50	-2.50	6.00
P121	2265.801	Arc 4	Pente 2	481.739	470.027	302.11	572865.237	4043730.433	2.50	-2.50	6.00
P122	2280.000	Arc 4	Pente 2	482.026	470.879	300.98	572864.892	4043716.238	2.50	-2.50	6.00
P123	2300.000	Arc 4	Pente 2	482.235	472.080	299.39	572864.834	4043696.239	2.50	-2.50	6.00
P124	2320.000	Arc 4	Pente 2	487.042	473.281	297.80	572865.276	4043676.244	2.50	-2.50	6.00
P125	2340.000	Arc 4	Pente 2	491.752	474.482	296.21	572866.217	4043656.267	2.50	-2.50	6.00
P126	2360.000	Arc 4	Pente 2	494.040	475.683	294.61	572867.658	4043636.320	2.50	-2.50	6.00
P127	2380.000	Arc 4	Pente 2	498.483	476.883	293.02	572869.596	4043616.414	2.50	-2.50	6.00
P128	2400.000	Arc 4	Pente 2	502.159	478.084	291.43	572872.032	4043596.564	2.50	-2.50	6.00
P129	2420.000	Arc 4	Pente 2	508.409	479.285	289.84	572874.963	4043576.780	2.50	-2.50	6.00
P130	2440.000	Arc 4	Pente 2	515.625	480.486	288.25	572878.388	4043557.076	2.50	-2.50	6.00
P131	2460.000	Arc 4	Pente 2	519.023	481.686	286.66	572882.304	4043537.464	2.50	-2.50	6.00
P132	2480.000	Arc 4	Pente 2	520.418	482.887	285.07	572886.709	4043517.956	2.50	-2.50	6.00
P133	2500.000	Arc 4	Pente 2	520.389	484.088	283.47	572891.601	4043498.564	2.50	-2.50	6.00
P134	2520.000	Arc 4	Pente 2	517.290	485.289	281.88	572896.976	4043479.300	2.50	-2.50	6.00
P135	2540.000	Arc 4	Pente 2	511.317	486.490	280.29	572902.830	4043460.176	2.50	-2.50	6.00
P136	2560.000	Arc 4	Pente 2	508.829	487.690	278.70	572909.161	4043441.205	2.50	-2.50	6.00
P137	2580.000	Arc 4	Pente 2	509.348	488.891	277.11	572915.964	4043422.399	2.50	-2.50	6.00
P138	2600.000	Arc 4	Pente 2	512.409	490.092	275.52	572923.235	4043403.768	2.50	-2.50	6.00
P139	2620.000	Arc 4	Pente 2	515.684	491.293	273.92	572930.970	4043385.324	2.50	-2.50	6.00
P140	2640.000	Arc 4	Pente 2	518.281	492.493	272.33	572939.163	4043367.080	2.50	-2.50	6.00
P141	2660.000	Arc 4	Pente 2	516.006	493.694	270.74	572947.810	4043349.046	2.50	-2.50	6.00
P142	2664.533	Arc 4	Pente 2	515.203	493.966	270.38	572949.832	4043344.989	2.50	-2.50	6.00
P143	2680.000	Droite 5	Pente 2	513.509	494.895	270.38	572956.771	4043331.167	2.50	-2.50	6.00
P144	2700.000	Droite 5	Pente 2	512.467	496.096	270.38	572965.744	4043313.292	2.50	-2.50	6.00
P145	2720.000	Droite 5	Pente 2	511.025	497.297	270.38	572974.717	4043295.418	2.50	-2.50	6.00
P146	2740.000	Droite 5	Pente 2	508.185	498.497	270.38	572983.690	4043277.544	2.50	-2.50	6.00
P147	2749.117	Clothoïde 1	Pente 2	505.543	499.045	270.38	572987.781	4043269.396	2.50	-2.50	6.00
P148	2760.000	Clothoïde 1	Pente 2	505.853	499.698	270.45	572992.660	4043259.668	1.72	-2.50	6.00
P149	2780.000	Clothoïde 1	Pente 2	502.231	500.899	270.95	573001.554	4043241.755	0.29	-2.50	6.00
P150	2800.000	Clothoïde 1	Pente 2	500.219	502.100	271.93	573010.239	4043223.739	-1.13	-2.50	6.00
P151	2820.000	Clothoïde 1	Pente 2	501.035	503.300	273.39	573018.579	4043205.561	-2.56	-2.56	6.00
P152	2840.000	Clothoïde 1	Pente 2	501.595	504.501	275.32	573026.430	4043187.168	-3.99	-3.99	6.00
P153	2860.000	Clothoïde 1	Pente 2	503.552	505.702	277.74	573033.649	4043168.517	-5.42	-5.42	6.00
P154	2880.000	Clothoïde 1	Pente 2	501.935	506.903	280.63	573040.084	4043149.583	-6.85	-6.85	6.00
P155	2882.117	Arc 5	Pente 2	502.517	507.030	280.96	573040.713	4043147.561	-7.00	-7.00	6.00
P156	2900.000	Arc 5	Pente 2	506.525	508.104	283.81	573045.597	4043130.360	-7.00	-7.00	6.00
P157	2920.000	Arc 5	Pente 2	506.805	509.304	286.99	573050.142	4043110.885	-7.00	-7.00	6.00
P158	2940.000	Arc 5	Pente 2	511.269	510.505	290.18	573053.709	4043091.208	-7.00	-7.00	6.00
P159	2960.000	Arc 5	Pente 2	515.820	511.706	293.36	573056.287	4043071.377	-7.00	-7.00	6.00
P160	2980.000	Arc 5	Pente 2	521.742	512.907	296.54	573057.872	4043051.442	-7.00	-7.00	6.00
P161	3000.000	Arc 5	Pente 2	528.246	514.107	299.73	573058.457	4043031.452	-7.00	-7.00	6.00
P162	3020.000	Arc 5	Pente 2	536.131	515.308	302.91	573058.043	4043011.459	-7.00	-7.00	6.00
P163	3040.000	Arc 5	Pente 2	545.330	516.509	306.09	573056.631	4042991.511	-7.00	-7.00	6.00
P164	3060.000	Arc 5	Pente 2	549.569	517.710	309.28	573054.223	4042971.658	-7.00	-7.00	6.00
P165	3080.000	Arc 5	Parabole 2	551.253	518.908	312.46	573050.826	4042951.951	-7.00	-7.00	5.92
P166	3100.000	Arc 5	Parabole 2	550.676	520.068	315.64	573046.448	4042932.438	-7.00	-7.00	5.67
P167	3120.000	Arc 5	Parabole 2	547.519	521.177	318.82	573041.100	4042913.169	-7.00	-7.00	5.42
P168	3140.000	Arc 5	Parabole 2	544.703	522.237	322.01	573034.797	4042894.190	-7.00	-7.00	5.17
P169	3160.000	Arc 5	Parabole 2	543.118	523.247	325.19	573027.552	4042875.551	-7.00	-7.00	4.92
P170	3180.000	Arc 5	Parabole 2	543.498	524.206	328.37	573019.385	4042857.297	-7.00	-7.00	4.67
P171	3200.000	Arc 5	Parabole 2	543.332	525.116	331.56	573010.316	4042839.473	-7.00	-7.00	4.42
P172	3220.000	Arc 5	Parabole 2	542.264	525.976	334.74	573000.367	4042822.126	-7.00	-7.00	4.17

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
P173	3226.471	Arc 5	Parabole 2	542.017	526.243	335.77	572996.963	4042816.622	-7.00	-7.00	4.09
P174	3240.000	Clothoïde 2	Parabole 2	541.146	526.785	337.81	572989.570	4042805.293	-6.03	-6.03	3.92
P175	3260.000	Clothoïde 2	Parabole 2	538.190	527.545	340.43	572978.029	4042788.961	-4.61	-4.61	3.67
P176	3280.000	Clothoïde 2	Parabole 2	529.906	528.254	342.58	572965.884	4042773.071	-3.18	-3.18	3.42
P177	3300.000	Clothoïde 2	Parabole 2	524.879	528.914	344.24	572953.271	4042757.551	-1.75	-2.50	3.17
P178	3320.000	Clothoïde 2	Parabole 2	520.543	529.524	345.42	572940.313	4042742.316	-0.32	-2.50	2.92
P179	3340.000	Clothoïde 2	Parabole 2	519.195	530.083	346.13	572927.131	4042727.276	1.11	-2.50	2.67
P180	3359.471	Clothoïde 2	Parabole 2	520.500	530.580	346.35	572914.190	4042712.727	2.50	-2.50	2.43
P181	3360.000	Droite 6	Parabole 2	520.611	530.593	346.35	572913.839	4042712.332	2.50	-2.50	2.42
P182	3380.000	Droite 6	Parabole 2	525.498	531.053	346.35	572900.529	4042697.404	2.50	-2.50	2.17
P183	3398.582	Clothoïde 3	Parabole 2	527.337	531.435	346.35	572888.163	4042683.534	2.50	-2.50	1.94
P184	3400.000	Clothoïde 3	Parabole 2	527.633	531.462	346.36	572887.220	4042682.475	2.40	-2.50	1.92
P185	3420.000	Clothoïde 3	Parabole 2	530.864	531.822	346.63	572873.887	4042667.567	0.97	-2.50	1.67
P186	3440.000	Clothoïde 3	Parabole 2	532.846	532.132	347.38	572860.435	4042652.767	-0.46	-2.50	1.42
P187	3460.000	Clothoïde 3	Parabole 2	533.692	532.391	348.61	572846.755	4042638.179	-1.89	-2.50	1.17
P188	3480.000	Clothoïde 3	Parabole 2	534.759	532.601	350.32	572832.741	4042623.910	-3.32	-3.32	0.92
P189	3500.000	Clothoïde 3	Parabole 2	536.239	532.761	352.51	572818.298	4042610.077	-4.74	-4.74	0.67
P190	3520.000	Clothoïde 3	Parabole 2	538.222	532.870	355.17	572803.338	4042596.805	-6.17	-6.17	0.42
P191	3531.582	Arc 6	Parabole 2	542.931	532.911	356.94	572794.409	4042589.429	-7.00	-7.00	0.28
P192	3540.000	Arc 6	Parabole 2	546.830	532.930	358.28	572787.789	4042584.229	-7.00	-7.00	0.17
P193	3560.000	Arc 6	Parabole 2	550.752	532.940	361.46	572771.635	4042572.441	-7.00	-7.00	-0.08
P194	3580.000	Arc 6	Parabole 2	555.190	532.899	364.64	572754.911	4042561.475	-7.00	-7.00	-0.33
P195	3600.000	Arc 6	Parabole 2	557.992	532.809	367.83	572737.661	4042551.359	-7.00	-7.00	-0.58
P196	3620.000	Arc 6	Parabole 2	560.293	532.669	371.01	572719.926	4042542.118	-7.00	-7.00	-0.83
P197	3640.000	Arc 6	Parabole 2	565.130	532.478	374.19	572701.752	4042533.775	-7.00	-7.00	-1.08
P198	3660.000	Arc 6	Parabole 2	568.602	532.238	377.38	572683.183	4042526.350	-7.00	-7.00	-1.33
P199	3680.000	Arc 6	Parabole 2	573.159	531.948	380.56	572664.267	4042519.863	-7.00	-7.00	-1.58
P200	3700.000	Arc 6	Pente 3	577.733	531.611	383.74	572645.050	4042514.329	-7.00	-7.00	-1.74
P201	3720.000	Arc 6	Pente 3	581.184	531.263	386.93	572625.580	4042509.763	-7.00	-7.00	-1.74
P202	3740.000	Arc 6	Pente 3	584.001	530.916	390.11	572605.907	4042506.175	-7.00	-7.00	-1.74
P203	3760.000	Arc 6	Pente 3	587.168	530.569	393.29	572586.079	4042503.576	-7.00	-7.00	-1.74
P204	3780.000	Arc 6	Pente 3	590.672	530.221	396.47	572566.145	4042501.970	-7.00	-7.00	-1.74
P205	3800.000	Arc 6	Pente 3	594.574	529.874	399.66	572546.157	4042501.363	-7.00	-7.00	-1.74
P206	3820.000	Arc 6	Pente 3	597.651	529.527	2.84	572526.162	4042501.755	-7.00	-7.00	-1.74
P207	3840.000	Arc 6	Pente 3	600.127	529.179	6.02	572506.213	4042503.147	-7.00	-7.00	-1.74
P208	3860.000	Arc 6	Pente 3	602.139	528.832	9.21	572486.358	4042505.533	-7.00	-7.00	-1.74
P209	3863.905	Arc 6	Pente 3	602.915	528.764	9.83	572482.497	4042506.115	-7.00	-7.00	-1.74
P210	3880.000	Clothoïde 4	Pente 3	606.423	528.485	12.24	572466.645	4042508.896	-5.85	-5.85	-1.74
P211	3900.000	Clothoïde 4	Pente 3	610.573	528.137	14.79	572447.098	4042513.122	-4.42	-4.42	-1.74
P212	3920.000	Clothoïde 4	Pente 3	613.505	527.790	16.87	572427.717	4042518.057	-2.99	-2.99	-1.74
P213	3940.000	Clothoïde 4	Pente 3	616.133	527.443	18.48	572408.487	4042523.551	-1.56	-2.50	-1.74
P214	3960.000	Clothoïde 4	Pente 3	618.392	527.095	19.60	572389.378	4042529.454	-0.14	-2.50	-1.74
P215	3980.000	Clothoïde 4	Pente 3	621.006	526.748	20.24	572370.353	4042535.623	1.29	-2.50	-1.74
P216	3996.905	Clothoïde 4	Pente 3	624.241	526.454	20.41	572354.306	4042540.936	2.50	-2.50	-1.74
P217	4000.000	Droite 7	Pente 3	625.060	526.401	20.41	572351.368	4042541.912	2.50	-2.50	-1.74
P218	4020.000	Droite 7	Pente 3	628.393	526.053	20.41	572332.387	4042548.215	2.50	-2.50	-1.74
P219	4040.000	Droite 7	Pente 3	628.404	525.706	20.41	572313.406	4042554.519	2.50	-2.50	-1.74
P220	4053.691	Arc 7	Pente 3	630.199	525.468	20.41	572300.413	4042558.834	2.50	-2.50	-1.74
P221	4060.000	Arc 7	Pente 3	631.550	525.359	20.01	572294.420	4042560.803	2.50	-2.50	-1.74
P222	4080.000	Arc 7	Pente 3	635.661	525.011	18.74	572275.339	4042566.796	2.50	-2.50	-1.74
P223	4100.000	Arc 7	Pente 3	637.403	524.664	17.46	572256.142	4042572.406	2.50	-2.50	-1.74
P224	4120.000	Arc 7	Pente 3	638.179	524.317	16.19	572236.837	4042577.632	2.50	-2.50	-1.74
P225	4140.000	Arc 7	Pente 3	638.107	523.969	14.92	572217.432	4042582.470	2.50	-2.50	-1.74
P226	4160.000	Arc 7	Pente 3	636.798	523.622	13.64	572197.933	4042586.919	2.50	-2.50	-1.74
P227	4180.000	Arc 7	Pente 3	634.290	523.275	12.37	572178.349	4042590.977	2.50	-2.50	-1.74
P228	4200.000	Arc 7	Pente 3	631.056	522.927	11.10	572158.689	4042594.643	2.50	-2.50	-1.74
P229	4220.000	Arc 7	Pente 3	627.530	522.580	9.82	572138.958	4042597.914	2.50	-2.50	-1.74
P230	4240.000	Arc 7	Pente 3	623.744	522.233	8.55	572119.167	4042600.791	2.50	-2.50	-1.74
P231	4260.000	Arc 7	Pente 3	617.453	521.885	7.28	572099.321	4042603.271	2.50	-2.50	-1.74
P232	4280.000	Arc 7	Pente 3	611.025	521.538	6.01	572079.430	4042605.354	2.50	-2.50	-1.74
P233	4300.000	Arc 7	Pente 3	606.267	521.191	4.73	572059.502	4042607.039	2.50	-2.50	-1.74

