

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed khider –Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil et d'Hydraulique
Référence :/2020



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية و الري
المرجع/2020

Mémoire de Master

Filière : Travaux publics

Spécialité : Voies et ouvrages d'art

Thème

**Etude du dédoublement de la RN78
sur 7 km du PK15+600 au PK22+700**

Etudiant :
Mebrouki Radwane

Encadreur :
Dr: BEN AMMAR Ben Khadda

Année universitaire : 2019 - 2020



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

*Avant tout nous remercions **DIEU** le tout puissant de nous avoir donné la chance d'étudier, et nous avoir armé par la force, le courage et la patience afin d'accomplir cette mission de formation MASTER.*

Je remercie mes chers Parents qui se sont consacrés à m'inculquer la bonne éducation et qui ont sue offrir en moi tout ce qui se trouve de plus beau en ce monde ; sans oublier mes frères et ma soeur qui m'ont soutenu largement.

*Je remercie bien fort mon encadreur le **Dr. Ben Amar Ben Khadda**, qui m'a confié ce travail et l'avez suivie avec compétenceet rigueur. C'est grâce a sa disponibilité constante et l'encadrement réservé sans relâche que j'ai pu réaliser ce travail ; sans oublier mes professeurs.*

Je remercie mes amis ainsi que mes collègues de MASTER avec que j'ai passé de bons moment.

J'exprime ici ma gratitude aux personnes qui de près ou de loin ont contribué a l'établissement de cette mémoire.

Merci a toute et a tous ; que DIEU nous protège.

Mebrouki Radwane

Dédicace

Tout d'abord je remercie le dieu qui m'a donné Le courage pour arriver à ce stade de fin d'études

Je dédie ce modeste travail

A ma plus belle étoile qui puisse exister dans l'univers ma chère mère.

A mon meilleur ami : mon père le plus beau et bon de tous les pères.

A ma chère soeur, et me frères.

A tous mes amis, et ma famille

A mes amis étudiant MASTER et collègues de la promotion 2020 sans exception.

A tous ce qui m'a aides de prés ou de loin a la construction de ce travail.

Que DIEU le tout puissant nous bénisse et nous protège

Mebrouki Radwane

RÉSUMÉ

L'objectif principal de cette étude est de rechercher la faisabilité technique, socio-économique et financière et répondre au besoin d'augmentation de trafic pour que notre route RN 78 supporte le trafic.

Notre étude concerne un dédoublement de la RN 78 qui est situé à la wilaya de Sétif à celle de Biskra en passant par Batna sur 7.2 km.

Ce travail consiste à maintenir au maximum la chaussée existante et dédoublée à (02×02 voies) avec un TPC (Terre Plein Central) et dimensionner le corps de chaussée de la route neuve et de procéder à renforcer la route existante compte tenu de réseaux d'assainissement existants et faire une conception de carrefour giratoire.

Mots clés : trafic, dédoublement, TPC, assainissement, carrefour giratoire

ABSTRACT

The main objective of this study forward detailed project is to look for the technical, socioeconomic financier and answered the need for increase of traffic so that our national road 78 supported the Traffic.

We before detailed project concern a halving of the national road 78 with situated in the wilaya of Setif to Biskra passing by Batna For 7.2km.

This work consist maintaining at the most put existing and divided in to halves in (2x2see) with one Earth full echange and sized the corps of weaning road nine and to proceed in strengthened the existing road account held by sewer systems existing and to make a design of gyrating crossroad.

Keywords: before detailed project, Traffic, Gyrating crossroad.

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I :Presentation de la route

Figure.I.1 : Localisation de la Wilaya de Sétif	2
Figure.I.2 : Le Réseau routières de la Wilaya de Sétif.	3
Figure.I.3 : Situation du projet.	4

CHAPITRE III :Dimensionnement de chaussée

Figure III .1 : Les différentes Couches De Chaussée.	16
Figure III .2 : Les différents types de chaussée	17
Figure III .3 : Schéma montre la démarche du catalogue	20
Figure III .4 : La classe du trafic TPLI	21
Figure III .5: Modélisation par alizé	32
Figure III.6 : Résultats Alizé de la modélisation optimisée	32
Figure III .7: Résultats Alizé de la modélisation optimisée	33