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
P234	4320.000	Arc 7	Pente 3	599.911	520.843	3.46	572039.543	4042608.324	2.50	-2.50	-1.74
P235	4340.000	Arc 7	Pente 3	592.696	520.496	2.19	572019.563	4042609.211	2.50	-2.50	-1.74
P236	4360.000	Arc 7	Pente 3	587.186	520.149	0.91	571999.570	4042609.697	2.50	-2.50	-1.74
P237	4380.000	Arc 7	Pente 3	581.416	519.801	399.64	571979.570	4042609.784	2.50	-2.50	-1.74
P238	4400.000	Arc 7	Pente 3	577.819	519.454	398.37	571959.573	4042609.470	2.50	-2.50	-1.74
P239	4420.000	Arc 7	Pente 3	574.216	519.107	397.09	571939.586	4042608.757	2.50	-2.50	-1.74
P240	4425.383	Arc 7	Pente 3	573.292	519.013	396.75	571934.209	4042608.497	2.50	-2.50	-1.74
P241	4440.000	Droite 8	Pente 3	569.456	518.759	396.75	571919.611	4042607.751	2.50	-2.50	-1.74
P242	4460.000	Droite 8	Pente 3	563.622	518.412	396.75	571899.637	4042606.730	2.50	-2.50	-1.74
P243	4480.000	Droite 8	Pente 3	558.229	518.065	396.75	571879.664	4042605.710	2.50	-2.50	-1.74
P244	4500.000	Droite 8	Pente 3	554.388	517.717	396.75	571859.690	4042604.689	2.50	-2.50	-1.74
P245	4520.000	Droite 8	Pente 3	550.452	517.370	396.75	571839.716	4042603.669	2.50	-2.50	-1.74
P246	4540.000	Droite 8	Pente 3	547.980	517.023	396.75	571819.742	4042602.648	2.50	-2.50	-1.74
P247	4560.000	Droite 8	Pente 3	544.102	516.675	396.75	571799.768	4042601.627	2.50	-2.50	-1.74
P248	4580.000	Droite 8	Pente 3	539.370	516.328	396.75	571779.794	4042600.607	2.50	-2.50	-1.74
P249	4596.379	Clothoïde 5	Pente 3	535.325	516.044	396.75	571763.436	4042599.771	2.50	-2.50	-1.74
P250	4600.000	Clothoïde 5	Pente 3	535.754	515.981	396.74	571759.820	4042599.586	2.50	-2.24	-1.74
P251	4620.000	Clothoïde 5	Pente 3	529.812	515.634	396.40	571739.848	4042598.522	2.50	-0.81	-1.74
P252	4640.000	Clothoïde 5	Pente 3	529.827	515.286	395.54	571719.888	4042597.269	2.50	0.62	-1.74
P253	4660.000	Clothoïde 5	Pente 3	527.315	514.939	394.18	571699.952	4042595.670	2.50	2.04	-1.74
P254	4680.000	Clothoïde 5	Pente 3	525.171	514.592	392.31	571680.064	4042593.565	3.47	3.47	-1.74
P255	4696.619	Arc 8	Pente 3	524.748	514.303	390.37	571663.598	4042591.318	4.66	4.66	-1.74
P256	4700.000	Arc 8	Pente 3	524.727	514.244	389.94	571660.257	4042590.797	4.66	4.66	-1.74
P257	4720.000	Arc 8	Pente 3	523.691	513.897	387.39	571640.575	4042587.255	4.66	4.66	-1.74
P258	4740.000	Arc 8	Pente 3	522.711	513.550	384.85	571621.050	4042582.929	4.66	4.66	-1.74
P259	4760.000	Arc 8	Pente 3	517.260	513.202	382.30	571601.713	4042577.825	4.66	4.66	-1.74
P260	4780.000	Arc 8	Pente 3	516.540	512.855	379.75	571582.596	4042571.953	4.66	4.66	-1.74
P261	4800.000	Arc 8	Pente 3	509.530	512.508	377.21	571563.730	4042565.320	4.66	4.66	-1.74
P262	4820.000	Arc 8	Pente 3	509.114	512.160	374.66	571545.143	4042557.938	4.66	4.66	-1.74
P263	4840.000	Arc 8	Pente 3	509.071	511.813	372.11	571526.867	4042549.819	4.66	4.66	-1.74
P264	4860.000	Arc 8	Pente 3	506.830	511.466	369.57	571508.930	4042540.976	4.66	4.66	-1.74
P265	4880.000	Arc 8	Pente 3	507.660	511.118	367.02	571491.361	4042531.422	4.66	4.66	-1.74
P266	4900.000	Arc 8	Pente 3	506.920	510.771	364.47	571474.188	4042521.173	4.66	4.66	-1.74
P267	4920.000	Arc 8	Pente 3	503.919	510.424	361.93	571457.438	4042510.246	4.66	4.66	-1.74
P268	4940.000	Arc 8	Pente 3	500.442	510.076	359.38	571441.139	4042498.658	4.66	4.66	-1.74
P269	4960.000	Arc 8	Pente 3	497.006	509.729	356.83	571425.317	4042486.427	4.66	4.66	-1.74
P270	4980.000	Arc 8	Pente 3	496.044	509.382	354.29	571409.996	4042473.573	4.66	4.66	-1.74
P271	5000.000	Arc 8	Pente 3	496.620	509.034	351.74	571395.201	4042460.117	4.66	4.66	-1.74
P272	5020.000	Arc 8	Pente 3	498.360	508.687	349.19	571380.956	4042446.080	4.66	4.66	-1.74
P273	5040.000	Arc 8	Pente 3	503.690	508.340	346.65	571367.284	4042431.485	4.66	4.66	-1.74
P274	5060.000	Arc 8	Pente 3	509.410	507.992	344.10	571354.207	4042416.355	4.66	4.66	-1.74
P275	5080.000	Arc 8	Pente 3	513.030	507.645	341.55	571341.745	4042400.713	4.66	4.66	-1.74
P276	5100.000	Arc 8	Pente 3	513.679	507.298	339.01	571329.919	4042384.586	4.66	4.66	-1.74
P277	5118.074	Arc 8	Pente 3	512.936	506.984	336.71	571319.794	4042369.615	4.66	4.66	-1.74
P278	5120.000	Clothoïde 6	Pente 3	512.799	506.950	336.46	571318.747	4042367.999	4.52	4.52	-1.74
P279	5140.000	Clothoïde 6	Pente 3	512.365	506.603	334.22	571308.217	4042350.997	3.09	3.09	-1.74
P280	5160.000	Clothoïde 6	Pente 3	511.835	506.256	332.49	571298.224	4042333.673	2.50	1.67	-1.74
P281	5180.000	Clothoïde 6	Pente 3	513.200	505.908	331.26	571288.636	4042316.121	2.50	0.24	-1.74
P282	5200.000	Clothoïde 6	Pente 3	514.124	505.561	330.54	571279.317	4042298.425	2.50	-1.19	-1.74
P283	5218.314	Clothoïde 6	Pente 3	510.611	505.243	330.33	571270.901	4042282.159	2.50	-2.50	-1.74
P284	5220.000	Droite 9	Pente 3	510.435	505.214	330.33	571270.128	4042280.661	2.50	-2.50	-1.74
P285	5240.000	Droite 9	Pente 3	509.114	504.866	330.33	571260.957	4042262.888	2.50	-2.50	-1.74
P286	5260.000	Droite 9	Pente 3	508.509	504.519	330.33	571251.787	4042245.114	2.50	-2.50	-1.74
P287	5280.000	Droite 9	Pente 3	506.542	504.172	330.33	571242.616	4042227.341	2.50	-2.50	-1.74
P288	5300.000	Droite 9	Pente 3	504.131	503.824	330.33	571233.445	4042209.567	2.50	-2.50	-1.74
P289	5320.000	Droite 9	Pente 3	501.546	503.477	330.33	571224.274	4042191.794	2.50	-2.50	-1.74
P290	5340.000	Droite 9	Pente 3	498.981	503.130	330.33	571215.103	4042174.020	2.50	-2.50	-1.74
P291	5360.000	Droite 9	Pente 3	496.663	502.782	330.33	571205.932	4042156.247	2.50	-2.50	-1.74
P292	5368.805	Arc 9	Pente 3	496.620	502.630	330.33	571201.895	4042148.422	2.50	-2.50	-1.74
P293	5380.000	Arc 9	Pente 3	496.788	502.435	330.68	571196.734	4042138.488	2.50	-2.50	-1.74
P294	5400.000	Arc 9	Pente 3	497.464	502.088	331.32	571187.375	4042120.813	2.50	-2.50	-1.74

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
P295	5420.000	Arc 9	Pente 3	497.892	501.740	331.96	571177.840	4042103.232	2.50	-2.50	-1.74
P296	5440.000	Arc 9	Pente 3	495.630	501.393	332.59	571168.130	4042085.747	2.50	-2.50	-1.74
P297	5460.000	Arc 9	Pente 3	487.552	501.046	333.23	571158.245	4042068.361	2.50	-2.50	-1.74
P298	5480.000	Arc 9	Pente 3	490.278	500.698	333.87	571148.187	4042051.074	2.50	-2.50	-1.74
P299	5500.000	Arc 9	Pente 3	493.922	500.351	334.50	571137.957	4042033.889	2.50	-2.50	-1.74
P300	5520.000	Arc 9	Pente 3	497.074	500.004	335.14	571127.555	4042016.806	2.50	-2.50	-1.74
P301	5540.000	Arc 9	Parabole 3	498.189	499.652	335.77	571116.983	4041999.829	2.50	-2.50	-1.79
P302	5560.000	Arc 9	Parabole 3	495.662	499.288	336.41	571106.242	4041982.958	2.50	-2.50	-1.86
P303	5580.000	Arc 9	Parabole 3	496.589	498.910	337.05	571095.333	4041966.196	2.50	-2.50	-1.92
P304	5600.000	Arc 9	Parabole 3	496.988	498.518	337.68	571084.256	4041949.543	2.50	-2.50	-1.99
P305	5620.000	Arc 9	Parabole 3	491.170	498.114	338.32	571073.014	4041933.002	2.50	-2.50	-2.06
P306	5640.000	Arc 9	Parabole 3	496.903	497.696	338.96	571061.607	4041916.574	2.50	-2.50	-2.12
P307	5660.000	Arc 9	Parabole 3	505.333	497.265	339.59	571050.036	4041900.262	2.50	-2.50	-2.19
P308	5680.000	Arc 9	Parabole 3	510.320	496.820	340.23	571038.302	4041884.065	2.50	-2.50	-2.26
P309	5700.000	Arc 9	Parabole 3	513.187	496.362	340.87	571026.407	4041867.987	2.50	-2.50	-2.32
P310	5720.000	Arc 9	Parabole 3	514.372	495.891	341.50	571014.352	4041852.029	2.50	-2.50	-2.39
P311	5740.000	Arc 9	Parabole 3	513.296	495.406	342.14	571002.138	4041836.192	2.50	-2.50	-2.46
P312	5760.000	Arc 9	Pente 4	512.498	494.908	342.78	570989.766	4041820.477	2.50	-2.50	-2.51
P313	5780.000	Arc 9	Pente 4	515.080	494.405	343.41	570977.238	4041804.888	2.50	-2.50	-2.51
P314	5800.000	Arc 9	Pente 4	515.100	493.903	344.05	570964.554	4041789.424	2.50	-2.50	-2.51
P315	5820.000	Arc 9	Pente 4	511.809	493.400	344.69	570951.717	4041774.088	2.50	-2.50	-2.51
P316	5824.388	Arc 9	Pente 4	511.400	493.290	344.83	570948.880	4041770.741	2.50	-2.50	-2.51
P317	5840.000	Droite 10	Pente 4	509.850	492.897	344.83	570938.773	4041758.842	2.50	-2.50	-2.51
P318	5860.000	Droite 10	Pente 4	507.434	492.394	344.83	570925.825	4041743.598	2.50	-2.50	-2.51
P319	5880.000	Droite 10	Pente 4	503.893	491.891	344.83	570912.878	4041728.355	2.50	-2.50	-2.51
P320	5900.000	Droite 10	Pente 4	498.489	491.389	344.83	570899.930	4041713.112	2.50	-2.50	-2.51
P321	5920.000	Droite 10	Pente 4	489.578	490.886	344.83	570886.982	4041697.868	2.50	-2.50	-2.51
P322	5940.000	Droite 10	Pente 4	487.377	490.383	344.83	570874.035	4041682.625	2.50	-2.50	-2.51
P323	5960.000	Droite 10	Pente 4	486.366	489.880	344.83	570861.087	4041667.382	2.50	-2.50	-2.51
P324	5980.000	Droite 10	Pente 4	486.502	489.378	344.83	570848.139	4041652.139	2.50	-2.50	-2.51
P325	6000.000	Droite 10	Pente 4	487.140	488.875	344.83	570835.192	4041636.895	2.50	-2.50	-2.51
P326	6020.000	Droite 10	Pente 4	486.921	488.372	344.83	570822.244	4041621.652	2.50	-2.50	-2.51
P327	6040.000	Droite 10	Pente 4	486.012	487.869	344.83	570809.296	4041606.409	2.50	-2.50	-2.51
P328	6060.000	Droite 10	Pente 4	485.103	487.366	344.83	570796.349	4041591.165	2.50	-2.50	-2.51
P329	6080.000	Droite 10	Pente 4	484.194	486.864	344.83	570783.401	4041575.922	2.50	-2.50	-2.51
P330	6094.825	Arc 10	Pente 4	483.521	486.491	344.83	570773.804	4041564.623	2.50	-2.50	-2.51
P331	6100.000	Arc 10	Pente 4	483.286	486.361	344.99	570770.448	4041560.683	2.50	-2.50	-2.51
P332	6120.000	Arc 10	Pente 4	482.377	485.858	345.63	570757.385	4041545.539	2.50	-2.50	-2.51
P333	6140.000	Arc 10	Pente 4	481.468	485.355	346.27	570744.172	4041530.525	2.50	-2.50	-2.51
P334	6160.000	Arc 10	Pente 4	480.560	484.852	346.90	570730.809	4041515.645	2.50	-2.50	-2.51
P335	6180.000	Arc 10	Pente 4	479.651	484.350	347.54	570717.297	4041500.899	2.50	-2.50	-2.51
P336	6200.000	Arc 10	Pente 4	478.742	483.847	348.18	570703.639	4041486.289	2.50	-2.50	-2.51
P337	6220.000	Arc 10	Pente 4	483.374	483.344	348.81	570689.836	4041471.816	2.50	-2.50	-2.51
P338	6240.000	Arc 10	Pente 4	485.065	482.841	349.45	570675.888	4041457.482	2.50	-2.50	-2.51
P339	6260.000	Arc 10	Pente 4	485.368	482.338	350.08	570661.798	4041443.288	2.50	-2.50	-2.51
P340	6280.000	Arc 10	Pente 4	484.541	481.836	350.72	570647.567	4041429.236	2.50	-2.50	-2.51
P341	6300.000	Arc 10	Pente 4	481.556	481.333	351.36	570633.196	4041415.327	2.50	-2.50	-2.51
P342	6320.000	Arc 10	Pente 4	481.751	480.830	351.99	570618.686	4041401.562	2.50	-2.50	-2.51
P343	6340.000	Arc 10	Pente 4	481.345	480.327	352.63	570604.039	4041387.943	2.50	-2.50	-2.51
P344	6360.000	Arc 10	Pente 4	481.520	479.824	353.27	570589.258	4041374.471	2.50	-2.50	-2.51
P345	6380.000	Arc 10	Pente 4	481.559	479.322	353.90	570574.342	4041361.148	2.50	-2.50	-2.51
P346	6400.000	Arc 10	Pente 4	483.372	478.819	354.54	570559.293	4041347.974	2.50	-2.50	-2.51
P347	6420.000	Arc 10	Pente 4	486.961	478.316	355.18	570544.114	4041334.952	2.50	-2.50	-2.51
P348	6440.000	Arc 10	Pente 4	488.407	477.813	355.81	570528.805	4041322.082	2.50	-2.50	-2.51
P349	6460.000	Arc 10	Parabole 4	486.055	477.303	356.45	570513.368	4041309.366	2.50	-2.50	-2.64
P350	6460.095	Arc 10	Parabole 4	486.046	477.300	356.45	570513.295	4041309.306	2.50	-2.50	-2.64
P351	6480.000	Droite 11	Parabole 4	487.651	476.756	356.45	570497.867	4041296.728	2.50	-2.50	-2.84
P352	6500.000	Droite 11	Parabole 4	491.566	476.169	356.45	570482.367	4041284.089	2.50	-2.50	-3.04
P353	6520.000	Droite 11	Parabole 4	498.863	475.541	356.45	570466.866	4041271.451	2.50	-2.50	-3.24
P354	6540.000	Droite 11	Parabole 4	502.882	474.874	356.45	570451.365	4041258.813	2.50	-2.50	-3.44
P355	6560.000	Droite 11	Parabole 4	504.244	474.167	356.45	570435.864	4041246.175	2.50	-2.50	-3.64