CHAPITRE IV :Trace en plan

Figure IV.1 : Les éléments géométriques du tracé en plan	34
Figure IV.2 : Force centrifuge	36
Figure IV.3 : Zone de dérasement	38
Figure IV.4 : Courbe de raccordement parabole cubique	40
Figure IV.5 : Courbe de raccordement clothoïde	41
Figure IV.6 : Courbe en S	43
Figure IV.7: Courbe à sommet	43
Figure IV.8 : Courbe en C	44

CHAPITRE V :Profile en long

Figure V.1 : Élément géométriques du profil en long	49
---	----

CHAPITRE VI :Profile en travers

Figure VI.1 : Différents types de profil en travers.	55
Figure VI.2 : Profil en travers type 2×2 voies	56

CHAPITRE VII :Cubatures

Figure VII.1 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné.	59
Figure VII.2 : Les sections des profils en travers d'un tracé donné.	60

CHAPITRE IX :Signalisation et éclairage

Figure IX.1: Signalisation Horizontale	69
Figure IX.2: types des panneaux signalisation	70
Figure IX.3: Exemple dimensionnement signalisation	70
Figure IX.4: Coupe transversale et disposition de l'éclairage public	71

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II :Etude de trafic

Tableau II- 1 : Coefficient d'équivalence « P »	9
Tableau II- 2 : coefficient K_1	10
Tableau II- 3 : coefficient K_2	10
Tableau II- 4 : Capacité théorique	10
Tableau II- 3 : récapitulatif.	13

CHAPITRE III :Dimensionnement de chaussée

Tableau III-1 Les coefficients d'équivalence.	19
Tableau III-2: Classes de portance de sol-support	22
Tableau III-3: les caractères des zones climatique en Algérie	23
Tableau III.4: Résultat de dimensionnement par la Méthode CBR	25
Tableau III-5 : classification des réseaux principaux	25
Tableau III-6 : Classe TPLi pour RP1	26
Tableau III-7 : Présentation des classes de portance des sols	26
Tableau III-8 : Classes de portance à long terme du sol support	27
Tableau III-9 Amélioration de la portance du sol support	27
Tableau III.10 : Tableau des données	30

CHAPITRE IV :Trace en plan

Tableau IV-1 : Paramètres fondamentaux	47
---	----

CHAPITRE V :Profile en long

Tableau V.1: Valeur de la déclivité maximale (B40).	50
Tableau V-2 : Paramètres géométriques des rayons profil en long.	53

CHAPITRE VIII :Etude géotechnique

Tableau VIII.1 : Résultats des essais physiques	65
--	----

Tableau VIII.2 : Résultats des essais physiques 61

Tableau VIII.3: Résultat des essais mécaniques 61

CHAPITRE IX :Signalisation et éclairage

Tableau IX.1 :Modulation des lignes discontinues. 68

SOMMAIRE

SOMMAIRE

REMERCIEMENT

RESUME

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

INTRODUCTION GENERALE

01

CHAPITRE I. PRESENTATION DE LA ROUTE

I.1. Présentation de la wilaya	02
I.2. Le réseau routières de la wilaya de Sétif	02
I.3. Routes nationales traversant la wilaya de Sétif	03
I.4. Présentation du projet	04
I.5. Les objectifs principaux de ce projet	05

CHAPITRE II. ETUDE DE TRAFIC

II.1. Introduction	06
II.2. Analyse du trafic	06
II.3. Différents type de trafic	06
II.4. Modèles de présentation de trafic	07
II.5. Calcul de la capacité	07
II.6. Application au projet	11
II.7. Conclusion	13

CHAPITRE III. DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSEES

III.1. Introduction	14
III.2. La chaussée	14
III.2.1. Définition	14
III.3. Principe de la constitution des chaussées	15
III.4. Les différentes couches de chaussée	16
III.5. Les différents types des chaussées	16
III.6. Methodes de dimensionnement	17
III.7. Application au projet	23
III.8. Conclusion	33

CHAPITRE IV. TRACE EN PLAN

IV.1. Définition	34
IV.2. Les éléments géométriques du tracé en plan	34
IV.3. Arc de cercle	35
IV.4. Les courbes de raccordement	39
IV.5. Les conditions de raccordement	41
IV.6. Combinaisons des éléments du tracer en plan	40
IV.7. Devers	44
IV.8. La vitesse de référence	45
IV.9. Paramètres fondamentaux	46
IV.10. Récapitulatif d'axe en plan	48

CHAPITRE V. PROFIL EN LONG

V.1. Définition	49
V.2. Les éléments de composition du profil en long	50
V.3. Déclivité	50
V.4. Raccordements en profil en long	51
V.5. Caractéristiques des rayons en long	53
V.6. Récapitulatif de profile en long	54

CHAPITRE VI. PROFIL EN TRAVERS

VI.1. Définition	55
VI.2. Les éléments de composition du profil en travers	56
VI.3. Le profil en travers type du projet	58

CHAPITRE VII. CUBATURE

VII.1. Introduction	59
VII.2. Méthode de calcul des cubatures	59
VII.3. Exemple d'application	59
VII.4. Calcul des cubatures de projet	60

CHAPITRE VIII. ETUDE GEOTECHNIQUE

VIII.1. Introduction	61
VIII.2. Les différents essais en laboratoire	61
VIII.3. Les objectifs	62
VIII.4. Les Essais d'identification	62
VIII.5. Les Essais Mécaniques	63
VIII.6. Condition d'utilisation des sols en remblais	64
VIII.7. Résultats des essais au laboratoire	65

CHAPITRE IX. SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

IX.1-Signalisation

IX.1.1. Introduction	66
IX.1.2. Objectifs de signalisation routière	66
IX.1.3. Principes fondamentaux pour une signalisation efficace	66
IX.1.4. Types de Signalisation	66

IX.2-Eclairage

IX.2.1-Introduction	70
IX.2.2-Catégories d'éclairage	70
IX.2.3-Paramètres de l'implantation des luminaires	70
IX.2.4. Application au projet	70

CHAPITRE X. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF 72

CONCLUSION 73

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Introduction

Introduction générale

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

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant par saturation, il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études.

D'où l'importance de mon étude, qui consiste à faire la conception du dédoublement d'un tronçon routier de la route nationale RN 78 sud sur 7 Km qui se situe dans la Wilaya de Sétif.

La route nationale RN 78 a une importance stratégique, car elle constitue une liaison entre Sétif et Batna, c'est une route passant par des zones pastorales.

Ce projet de dédoublement étant nécessaire, compte tenu de :

- L'importance de la route existante qui doit supporter l'intensité du trafic actuel.
- Les différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région et la demande croissante en matière de transport de marchandises qui traverse cet axe.

Chapitre I

Présentations de la route

I.1. Présentation de la wilaya :

La wilaya de Sétif est située au Nord- Est Algérien, dans la région des hauts plateaux, elle est distante de la Capitale Alger de 300 Kms, et s'élève à 1100 m d'altitude.

✚ La wilaya est limitée par les wilayas suivantes :

- Au Nord les wilayas de Jijel et Béjaia.
- À l'Est la wilaya de Mila.
- À l'Ouest la wilaya de Bordj-Bou-Argeridj.
- Au Sud les wilayas de Batna et M'sila.

Sa superficie est estimée à **6 504** km² et compte une population de **1 489 979** habitants (Estimation 2008), soit une densité de **229** habitants/Km², elle compte **20** Daïras et **60** communes.



Figure I-1 : Localisation de la Wilaya de Sétif

I.2. Le réseau routier de la wilaya de Sétif :

Vaste étendue de 6504 km², elle est desservie par un important réseau routier à caractère national constitué de 3500 km réparti en :

- ✚ Routes nationales : 634,49 km.
- ✚ Chemins de wilaya : 673,37 km.
- ✚ Chemins communaux : 2162,15 km.
- ✚ L'autoroute Est-Ouest la traverse par un linéaire de 75 km.

I.3. Routes nationales traversant la wilaya de Sétif:

- la RN5 reliant Alger à Constantine,
- la RN9 reliant Béjaïa à Sétif,
- la RN28 reliant Biskra à Sétif,
- la RN75 reliant Batna à Sétif.