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
P356	6580.000	Droite 11	Parabole 4	505.051	473.420	356.45	570420.363	4041233.537	2.50	-2.50	-3.84
P357	6600.000	Droite 11	Parabole 4	505.563	472.633	356.45	570404.862	4041220.898	2.50	-2.50	-4.04
P358	6620.000	Droite 11	Parabole 4	504.992	471.805	356.45	570389.362	4041208.260	2.50	-2.50	-4.24
P359	6640.000	Droite 11	Parabole 4	502.957	470.938	356.45	570373.861	4041195.622	2.50	-2.50	-4.44
P360	6660.000	Droite 11	Parabole 4	496.694	470.031	356.45	570358.360	4041182.984	2.50	-2.50	-4.64
P361	6680.000	Droite 11	Parabole 4	489.912	469.084	356.45	570342.859	4041170.345	2.50	-2.50	-4.84
P362	6680.183	Clothoïde 7	Parabole 4	489.868	469.075	356.45	570342.717	4041170.230	2.50	-2.50	-4.84
P363	6700.000	Clothoïde 7	Parabole 4	486.894	468.097	356.69	570327.343	4041157.726	1.08	-2.50	-5.04
P364	6720.000	Clothoïde 7	Parabole 4	485.260	467.070	357.40	570311.733	4041145.223	-0.34	-2.50	-5.24
P365	6740.000	Clothoïde 7	Parabole 4	484.073	466.002	358.60	570295.938	4041132.955	-1.77	-2.50	-5.44
P366	6760.000	Clothoïde 7	Parabole 4	481.238	464.895	360.27	570279.872	4041121.045	-3.20	-3.20	-5.64
P367	6780.000	Clothoïde 7	Parabole 4	475.931	463.748	362.42	570263.455	4041109.623	-4.63	-4.63	-5.84
P368	6800.000	Clothoïde 7	Pente 5	472.278	462.561	365.04	570246.622	4041098.825	-6.06	-6.06	-6.00
P369	6813.183	Arc 11	Pente 5	470.103	461.770	367.04	570235.273	4041092.119	-7.00	-7.00	-6.00
P370	6820.000	Arc 11	Pente 5	468.853	461.360	368.12	570229.321	4041088.795	-7.00	-7.00	-6.00
P371	6840.000	Arc 11	Pente 5	462.595	460.160	371.31	570211.544	4041079.637	-7.00	-7.00	-6.00
P372	6860.000	Arc 11	Pente 5	454.356	458.959	374.49	570193.331	4041071.378	-7.00	-7.00	-6.00
P373	6880.000	Arc 11	Pente 5	444.631	457.758	377.67	570174.728	4041064.040	-7.00	-7.00	-6.00
P374	6900.000	Arc 11	Pente 5	437.108	456.557	380.86	570155.782	4041057.641	-7.00	-7.00	-6.00
P375	6920.000	Arc 11	Pente 5	433.517	455.357	384.04	570136.539	4041052.196	-7.00	-7.00	-6.00
P376	6940.000	Arc 11	Pente 5	432.808	454.156	387.22	570117.049	4041047.720	-7.00	-7.00	-6.00
P377	6960.000	Arc 11	Pente 5	434.741	452.955	390.40	570097.359	4041044.224	-7.00	-7.00	-6.00
P378	6980.000	Arc 11	Pente 5	436.066	451.754	393.59	570077.518	4041041.717	-7.00	-7.00	-6.00
P379	7000.000	Arc 11	Pente 5	438.092	450.553	396.77	570057.578	4041040.204	-7.00	-7.00	-6.00
P380	7020.000	Arc 11	Pente 5	439.622	449.353	399.95	570037.587	4041039.690	-7.00	-7.00	-6.00
P381	7040.000	Arc 11	Pente 5	436.186	448.152	3.14	570017.595	4041040.175	-7.00	-7.00	-6.00
P382	7060.000	Arc 11	Pente 5	434.350	446.951	6.32	569997.652	4041041.659	-7.00	-7.00	-6.00
P383	7075.408	Arc 11	Pente 5	437.894	446.026	8.77	569982.353	4041043.481	-7.00	-7.00	-6.00
P384	7080.000	Clothoïde 8	Pente 5	439.216	445.750	9.49	569977.808	4041044.137	-6.67	-6.67	-6.00
P385	7100.000	Clothoïde 8	Pente 5	444.757	444.549	12.32	569958.105	4041047.560	-5.24	-5.24	-6.00
P386	7120.000	Clothoïde 8	Pente 5	452.721	443.349	14.68	569938.557	4041051.782	-3.81	-3.81	-6.00
P387	7140.000	Clothoïde 8	Pente 5	459.212	442.148	16.56	569919.159	4041056.651	-2.39	-2.50	-6.00
P388	7160.000	Clothoïde 8	Pente 5	463.309	440.947	17.95	569899.893	4041062.018	-0.96	-2.50	-6.00
P389	7180.000	Clothoïde 8	Pente 5	467.126	439.746	18.87	569880.728	4041067.734	0.47	-2.50	-6.00
P390	7200.000	Clothoïde 8	Pente 5	467.882	438.546	19.31	569861.624	4041073.655	1.90	-2.50	-6.00
P391	7208.408	Clothoïde 8	Pente 5	467.974	438.041	19.36	569853.601	4041076.170	2.50	-2.50	-6.00
P392	7220.000	Droite 12	Pente 5	467.605	437.345	19.36	569842.541	4041079.641	2.50	-2.50	-6.00
P393	7240.000	Droite 12	Pente 5	467.147	436.144	19.36	569823.458	4041085.628	2.50	-2.50	-6.00
P394	7260.000	Droite 12	Pente 5	466.786	434.943	19.36	569804.376	4041091.616	2.50	-2.50	-6.00
P395	7272.846	Arc 12	Pente 5	466.269	434.172	19.36	569792.119	4041095.462	2.50	-2.50	-6.00
P396	7280.000	Arc 12	Pente 5	466.143	433.742	19.13	569785.289	4041097.592	2.50	-2.50	-6.00
P397	7300.000	Arc 12	Pente 5	462.888	432.542	18.49	569766.156	4041103.415	2.50	-2.50	-6.00
P398	7320.000	Arc 12	Pente 5	457.704	431.341	17.86	569746.965	4041109.047	2.50	-2.50	-6.00
P399	7340.000	Arc 12	Pente 5	451.564	430.140	17.22	569727.719	4041114.487	2.50	-2.50	-6.00
P400	7360.000	Arc 12	Pente 5	441.831	428.939	16.58	569708.420	4041119.734	2.50	-2.50	-6.00
P401	7380.000	Arc 12	Pente 5	433.724	427.738	15.95	569689.069	4041124.788	2.50	-2.50	-6.00
P402	7400.000	Arc 12	Pente 5	428.513	426.538	15.31	569669.669	4041129.649	2.50	-2.50	-6.00
P403	7420.000	Arc 12	Pente 5	423.253	425.337	14.67	569650.221	4041134.315	2.50	-2.50	-6.00
P404	7440.000	Arc 12	Pente 5	421.170	424.136	14.04	569630.727	4041138.786	2.50	-2.50	-6.00
P405	7460.000	Arc 12	Pente 5	420.302	422.935	13.40	569611.190	4041143.062	2.50	-2.50	-6.00
P406	7480.000	Arc 12	Pente 5	419.528	421.734	12.76	569591.610	4041147.142	2.50	-2.50	-6.00
P407	7500.000	Arc 12	Pente 5	419.902	420.534	12.13	569571.991	4041151.027	2.50	-2.50	-6.00
P408	7520.000	Arc 12	Pente 5	420.975	419.333	11.49	569552.334	4041154.715	2.50	-2.50	-6.00
P409	7540.000	Arc 12	Pente 5	422.590	418.132	10.85	569532.642	4041158.206	2.50	-2.50	-6.00
P410	7560.000	Arc 12	Pente 5	418.675	416.931	10.22	569512.915	4041161.501	2.50	-2.50	-6.00
P411	7580.000	Arc 12	Pente 5	411.700	415.731	9.58	569493.156	4041164.597	2.50	-2.50	-6.00
P412	7600.000	Arc 12	Pente 5	406.199	414.530	8.94	569473.368	4041167.496	2.50	-2.50	-6.00
P413	7606.858	Arc 12	Pente 5	404.424	414.118	8.72	569466.575	4041168.445	2.50	-2.50	-6.00
P414	7620.000	Droite 13	Pente 5	401.277	413.329	8.72	569453.557	4041170.240	2.50	-2.50	-6.00
P415	7640.000	Droite 13	Pente 5	395.366	412.128	8.72	569433.744	4041172.973	2.50	-2.50	-6.00
P416	7660.000	Droite 13	Pente 5	387.544	410.927	8.72	569413.932	4041175.705	2.50	-2.50	-6.00

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
P417	7680.000	Droite 13	Pente 5	383.717	409.727	8.72	569394.119	4041178.437	2.50	-2.50	-6.00
P418	7700.000	Droite 13	Pente 5	378.186	408.526	8.72	569374.307	4041181.169	2.50	-2.50	-6.00
P419	7720.000	Droite 13	Pente 5	370.107	407.325	8.72	569354.494	4041183.901	2.50	-2.50	-6.00
P420	7734.866	Clothoïde 9	Pente 5	361.963	406.432	8.72	569339.768	4041185.932	2.50	-2.50	-6.00
P421	7740.000	Clothoïde 9	Pente 5	361.641	406.124	8.71	569334.682	4041186.633	2.50	-2.13	-6.00
P422	7760.000	Clothoïde 9	Pente 5	366.095	404.923	8.32	569314.862	4041189.313	2.50	-0.70	-6.00
P423	7780.000	Clothoïde 9	Pente 5	370.531	403.723	7.43	569295.017	4041191.795	2.50	0.72	-6.00
P424	7800.000	Clothoïde 9	Pente 5	373.012	402.522	6.03	569275.130	4041193.918	2.50	2.15	-6.00
P425	7820.000	Clothoïde 9	Pente 5	376.079	401.321	4.12	569255.196	4041195.524	3.58	3.58	-6.00
P426	7835.106	Arc 13	Pente 5	377.979	400.414	2.34	569240.110	4041196.297	4.66	4.66	-6.00
P427	7840.000	Arc 13	Pente 5	378.438	400.120	1.72	569235.218	4041196.453	4.66	4.66	-6.00
P428	7860.000	Arc 13	Pente 5	379.611	398.919	399.17	569215.220	4041196.593	4.66	4.66	-6.00
P429	7880.000	Arc 13	Pente 5	379.899	397.719	396.63	569195.232	4041195.933	4.66	4.66	-6.00
P430	7900.000	Arc 13	Pente 5	379.452	396.518	394.08	569175.287	4041194.475	4.66	4.66	-6.00
P431	7920.000	Arc 13	Pente 5	379.514	395.317	391.53	569155.416	4041192.220	4.66	4.66	-6.00
P432	7940.000	Arc 13	Pente 5	378.998	394.116	388.99	569135.651	4041189.172	4.66	4.66	-6.00
P433	7960.000	Arc 13	Pente 5	377.131	392.916	386.44	569116.023	4041185.337	4.66	4.66	-6.00
P434	7980.000	Arc 13	Pente 5	373.100	391.715	383.89	569096.565	4041180.719	4.66	4.66	-6.00
P435	8000.000	Arc 13	Pente 5	368.903	390.514	381.35	569077.307	4041175.327	4.66	4.66	-6.00
P436	8011.691	Arc 13	Pente 5	366.513	389.812	379.86	569066.155	4041171.820	4.66	4.66	-6.00
P437	8020.000	Clothoïde 10	Pente 5	364.962	389.313	378.85	569058.279	4041169.172	4.07	4.07	-6.00
P438	8040.000	Clothoïde 10	Pente 5	362.026	388.112	376.76	569039.488	4041162.327	2.64	2.64	-6.00
P439	8060.000	Clothoïde 10	Pente 5	359.085	386.912	375.19	569020.900	4041154.945	2.50	1.21	-6.00
P440	8080.000	Clothoïde 10	Pente 5	358.742	385.711	374.13	569002.470	4041147.180	2.50	-0.22	-6.00
P441	8100.000	Clothoïde 10	Pente 5	356.827	384.510	373.57	568984.139	4041139.181	2.50	-1.65	-6.00
P442	8111.931	Clothoïde 10	Pente 5	354.144	383.794	373.48	568973.226	4041134.358	2.50	-2.50	-6.00
P443	8120.000	Droite 14	Pente 5	353.461	383.309	373.48	568965.847	4041131.093	2.50	-2.50	-6.00
P444	8140.000	Droite 14	Pente 5	347.544	382.108	373.48	568947.558	4041123.000	2.50	-2.50	-6.00
P445	8160.000	Droite 14	Pente 5	342.770	380.908	373.48	568929.269	4041114.906	2.50	-2.50	-6.00
P446	8180.000	Droite 14	Pente 5	341.279	379.707	373.48	568910.980	4041106.813	2.50	-2.50	-6.00
P447	8200.000	Droite 14	Pente 5	340.280	378.506	373.48	568892.690	4041098.720	2.50	-2.50	-6.00
P448	8220.000	Droite 14	Pente 5	338.962	377.305	373.48	568874.401	4041090.627	2.50	-2.50	-6.00
P449	8221.575	Clothoïde 11	Pente 5	338.862	377.211	373.48	568872.960	4041089.989	2.50	-2.50	-6.00
P450	8240.000	Clothoïde 11	Pente 5	337.053	376.105	373.26	568856.120	4041082.514	2.50	-1.18	-6.00
P451	8260.000	Clothoïde 11	Pente 5	334.859	374.904	372.54	568837.899	4041074.268	2.50	0.24	-6.00
P452	8280.000	Clothoïde 11	Pente 5	331.015	373.703	371.31	568819.808	4041065.743	2.50	1.67	-6.00
P453	8300.000	Clothoïde 11	Pente 5	326.132	372.502	369.57	568801.920	4041056.799	3.10	3.10	-6.00
P454	8320.000	Clothoïde 11	Pente 5	327.110	371.301	367.33	568784.321	4041047.300	4.53	4.53	-6.00
P455	8321.815	Arc 14	Pente 5	327.575	371.192	367.10	568782.741	4041046.406	4.66	4.66	-6.00
P456	8340.000	Arc 14	Pente 5	330.642	370.101	364.78	568767.098	4041037.134	4.66	4.66	-6.00
P457	8360.000	Arc 14	Pente 5	333.318	368.900	362.23	568750.296	4041026.288	4.66	4.66	-6.00
P458	8380.000	Arc 14	Pente 5	335.357	367.699	359.69	568733.941	4041014.779	4.66	4.66	-6.00
P459	8400.000	Arc 14	Pente 5	336.846	366.498	357.14	568718.060	4041002.625	4.66	4.66	-6.00
P460	8420.000	Arc 14	Pente 5	339.271	365.297	354.59	568702.677	4040989.845	4.66	4.66	-6.00
P461	8440.000	Arc 14	Parabole 5	342.514	364.113	352.05	568687.818	4040976.461	4.66	4.66	-5.82
P462	8460.000	Arc 14	Parabole 5	344.353	362.969	349.50	568673.505	4040962.493	4.66	4.66	-5.62
P463	8480.000	Arc 14	Parabole 5	348.083	361.865	346.96	568659.763	4040947.964	4.66	4.66	-5.42
P464	8500.000	Arc 14	Parabole 5	350.168	360.800	344.41	568646.613	4040932.897	4.66	4.66	-5.22
P465	8500.657	Arc 14	Parabole 5	350.232	360.766	344.33	568646.191	4040932.393	4.66	4.66	-5.21
P466	8520.000	Clothoïde 12	Parabole 5	351.966	359.776	342.10	568634.056	4040917.331	3.28	3.28	-5.02
P467	8540.000	Clothoïde 12	Parabole 5	353.466	358.792	340.30	568622.009	4040901.367	2.50	1.85	-4.82
P468	8560.000	Clothoïde 12	Parabole 5	354.213	357.848	339.01	568610.353	4040885.116	2.50	0.42	-4.62
P469	8580.000	Clothoïde	Parabole 5	353.374	356.943	338.22	568598.963	4040868.676	2.50	-1.01	-4.42

		12									
P470	8600.000	Clothoïde 12	Parabole 5	352.400	356.079	337.94	568587.711	4040852.141	2.50	-2.44	-4.22
P471	8600.897	Clothoïde 12	Parabole 5	352.440	356.041	337.94	568587.208	4040851.399	2.50	-2.50	-4.21
P472	8620.000	Droite 15	Parabole 5	353.252	355.255	337.94	568576.484	4040835.590	2.50	-2.50	-4.02
P473	8640.000	Droite 15	Parabole 5	355.165	354.471	337.94	568565.257	4040819.038	2.50	-2.50	-3.82
P474	8660.000	Droite 15	Parabole 5	356.190	353.726	337.94	568554.030	4040802.487	2.50	-2.50	-3.62
P475	8680.000	Droite 15	Parabole 5	354.039	353.022	337.94	568542.802	4040785.935	2.50	-2.50	-3.42
P476	8700.000	Droite 15	Parabole 5	352.574	352.358	337.94	568531.575	4040769.384	2.50	-2.50	-3.22
P477	8714.191	Arc 15	Parabole 5	353.269	351.911	337.94	568523.609	4040757.640	2.50	-2.50	-3.08

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
P478	8720.000	Arc 15	Parabole 5	354.158	351.733	338.47	568520.328	4040752.846	2.50	-2.50	-3.02
P479	8740.000	Arc 15	Parabole 5	357.186	351.149	340.29	568508.731	4040736.553	2.50	-2.50	-2.82
P480	8760.000	Arc 15	Parabole 5	359.788	350.605	342.11	568496.672	4040720.597	2.50	-2.50	-2.62
P481	8780.000	Arc 15	Parabole 5	361.578	350.101	343.93	568484.163	4040704.993	2.50	-2.50	-2.42
P482	8800.000	Arc 15	Parabole 5	363.601	349.636	345.75	568471.213	4040689.753	2.50	-2.50	-2.22
P483	8820.000	Arc 15	Parabole 5	364.811	349.212	347.57	568457.833	4040674.888	2.50	-2.50	-2.02
P484	8840.000	Arc 15	Parabole 5	363.707	348.828	349.39	568444.034	4040660.412	2.50	-2.50	-1.82
P485	8860.000	Arc 15	Parabole 5	360.509	348.483	351.20	568429.827	4040646.336	2.50	-2.50	-1.62
P486	8880.000	Arc 15	Parabole 5	356.515	348.179	353.02	568415.224	4040632.672	2.50	-2.50	-1.42
P487	8900.000	Arc 15	Parabole 5	352.853	347.915	354.84	568400.236	4040619.430	2.50	-2.50	-1.22
P488	8920.000	Arc 15	Parabole 5	351.210	347.691	356.66	568384.876	4040606.622	2.50	-2.50	-1.02
P489	8940.000	Arc 15	Parabole 5	352.606	347.506	358.48	568369.156	4040594.258	2.50	-2.50	-0.82
P490	8960.000	Arc 15	Parabole 5	354.412	347.362	360.30	568353.090	4040582.348	2.50	-2.50	-0.62
P491	8980.000	Arc 15	Parabole 5	354.319	347.258	362.12	568336.690	4040570.902	2.50	-2.50	-0.42
P492	9000.000	Arc 15	Parabole 5	352.592	347.194	363.94	568319.970	4040559.930	2.50	-2.50	-0.22
P493	9020.000	Arc 15	Parabole 5	351.280	347.169	365.76	568302.943	4040549.439	2.50	-2.50	-0.02
P494	9040.000	Arc 15	Parabole 5	352.103	347.185	367.57	568285.623	4040539.439	2.50	-2.50	0.18
P495	9053.966	Arc 15	Parabole 5	353.588	347.220	368.85	568273.362	4040532.751	2.50	-2.50	0.32
P496	9060.000	Droite 16	Parabole 5	354.232	347.241	368.85	568268.037	4040529.915	2.50	-2.50	0.38
P497	9080.000	Droite 16	Pente 6	355.005	347.333	368.85	568250.384	4040520.513	2.50	-2.50	0.50
P498	9100.000	Droite 16	Pente 6	353.900	347.433	368.85	568232.732	4040511.112	2.50	-2.50	0.50
P499	9120.000	Droite 16	Pente 6	352.940	347.533	368.85	568215.079	4040501.710	2.50	-2.50	0.50
P500	9140.000	Droite 16	Pente 6	353.042	347.632	368.85	568197.427	4040492.308	2.50	-2.50	0.50
P501	9160.000	Droite 16	Pente 6	352.611	347.732	368.85	568179.774	4040482.907	2.50	-2.50	0.50
P502	9177.414	Arc 16	Pente 6	353.463	347.819	368.85	568164.404	4040474.721	2.50	-2.50	0.50
P503	9180.000	Arc 16	Pente 6	353.661	347.831	368.68	568162.124	4040473.502	2.50	-2.50	0.50
P504	9200.000	Arc 16	Pente 6	356.008	347.931	367.41	568144.591	4040463.879	2.50	-2.50	0.50
P505	9220.000	Arc 16	Pente 6	355.574	348.031	366.13	568127.255	4040453.908	2.50	-2.50	0.50
P506	9240.000	Arc 16	Pente 6	352.242	348.130	364.86	568110.121	4040443.592	2.50	-2.50	0.50
P507	9260.000	Arc 16	Pente 6	349.404	348.230	363.59	568093.197	4040432.935	2.50	-2.50	0.50
P508	9280.000	Arc 16	Pente 6	347.510	348.330	362.31	568076.490	4040421.941	2.50	-2.50	0.50
P509	9300.000	Arc 16	Pente 6	345.442	348.429	361.04	568060.006	4040410.616	2.50	-2.50	0.50
P510	9320.000	Arc 16	Pente 6	342.890	348.529	359.77	568043.751	4040398.964	2.50	-2.50	0.50
P511	9340.000	Arc 16	Pente 6	342.264	348.629	358.49	568027.733	4040386.989	2.50	-2.50	0.50
P512	9360.000	Arc 16	Pente 6	344.287	348.728	357.22	568011.958	4040374.695	2.50	-2.50	0.50
P513	9380.000	Arc 16	Pente 6	348.674	348.828	355.95	567996.431	4040362.089	2.50	-2.50	0.50
P514	9400.000	Arc 16	Pente 6	353.837	348.928	354.67	567981.160	4040349.175	2.50	-2.50	0.50
P515	9420.000	Arc 16	Pente 6	358.413	349.027	353.40	567966.150	4040335.958	2.50	-2.50	0.50
P516	9440.000	Arc 16	Pente 6	362.400	349.127	352.13	567951.407	4040322.443	2.50	-2.50	0.50
P517	9460.000	Arc 16	Pente 6	363.993	349.227	350.86	567936.938	4040308.637	2.50	-2.50	0.50
P518	9464.682	Arc 16	Pente 6	365.327	349.250	350.56	567933.591	4040305.363	2.50	-2.50	0.50
P519	9480.000	Droite 17	Pente 6	367.903	349.326	350.56	567922.665	4040294.627	2.50	-2.50	0.50
P520	9500.000	Droite 17	Pente 6	371.104	349.426	350.56	567908.400	4040280.609	2.50	-2.50	0.50
P521	9520.000	Droite 17	Pente 6	375.146	349.526	350.56	567894.135	4040266.591	2.50	-2.50	0.50
P522	9540.000	Droite 17	Pente 6	378.266	349.625	350.56	567879.869	4040252.573	2.50	-2.50	0.50
P523	9560.000	Droite 17	Pente 6	378.839	349.725	350.56	567865.604	4040238.555	2.50	-2.50	0.50
P524	9580.000	Droite 17	Pente 6	377.139	349.825	350.56	567851.339	4040224.537	2.50	-2.50	0.50
P525	9600.000	Droite 17	Pente 6	374.084	349.924	350.56	567837.073	4040210.519	2.50	-2.50	0.50
P526	9620.000	Droite 17	Pente 6	369.933	350.024	350.56	567822.808	4040196.502	2.50	-2.50	0.50
P527	9640.000	Droite 17	Pente 6	364.969	350.123	350.56	567808.543	4040182.484	2.50	-2.50	0.50
P528	9660.000	Droite 17	Pente 6	360.306	350.223	350.56	567794.277	4040168.466	2.50	-2.50	0.50
P529	9680.000	Droite 17	Pente 6	357.077	350.323	350.56	567780.012	4040154.448	2.50	-2.50	0.50
P530	9700.000	Droite 17	Pente 6	353.477	350.422	350.56	567765.747	4040140.430	2.50	-2.50	0.50
P531	9720.000	Droite 17	Pente 6	351.521	350.522	350.56	567751.481	4040126.412	2.50	-2.50	0.50
P532	9730.604	Droite 17	Pente 6	350.575	350.575	350.56	567743.918	4040118.980	2.50	-2.50	0.50

Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Axe : Axe

Table courante : ICTAAL L2

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P01	0.000	10.000	63.13	8.61	631.3	86.1	631.3	86.1
P02	20.000	20.000	13.21	49.34	264.3	986.8	895.5	1072.9
P03	40.000	20.000	0.00	100.98	0.0	2019.5	895.5	3092.5
P04	60.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P05	80.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P06	100.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P07	120.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P08	140.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P09	160.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P10	180.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P11	200.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P12	220.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P13	240.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P14	260.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P15	280.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P16	300.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P17	320.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P18	340.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P19	360.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P20	380.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P21	400.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P22	420.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P23	440.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P24	460.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P25	480.000	16.347	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P26	492.694	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P27	500.000	13.653	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P28	520.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P29	540.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P30	560.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P31	580.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P32	600.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P33	620.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P34	640.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P35	660.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P36	680.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P37	700.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P38	720.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P39	740.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P40	760.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	895.5	3092.5
P41	780.000	20.000	0.00	237.31	0.0	4744.9	895.5	7837.4
P42	800.000	20.000	0.00	237.09	0.0	4740.7	895.5	12578.1
P43	820.000	20.000	0.00	267.34	0.0	5345.2	895.5	17923.3
P44	840.000	20.000	0.00	88.44	0.0	1766.6	895.5	19689.9
P45	860.000	20.000	0.00	15.23	0.0	305.1	895.5	19994.9
P46	880.000	20.000	38.15	0.00	762.9	0.0	1658.4	19994.9
P47	900.000	20.000	92.85	0.00	1858.5	0.0	3516.9	19994.9
P48	920.000	20.000	157.63	0.00	3157.6	0.0	6674.5	19994.9
P49	940.000	19.790	242.08	0.00	4798.8	0.0	11473.3	19994.9
P50	959.580	10.000	341.24	0.00	3419.3	0.0	14892.6	19994.9

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P51	960.000	10.210	343.03	0.00	3502.2	0.0	18394.9	19994.9
P52	980.000	20.000	412.74	0.00	8254.9	0.0	26649.8	19994.9
P53	1000.000	20.000	437.43	0.00	8748.7	0.0	35398.4	19994.9
P54	1020.000	20.000	457.89	0.00	9157.8	0.0	44556.2	19994.9
P55	1040.000	20.000	527.48	0.00	10549.6	0.0	55105.8	19994.9
P56	1060.000	20.000	622.61	0.00	12452.2	0.0	67558.0	19994.9
P57	1080.000	20.000	784.59	0.00	15691.8	0.0	83249.8	19994.9
P58	1100.000	19.134	923.89	0.00	17677.9	0.0	100927.7	19994.9
P59	1118.268	10.000	1061.15	0.00	10613.0	0.0	111540.7	19994.9
P60	1120.000	10.866	1073.08	0.00	11678.9	0.0	123219.6	19994.9
P61	1140.000	20.000	1166.92	0.00	23375.2	0.0	146594.8	19994.9
P62	1160.000	20.000	1242.27	0.00	24875.8	0.0	171470.6	19994.9
P63	1180.000	20.000	1299.93	0.00	26031.3	0.0	197501.9	19994.9
P64	1200.000	20.000	1353.91	0.00	27131.0	0.0	224632.9	19994.9
P65	1220.000	20.000	1330.28	0.00	26672.0	0.0	251304.9	19994.9
P66	1240.000	20.000	1207.32	0.00	24204.8	0.0	275509.7	19994.9
P67	1260.000	20.000	1146.16	0.00	22976.4	0.0	298486.1	19994.9
P68	1280.000	20.000	1127.27	0.00	22592.7	0.0	321078.8	19994.9
P69	1300.000	20.000	1119.26	0.00	22433.6	0.0	343512.4	19994.9
P70	1320.000	20.000	1106.54	0.00	22178.6	0.0	365691.0	19994.9
P71	1340.000	20.000	1076.48	0.00	21581.8	0.0	387272.8	19994.9
P72	1360.000	20.000	1019.28	0.00	20434.5	0.0	407707.2	19994.9
P73	1380.000	20.000	955.21	0.00	19148.7	0.0	426855.9	19994.9
P74	1400.000	20.000	883.31	0.00	17702.4	0.0	444558.3	19994.9
P75	1420.000	20.000	865.43	0.00	17350.3	0.0	461908.7	19994.9
P76	1440.000	20.000	908.56	0.00	18223.3	0.0	480131.9	19994.9
P77	1460.000	20.000	960.73	0.00	19276.8	0.0	499408.7	19994.9
P78	1480.000	20.000	1052.78	0.00	21119.5	0.0	520528.2	19994.9
P79	1500.000	20.000	1134.97	0.00	22764.3	0.0	543292.6	19994.9
P80	1520.000	20.000	1116.58	0.00	22390.3	0.0	565682.9	19994.9
P81	1540.000	12.559	1062.28	0.00	13379.5	0.0	579062.4	19994.9
P82	1545.117	10.000	1061.66	0.00	10624.4	0.0	589686.8	19994.9
P83	1560.000	17.441	1099.16	0.00	19170.8	0.0	608857.6	19994.9
P84	1580.000	20.000	1182.25	0.00	23644.9	0.0	632502.5	19994.9
P85	1600.000	20.000	1173.03	0.00	23460.5	0.0	655963.1	19994.9
P86	1620.000	20.000	1040.28	0.00	20805.6	0.0	676768.6	19994.9
P87	1640.000	20.000	904.12	0.00	18082.4	0.0	694851.0	19994.9
P88	1660.000	20.000	832.71	0.00	16654.2	0.0	711505.2	19994.9
P89	1680.000	20.000	815.29	0.00	16305.8	0.0	727811.0	19994.9
P90	1700.000	17.446	733.02	0.00	12788.6	0.0	740599.5	19994.9
P91	1714.893	10.000	636.55	0.00	6362.8	0.0	746962.3	19994.9
P92	1720.000	12.554	607.02	0.00	7608.1	0.0	754570.4	19994.9
P93	1740.000	20.000	533.62	0.00	10653.7	0.0	765224.1	19994.9
P94	1760.000	20.000	507.13	0.00	10125.0	0.0	775349.0	19994.9
P95	1780.000	20.000	477.53	0.00	9533.5	0.0	784882.6	19994.9
P96	1800.000	20.000	340.21	0.00	6777.0	0.0	791659.6	19994.9
P97	1820.000	20.000	159.94	0.00	3168.2	0.0	794827.7	19994.9
P98	1840.000	20.000	35.47	46.72	695.4	946.9	795523.1	20941.9
P99	1860.000	20.000	0.00	175.10	0.0	3520.3	795523.1	24462.2
P100	1880.000	20.000	0.00	207.45	0.0	4169.2	795523.1	28631.4
P101	1900.000	20.000	0.00	218.26	0.0	4394.7	795523.1	33026.0
P102	1920.000	20.000	37.37	152.86	730.6	3088.8	796253.7	36114.8
P103	1940.000	20.000	74.29	106.53	1453.8	2156.3	797707.6	38271.1
P104	1960.000	20.000	126.47	62.26	2478.4	1264.0	800185.9	39535.1
P105	1980.000	20.000	225.98	29.14	4432.0	592.9	804617.9	40128.0
P106	2000.000	20.000	297.82	13.20	5855.2	269.1	810473.1	40397.0
P107	2020.000	20.000	309.45	6.45	6090.4	131.5	816563.5	40528.5
P108	2040.000	20.000	333.28	1.63	6569.1	33.2	823132.6	40561.7
P109	2060.000	20.000	334.74	13.08	6575.7	266.3	829708.3	40828.0
P110	2080.000	18.285	176.53	33.25	3169.1	618.9	832877.4	41446.9
P111	2096.570	10.000	81.96	72.05	804.7	728.5	833682.1	42175.4

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P112	2100.000	11.715	74.75	82.99	875.7	972.3	834557.8	43147.6
P113	2120.000	20.000	121.32	97.25	2426.5	1944.9	836984.3	45092.6
P114	2140.000	20.000	122.26	78.80	2445.2	1576.1	839429.5	46668.7
P115	2160.000	20.000	138.28	25.48	2765.7	509.7	842195.1	47178.4
P116	2180.000	20.000	150.60	22.65	3012.0	452.9	845207.1	47631.3
P117	2200.000	20.000	45.10	69.42	901.9	1388.5	846109.0	49019.8
P118	2220.000	20.000	55.48	50.23	1109.7	1004.6	847218.7	50024.4
P119	2240.000	20.000	411.03	0.00	8220.7	0.0	855439.4	50024.4
P120	2260.000	12.900	723.09	0.00	9328.1	0.0	864767.5	50024.4
P121	2265.801	10.000	724.66	0.00	7202.6	0.0	871970.0	50024.4
P122	2280.000	17.100	722.57	0.00	12286.3	0.0	884256.3	50024.4
P123	2300.000	20.000	724.42	0.00	14419.1	0.0	898675.5	50024.4
P124	2320.000	20.000	900.02	0.00	17862.5	0.0	916538.0	50024.4
P125	2340.000	20.000	1040.83	0.00	20654.0	0.0	937192.0	50024.4
P126	2360.000	20.000	1160.36	0.00	23014.2	0.0	960206.2	50024.4
P127	2380.000	20.000	1379.97	0.00	27361.0	0.0	987567.2	50024.4
P128	2400.000	20.000	1655.45	0.00	32797.5	0.0	1020364.7	50024.4
P129	2420.000	20.000	1931.07	0.00	38290.3	0.0	1058655.0	50024.4
P130	2440.000	20.000	2146.26	0.00	42658.0	0.0	1101313.0	50024.4
P131	2460.000	20.000	2253.69	0.00	44858.5	0.0	1146171.5	50024.4
P132	2480.000	20.000	2321.17	0.00	46309.9	0.0	1192481.4	50024.4
P133	2500.000	20.000	2330.00	0.00	46601.4	0.0	1239082.8	50024.4
P134	2520.000	20.000	2000.47	0.00	40194.4	0.0	1279277.2	50024.4
P135	2540.000	20.000	1557.25	0.00	31351.3	0.0	1310628.4	50024.4
P136	2560.000	20.000	1394.66	0.00	28132.1	0.0	1338760.5	50024.4
P137	2580.000	20.000	1366.13	0.00	27569.8	0.0	1366330.3	50024.4
P138	2600.000	20.000	1429.02	0.00	28812.8	0.0	1395143.1	50024.4
P139	2620.000	20.000	1550.33	0.00	31201.5	0.0	1426344.6	50024.4
P140	2640.000	20.000	1585.86	0.00	31907.7	0.0	1458252.2	50024.4
P141	2660.000	12.267	1358.51	0.00	16771.2	0.0	1475023.5	50024.4
P142	2664.533	10.000	1324.73	0.00	13267.0	0.0	1488290.4	50024.4
P143	2680.000	17.733	1157.64	0.00	20528.8	0.0	1508819.2	50024.4
P144	2700.000	20.000	943.59	0.00	18871.8	0.0	1527691.0	50024.4
P145	2720.000	20.000	756.46	0.00	15129.2	0.0	1542820.2	50024.4
P146	2740.000	14.559	518.64	0.00	7550.6	0.0	1550370.8	50024.4
P147	2749.117	10.000	377.44	0.00	3773.9	0.0	1554144.8	50024.4
P148	2760.000	15.441	323.40	0.00	4987.0	0.0	1559131.8	50024.4
P149	2780.000	20.000	106.48	1.04	2117.6	20.9	1561249.4	50045.3
P150	2800.000	20.000	26.39	52.76	520.1	1066.0	1561769.5	51111.2
P151	2820.000	20.000	21.45	46.04	421.3	932.1	1562190.8	52043.4
P152	2840.000	20.000	12.28	59.77	238.2	1212.9	1562429.0	53256.3
P153	2860.000	20.000	17.09	45.57	328.9	929.0	1562757.9	54185.4
P154	2880.000	11.059	0.02	128.40	0.2	1439.7	1562758.0	55625.1
P155	2882.117	10.000	0.00	126.44	0.0	1282.5	1562758.0	56907.6
P156	2900.000	18.941	7.61	73.50	137.8	1432.1	1562895.8	58339.7
P157	2920.000	20.000	12.87	292.40	247.7	6045.6	1563143.6	64385.2
P158	2940.000	20.000	46.68	12.26	907.8	253.9	1564051.4	64639.1
P159	2960.000	20.000	233.44	0.00	4621.2	0.0	1568672.5	64639.1
P160	2980.000	20.000	464.33	0.00	9221.0	0.0	1577893.6	64639.1
P161	3000.000	20.000	827.92	0.00	16402.3	0.0	1594295.9	64639.1
P162	3020.000	20.000	1249.72	0.00	24807.9	0.0	1619103.8	64639.1
P163	3040.000	20.000	1719.79	0.00	34139.5	0.0	1653243.3	64639.1
P164	3060.000	20.000	1944.42	0.00	38676.4	0.0	1691919.7	64639.1
P165	3080.000	20.000	2074.42	0.00	41167.1	0.0	1733086.8	64639.1
P166	3100.000	20.000	1960.94	0.00	38821.9	0.0	1771908.8	64639.1
P167	3120.000	20.000	1681.71	0.00	33175.5	0.0	1805084.3	64639.1
P168	3140.000	20.000	1397.63	0.00	27508.7	0.0	1832593.0	64639.1
P169	3160.000	20.000	1221.26	0.00	23988.7	0.0	1856581.8	64639.1
P170	3180.000	20.000	1193.54	0.00	23492.9	0.0	1880074.6	64639.1
P171	3200.000	20.000	1080.86	0.00	21329.3	0.0	1901403.9	64639.1
P172	3220.000	13.236	920.30	0.00	12037.4	0.0	1913441.3	64639.1

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P173	3226.471	10.000	875.19	0.00	8651.8	0.0	1922093.1	64639.1
P174	3240.000	16.764	781.89	0.00	12996.5	0.0	1935089.6	64639.1
P175	3260.000	20.000	508.62	0.00	10061.9	0.0	1945151.5	64639.1
P176	3280.000	20.000	144.90	6.55	2845.8	134.0	1947997.3	64773.1
P177	3300.000	20.000	18.97	87.65	372.0	1768.0	1948369.3	66541.1
P178	3320.000	20.000	0.00	242.76	0.0	4865.4	1948369.3	71406.5
P179	3340.000	19.736	0.00	352.76	0.0	6964.7	1948369.3	78371.2
P180	3359.471	10.000	0.00	306.15	0.0	3061.6	1948369.3	81432.8
P181	3360.000	10.264	0.00	302.87	0.0	3108.7	1948369.3	84541.6
P182	3380.000	19.291	0.00	167.69	0.0	3235.0	1948369.3	87776.5
P183	3398.582	10.000	0.00	94.43	0.0	944.3	1948369.3	88720.8
P184	3400.000	10.709	0.22	86.99	2.4	932.2	1948371.7	89653.0
P185	3420.000	20.000	41.25	15.72	820.5	315.9	1949192.1	89968.9
P186	3440.000	20.000	93.10	4.69	1845.5	94.9	1951037.6	90063.8
P187	3460.000	20.000	137.99	0.00	2745.6	0.0	1953783.3	90063.8
P188	3480.000	20.000	178.11	0.00	3567.3	0.0	1957350.6	90063.8
P189	3500.000	20.000	268.29	0.00	5341.5	0.0	1962692.1	90063.8
P190	3520.000	15.791	429.32	0.00	6666.9	0.0	1969359.0	90063.8
P191	3531.582	10.000	626.18	0.00	6166.7	0.0	1975525.7	90063.8
P192	3540.000	14.209	768.54	0.00	10808.2	0.0	1986333.9	90063.8
P193	3560.000	20.000	1003.60	0.00	19967.7	0.0	2006301.6	90063.8
P194	3580.000	20.000	1266.06	0.00	25265.9	0.0	2031567.5	90063.8
P195	3600.000	20.000	1499.50	0.00	29909.9	0.0	2061477.4	90063.8
P196	3620.000	20.000	1719.39	0.00	34289.2	0.0	2095766.6	90063.8
P197	3640.000	20.000	2058.82	0.00	41081.4	0.0	2136847.9	90063.8
P198	3660.000	20.000	2383.32	0.00	47579.2	0.0	2184427.1	90063.8
P199	3680.000	20.000	2787.08	0.00	55699.7	0.0	2240126.8	90063.8
P200	3700.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P201	3720.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P202	3740.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P203	3760.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P204	3780.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P205	3800.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P206	3820.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P207	3840.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P208	3860.000	11.952	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P209	3863.905	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P210	3880.000	18.048	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P211	3900.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P212	3920.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P213	3940.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P214	3960.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P215	3980.000	18.452	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P216	3996.905	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P217	4000.000	11.548	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P218	4020.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P219	4040.000	16.846	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P220	4053.691	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P221	4060.000	13.154	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P222	4080.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P223	4100.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P224	4120.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P225	4140.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P226	4160.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P227	4180.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P228	4200.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P229	4220.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P230	4240.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P231	4260.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P232	4280.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P233	4300.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P234	4320.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P235	4340.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P236	4360.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P237	4380.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P238	4400.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P239	4420.000	12.692	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P240	4425.383	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P241	4440.000	17.308	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P242	4460.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P243	4480.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P244	4500.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P245	4520.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P246	4540.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P247	4560.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P248	4580.000	18.190	0.00	0.00	0.0	0.0	2240126.8	90063.8
P249	4596.379	10.000	1415.42	0.00	14154.1	0.0	2254280.9	90063.8
P250	4600.000	11.810	1408.78	0.00	16633.3	0.0	2270914.2	90063.8
P251	4620.000	20.000	1167.02	0.00	23307.1	0.0	2294221.3	90063.8
P252	4640.000	20.000	1035.88	0.00	20607.2	0.0	2314828.5	90063.8
P253	4660.000	20.000	827.48	0.00	16381.9	0.0	2331210.5	90063.8
P254	4680.000	18.310	712.07	0.00	12865.7	0.0	2344076.1	90063.8
P255	4696.619	10.000	652.06	0.00	6409.3	0.0	2350485.4	90063.8
P256	4700.000	11.690	654.95	0.00	7518.2	0.0	2358003.6	90063.8
P257	4720.000	20.000	628.17	0.00	12327.6	0.0	2370331.2	90063.8
P258	4740.000	20.000	516.78	0.00	10192.8	0.0	2380524.0	90063.8
P259	4760.000	20.000	303.70	0.00	5981.1	0.0	2386505.1	90063.8
P260	4780.000	20.000	228.60	0.07	4487.0	1.4	2390992.1	90065.2
P261	4800.000	20.000	87.54	51.69	1690.8	1051.7	2392682.9	91116.9
P262	4820.000	20.000	107.02	37.12	2066.5	752.1	2394749.4	91869.0
P263	4840.000	20.000	69.37	69.53	1339.6	1415.4	2396089.0	93284.3
P264	4860.000	20.000	35.77	121.87	689.1	2474.7	2396778.1	95759.1
P265	4880.000	20.000	49.31	115.29	952.3	2350.4	2397730.4	98109.5
P266	4900.000	20.000	38.30	125.23	739.2	2550.9	2398469.6	100660.5
P267	4920.000	20.000	5.20	181.61	100.1	3679.5	2398569.7	104340.0
P268	4940.000	20.000	0.00	292.34	0.0	5891.1	2398569.7	110231.1
P269	4960.000	20.000	0.00	387.07	0.0	7771.3	2398569.7	118002.4
P270	4980.000	20.000	0.00	416.30	0.0	8320.2	2398569.7	126322.6
P271	5000.000	20.000	0.00	399.19	0.0	7966.2	2398569.7	134288.8
P272	5020.000	20.000	0.00	327.63	0.0	6538.9	2398569.7	140827.7
P273	5040.000	20.000	0.00	132.80	0.0	2637.7	2398569.7	143465.3
P274	5060.000	20.000	89.53	1.46	1826.2	28.3	2400395.9	143493.6
P275	5080.000	20.000	281.35	0.00	5679.8	0.0	2406075.7	143493.6
P276	5100.000	19.037	313.76	0.00	6034.6	0.0	2412110.3	143493.6
P277	5118.074	10.000	355.17	0.00	3601.5	0.0	2415711.8	143493.6
P278	5120.000	10.963	354.03	0.00	3933.1	0.0	2419644.9	143493.6
P279	5140.000	20.000	360.30	0.00	7268.8	0.0	2426913.7	143493.6
P280	5160.000	20.000	346.15	0.00	6967.3	0.0	2433880.9	143493.6
P281	5180.000	20.000	415.51	0.00	8344.7	0.0	2442225.7	143493.6
P282	5200.000	19.157	480.13	0.00	9224.5	0.0	2451450.2	143493.6
P283	5218.314	10.000	346.88	0.00	3471.5	0.0	2454921.7	143493.6
P284	5220.000	10.843	339.13	0.00	3677.1	0.0	2458598.8	143493.6
P285	5240.000	20.000	309.41	0.00	6188.3	0.0	2464787.1	143493.6
P286	5260.000	20.000	264.87	0.00	5297.5	0.0	2470084.6	143493.6
P287	5280.000	20.000	200.29	6.98	4005.9	139.6	2474090.5	143633.2
P288	5300.000	20.000	134.11	37.04	2682.2	740.7	2476772.7	144373.9
P289	5320.000	20.000	103.65	73.70	2072.9	1474.0	2478845.6	145847.9
P290	5340.000	20.000	69.31	113.87	1386.2	2277.4	2480231.8	148125.2
P291	5360.000	14.402	29.66	157.52	427.2	2268.7	2480659.0	150393.9
P292	5368.805	10.000	29.82	171.14	296.6	1715.0	2480955.6	152108.9
P293	5380.000	15.598	35.76	162.77	552.6	2549.0	2481508.2	154657.9
P294	5400.000	20.000	49.40	142.91	979.0	2871.1	2482487.2	157529.0

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P295	5420.000	20.000	48.73	119.85	966.2	2408.2	2483453.4	159937.2
P296	5440.000	20.000	0.00	176.99	0.0	3546.0	2483453.4	163483.1
P297	5460.000	20.000	0.00	429.92	0.0	8603.2	2483453.4	172086.3
P298	5480.000	20.000	0.00	360.25	0.0	7219.2	2483453.4	179305.4
P299	5500.000	20.000	0.00	197.33	0.0	3960.2	2483453.4	183265.6
P300	5520.000	20.000	56.42	103.89	1119.1	2088.5	2484572.5	185354.0
P301	5540.000	20.000	102.17	74.94	2027.0	1507.2	2486599.5	186861.3
P302	5560.000	20.000	101.25	112.96	2006.9	2270.3	2488606.4	189131.6
P303	5580.000	20.000	93.38	85.53	1850.9	1719.7	2490457.3	190851.3
P304	5600.000	20.000	133.73	81.36	2652.5	1636.3	2493109.8	192487.7
P305	5620.000	20.000	40.32	186.31	799.1	3739.7	2493908.9	196227.3
P306	5640.000	20.000	51.55	24.80	1023.2	499.0	2494932.1	196726.3
P307	5660.000	20.000	441.61	0.00	8793.0	0.0	2503725.1	196726.3
P308	5680.000	20.000	752.29	0.00	14978.1	0.0	2518703.3	196726.3
P309	5700.000	20.000	978.91	0.00	19481.7	0.0	2538184.9	196726.3
P310	5720.000	20.000	1128.58	0.00	22463.4	0.0	2560648.4	196726.3
P311	5740.000	20.000	1106.53	0.00	22025.9	0.0	2582674.3	196726.3
P312	5760.000	20.000	1065.90	0.00	21224.4	0.0	2603898.6	196726.3
P313	5780.000	20.000	1288.52	0.00	25672.3	0.0	2629570.9	196726.3
P314	5800.000	20.000	1323.66	0.00	26371.4	0.0	2655942.2	196726.3
P315	5820.000	12.194	1248.35	0.00	15148.1	0.0	2671090.3	196726.3
P316	5824.388	10.000	1235.37	0.00	12340.0	0.0	2683430.3	196726.3
P317	5840.000	17.806	1172.20	0.00	20872.1	0.0	2704302.4	196726.3
P318	5860.000	20.000	1029.91	0.00	20598.1	0.0	2724900.5	196726.3
P319	5880.000	20.000	765.29	0.00	15305.9	0.0	2740206.4	196726.3
P320	5900.000	20.000	412.16	0.00	8243.1	0.0	2748449.5	196726.3
P321	5920.000	20.000	77.20	31.70	1543.9	634.1	2749993.5	197360.4
P322	5940.000	20.000	50.88	54.93	1017.6	1098.6	2751011.1	198459.0
P323	5960.000	20.000	23.02	54.33	460.3	1086.5	2751471.4	199545.5
P324	5980.000	20.000	19.87	34.21	397.3	684.1	2751868.7	200229.6
P325	6000.000	20.000	28.16	15.30	563.1	306.0	2752431.9	200535.6
P326	6020.000	20.000	0.00	11.32	0.0	226.4	2752431.9	200762.0
P327	6040.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2752431.9	200762.0
P328	6060.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2752431.9	200762.0
P329	6080.000	17.412	0.00	0.00	0.0	0.0	2752431.9	200762.0
P330	6094.825	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2752431.9	200762.0
P331	6100.000	12.588	0.00	0.00	0.0	0.0	2752431.9	200762.0
P332	6120.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2752431.9	200762.0
P333	6140.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	2752431.9	200762.0
P334	6160.000	20.000	14.93	2.07	296.1	41.1	2752728.0	200803.1
P335	6180.000	20.000	27.33	3.44	542.6	68.5	2753270.5	200871.6
P336	6200.000	20.000	39.40	5.17	782.9	103.4	2754053.4	200975.1
P337	6220.000	20.000	129.29	7.29	2565.7	146.2	2756619.1	201121.3
P338	6240.000	20.000	178.92	9.81	3553.0	197.1	2760172.1	201318.4
P339	6260.000	20.000	173.28	13.33	3443.5	268.5	2763615.6	201586.9
P340	6280.000	20.000	149.47	26.93	2974.6	544.0	2766590.2	202130.9
P341	6300.000	20.000	98.43	120.47	1955.1	2435.6	2768545.3	204566.4
P342	6320.000	20.000	136.65	17.57	2714.2	353.9	2771259.5	204920.4
P343	6340.000	20.000	138.57	19.72	2751.8	397.2	2774011.3	205317.6
P344	6360.000	20.000	191.74	14.10	3807.6	284.1	2777819.0	205601.7
P345	6380.000	20.000	240.00	11.39	4765.2	229.5	2782584.2	205831.2
P346	6400.000	20.000	298.96	0.31	5946.3	6.2	2788530.5	205837.4
P347	6420.000	20.000	513.33	0.00	10222.8	0.0	2798753.3	205837.4
P348	6440.000	20.000	581.30	0.00	11583.4	0.0	2810336.8	205837.4
P349	6460.000	10.047	502.24	0.00	5024.8	0.0	2815361.5	205837.4
P350	6460.095	10.000	501.79	0.00	5017.8	0.0	2820379.3	205837.4
P351	6480.000	19.953	613.36	0.00	12238.2	0.0	2832617.5	205837.4
P352	6500.000	20.000	958.02	0.00	19160.4	0.0	2851777.9	205837.4
P353	6520.000	20.000	1447.10	0.00	28942.0	0.0	2880719.9	205837.4
P354	6540.000	20.000	1797.53	0.00	35950.7	0.0	2916670.5	205837.4
P355	6560.000	20.000	2039.97	0.00	40799.4	0.0	2957469.9	205837.4

Num.	Abcisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P356	6580.000	20.000	2224.57	0.00	44491.5	0.0	3001961.4	205837.4
P357	6600.000	20.000	2358.71	0.00	47174.2	0.0	3049135.6	205837.4
P358	6620.000	20.000	2372.44	0.00	47448.8	0.0	3096584.4	205837.4
P359	6640.000	20.000	2230.25	0.00	44605.0	0.0	3141189.4	205837.4
P360	6660.000	20.000	1849.73	0.00	36994.5	0.0	3178183.9	205837.4
P361	6680.000	10.092	1456.19	0.00	14695.4	0.0	3192879.3	205837.4
P362	6680.183	10.000	1453.46	0.00	14521.7	0.0	3207401.0	205837.4
P363	6700.000	19.908	1216.93	0.00	24131.3	0.0	3231532.3	205837.4
P364	6720.000	20.000	1128.41	0.00	22395.6	0.0	3253927.9	205837.4
P365	6740.000	20.000	1090.54	0.00	21581.4	0.0	3275509.3	205837.4
P366	6760.000	20.000	940.08	0.00	18556.2	0.0	3294065.5	205837.4
P367	6780.000	20.000	694.42	0.00	13648.4	0.0	3307713.9	205837.4
P368	6800.000	16.592	540.69	0.00	8779.8	0.0	3316493.7	205837.4
P369	6813.183	10.000	445.22	0.01	4345.1	0.1	3320838.8	205837.5
P370	6820.000	13.408	389.54	0.31	5096.4	4.3	3325935.2	205841.8
P371	6840.000	20.000	181.55	12.27	3522.4	254.9	3329457.5	206096.7
P372	6860.000	20.000	8.98	133.34	171.3	2718.0	3329628.9	208814.7
P373	6880.000	20.000	0.00	419.58	0.0	8430.6	3329628.9	217245.3
P374	6900.000	20.000	0.00	641.52	0.0	12861.2	3329628.9	230106.5
P375	6920.000	20.000	0.00	744.33	0.0	14928.8	3329628.9	245035.2
P376	6940.000	20.000	0.00	708.33	0.0	14197.1	3329628.9	259232.3
P377	6960.000	20.000	0.00	598.96	0.0	12010.3	3329628.9	271242.7
P378	6980.000	20.000	0.00	501.46	0.0	10061.5	3329628.9	281304.2
P379	7000.000	20.000	0.00	403.10	0.0	8089.2	3329628.9	289393.4
P380	7020.000	20.000	0.00	317.84	0.0	6379.1	3329628.9	295772.5
P381	7040.000	20.000	0.00	380.46	0.0	7650.8	3329628.9	303423.3
P382	7060.000	17.704	0.00	404.76	0.0	7183.6	3329628.9	310606.9
P383	7075.408	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3329628.9	310606.9
P384	7080.000	12.296	0.00	0.00	0.0	0.0	3329628.9	310606.9
P385	7100.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3329628.9	310606.9
P386	7120.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3329628.9	310606.9
P387	7140.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3329628.9	310606.9
P388	7160.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3329628.9	310606.9
P389	7180.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3329628.9	310606.9
P390	7200.000	14.204	0.00	0.00	0.0	0.0	3329628.9	310606.9
P391	7208.408	10.000	1752.87	0.00	17527.4	0.0	3347156.3	310606.9
P392	7220.000	15.796	1852.86	0.00	29268.0	0.0	3376424.2	310606.9
P393	7240.000	20.000	1905.98	0.00	38119.7	0.0	3414543.9	310606.9
P394	7260.000	16.423	1971.26	0.00	32373.8	0.0	3446917.7	310606.9
P395	7272.846	10.000	2001.60	0.00	20032.4	0.0	3466950.2	310606.9
P396	7280.000	13.577	2004.24	0.00	27270.6	0.0	3494220.7	310606.9
P397	7300.000	20.000	1882.57	0.00	37724.4	0.0	3531945.2	310606.9
P398	7320.000	20.000	1581.72	0.00	31678.3	0.0	3563623.5	310606.9
P399	7340.000	20.000	1235.77	0.00	24741.4	0.0	3588364.8	310606.9
P400	7360.000	20.000	778.74	0.00	15601.1	0.0	3603965.9	310606.9
P401	7380.000	20.000	343.35	0.00	6886.9	0.0	3610852.8	310606.9
P402	7400.000	20.000	149.63	3.16	3009.1	62.6	3613861.9	310669.5
P403	7420.000	20.000	35.56	56.62	716.9	1126.5	3614578.8	311796.1
P404	7440.000	20.000	25.30	69.19	510.4	1377.8	3615089.2	313173.8
P405	7460.000	20.000	30.30	61.53	611.3	1225.0	3615700.5	314398.8
P406	7480.000	20.000	49.12	59.60	990.4	1186.0	3616691.0	315584.8
P407	7500.000	20.000	80.75	28.64	1627.1	569.3	3618318.0	316154.1
P408	7520.000	20.000	155.34	2.86	3125.4	56.8	3621443.4	316211.0
P409	7540.000	20.000	233.78	0.00	4690.4	0.0	3626133.9	316211.0
P410	7560.000	20.000	113.10	0.00	2263.2	0.0	3628397.1	316211.0
P411	7580.000	20.000	0.00	101.96	0.0	2040.6	3628397.1	318251.5
P412	7600.000	13.429	0.00	255.17	0.0	3426.5	3628397.1	321678.0
P413	7606.858	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P414	7620.000	16.571	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P415	7640.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P416	7660.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P417	7680.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P418	7700.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P419	7720.000	17.433	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P420	7734.866	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P421	7740.000	12.567	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P422	7760.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P423	7780.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P424	7800.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P425	7820.000	17.553	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P426	7835.106	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P427	7840.000	12.447	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P428	7860.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P429	7880.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P430	7900.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P431	7920.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P432	7940.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P433	7960.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P434	7980.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P435	8000.000	15.845	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P436	8011.691	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P437	8020.000	14.155	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P438	8040.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P439	8060.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P440	8080.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P441	8100.000	15.965	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P442	8111.931	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P443	8120.000	14.035	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P444	8140.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P445	8160.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P446	8180.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P447	8200.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P448	8220.000	10.788	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P449	8221.575	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P450	8240.000	19.212	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P451	8260.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P452	8280.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P453	8300.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P454	8320.000	10.908	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P455	8321.815	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P456	8340.000	19.092	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P457	8360.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P458	8380.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P459	8400.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P460	8420.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P461	8440.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P462	8460.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P463	8480.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P464	8500.000	10.328	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P465	8500.657	10.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P466	8520.000	19.672	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P467	8540.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P468	8560.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P469	8580.000	20.000	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P470	8600.000	10.448	0.00	0.00	0.0	0.0	3628397.1	321678.0
P471	8600.897	10.000	8.56	82.41	85.6	824.1	3628482.7	322502.1
P472	8620.000	19.552	27.65	44.65	540.5	872.9	3629023.2	323375.0
P473	8640.000	20.000	76.95	3.88	1539.1	77.6	3630562.3	323452.6
P474	8660.000	20.000	155.34	0.00	3106.8	0.0	3633669.1	323452.6
P475	8680.000	20.000	110.13	3.32	2202.6	66.3	3635871.8	323518.9
P476	8700.000	17.096	87.36	11.15	1493.4	190.6	3637365.2	323709.5
P477	8714.191	10.000	133.82	6.70	1344.9	66.6	3638710.0	323776.1

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P478	8720.000	12.904	177.26	0.26	2320.5	3.2	3641030.5	323779.3
P479	8740.000	20.000	340.82	0.00	6872.8	0.0	3647903.4	323779.3
P480	8760.000	20.000	491.61	0.00	9893.7	0.0	3657797.0	323779.3
P481	8780.000	20.000	622.11	0.00	12521.2	0.0	3670318.2	323779.3
P482	8800.000	20.000	772.97	0.00	15559.1	0.0	3685877.4	323779.3
P483	8820.000	20.000	867.89	0.00	17447.1	0.0	3703324.5	323779.3
P484	8840.000	20.000	819.44	0.00	16457.5	0.0	3719782.1	323779.3
P485	8860.000	20.000	648.67	0.00	13026.1	0.0	3732808.2	323779.3
P486	8880.000	20.000	446.91	0.00	8976.4	0.0	3741784.6	323779.3
P487	8900.000	20.000	264.76	0.00	5325.1	0.0	3747109.8	323779.3
P488	8920.000	20.000	207.02	0.00	4155.3	0.0	3751265.1	323779.3
P489	8940.000	20.000	274.26	0.00	5490.7	0.0	3756755.8	323779.3
P490	8960.000	20.000	363.67	0.00	7274.2	0.0	3764030.0	323779.3
P491	8980.000	20.000	366.49	0.00	7336.7	0.0	3771366.7	323779.3
P492	9000.000	20.000	285.38	0.00	5730.3	0.0	3777097.0	323779.3
P493	9020.000	20.000	228.44	0.00	4607.8	0.0	3781704.9	323779.3
P494	9040.000	16.983	271.47	0.00	4648.8	0.0	3786353.7	323779.3
P495	9053.966	10.000	334.86	0.00	3365.5	0.0	3789719.3	323779.3
P496	9060.000	13.017	365.01	0.00	4751.3	0.0	3794470.5	323779.3
P497	9080.000	20.000	422.09	0.00	8441.8	0.0	3802912.4	323779.3
P498	9100.000	20.000	387.11	0.00	7742.2	0.0	3810654.6	323779.3
P499	9120.000	20.000	317.02	0.00	6340.5	0.0	3816995.1	323779.3
P500	9140.000	20.000	300.25	0.79	6005.0	15.7	3823000.1	323795.1
P501	9160.000	18.707	293.50	1.94	5490.6	36.4	3828490.7	323831.4
P502	9177.414	10.000	348.69	0.00	3482.6	0.0	3831973.2	323831.4
P503	9180.000	11.293	356.83	0.00	3991.1	0.0	3835964.3	323831.4
P504	9200.000	20.000	455.88	0.00	9049.5	0.0	3845013.8	323831.4
P505	9220.000	20.000	444.72	0.00	8850.6	0.0	3853864.5	323831.4
P506	9240.000	20.000	258.46	0.00	5138.1	0.0	3859002.6	323831.4
P507	9260.000	20.000	101.14	2.83	2002.2	57.5	3861004.8	323888.9
P508	9280.000	20.000	54.36	23.23	1071.9	470.2	3862076.7	324359.1
P509	9300.000	20.000	7.08	70.65	139.1	1424.7	3862215.8	325783.8
P510	9320.000	20.000	0.00	163.56	0.0	3281.5	3862215.8	329065.2
P511	9340.000	20.000	0.00	183.48	0.0	3679.2	3862215.8	332744.4
P512	9360.000	20.000	0.00	121.13	0.0	2430.7	3862215.8	335175.2
P513	9380.000	20.000	42.32	5.64	837.5	114.5	3863053.3	335289.7
P514	9400.000	20.000	258.38	0.00	5156.7	0.0	3868210.0	335289.7
P515	9420.000	20.000	485.61	0.00	9694.9	0.0	3877904.8	335289.7
P516	9440.000	20.000	666.21	0.00	13273.9	0.0	3891178.8	335289.7
P517	9460.000	12.341	872.69	0.00	10704.2	0.0	3901883.0	335289.7
P518	9464.682	10.000	935.95	0.00	9345.7	0.0	3911228.7	335289.7
P519	9480.000	17.659	1120.21	0.00	19781.7	0.0	3931010.4	335289.7
P520	9500.000	20.000	1360.80	0.00	27216.1	0.0	3958226.5	335289.7
P521	9520.000	20.000	1634.37	0.00	32687.3	0.0	3990913.8	335289.7
P522	9540.000	20.000	1852.60	0.00	37052.1	0.0	4027965.9	335289.7
P523	9560.000	20.000	1897.66	0.00	37953.3	0.0	4065919.2	335289.7
P524	9580.000	20.000	1664.16	0.00	33283.2	0.0	4099202.4	335289.7
P525	9600.000	20.000	1408.91	0.00	28178.1	0.0	4127380.5	335289.7
P526	9620.000	20.000	1118.77	0.00	22375.3	0.0	4149755.9	335289.7
P527	9640.000	20.000	806.26	0.00	16125.1	0.0	4165881.0	335289.7
P528	9660.000	20.000	544.96	0.00	10899.1	0.0	4176780.1	335289.7
P529	9680.000	20.000	370.60	0.00	7412.0	0.0	4184192.1	335289.7
P530	9700.000	20.000	201.52	0.00	4030.3	0.0	4188222.5	335289.7
P531	9720.000	15.302	100.00	0.00	1530.2	0.0	4189752.6	335289.7
P532	9730.604	5.302	62.11	3.48	329.3	18.4	4190081.9	335308.1