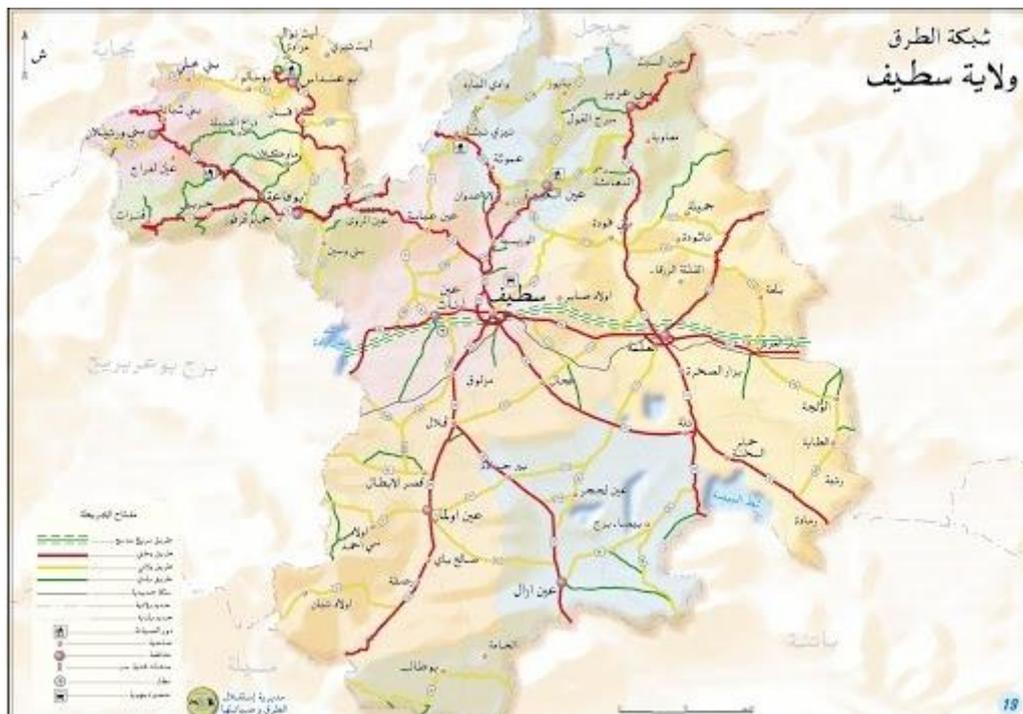


Figure I-2 : Le Réseau routier de la Wilaya de Sétif.

I.2. Présentation du projet :

L'opération est située sur le territoire la Wilaya de Sétif. Elle consiste au dédoublement de la route RN-78 reliant la Wilaya de Sétif à celle de Biskra en passant par Batna sur 38 km qui représente une section de la liaison.

Le tronçon concerné par la présente étude, prend origine sur la RN-28 au nord de la limite urbaine de la commune de Guellal et prend fin à la limite de la wilaya de Sétif avec celle de Batna.

Cette section à étudier sur une longueur de 7 km présente un trafic journalier moyen important estimé à l'ordre 13000v/j (TJMA2013).

- Le pourcentage du poids lourds est de 13%.

- L'itinéraire du projet est classé en environnement (E1), de catégorie (C3) et d'après le B40 la vitesse de référence sera $V = 80$ Km/h.



Photo. I.3: Situation du projet.

I.2. Les objectifs principaux de ce projet :

La présente note a pour objectif de définir les aménagements à réaliser afin de sécuriser la route nationale (RN 78) depuis la limite d'agglomération nord (carrefour avec RN 28) jusqu'à la limite de Batna.

La longueur totale de la RN 78 est d'environ 38 km. La route, d'un tracé **très rectiligne**, sans obstacle visuel, sans point particulier tel que carrefour giratoire, rythmée par la traversée des quatre villages Guellal, Melloul Bir Haddada et Ouled Rchid.

Notre objectif principal consiste à augmenter le niveau de service de la route existante par dédoublement (**2×N** voies) avec un séparateur (TPC).

Sachant que le profil en travers de la route existante se présente comme suit:

- Une chaussée bidirectionnelle présente une largeur moyenne variant de 6.80 à 7.00 m.
- Bordées latéralement par deux accotements de largeur moyenne variant de 1.50 à 1.70 m.
- Des fossés bétonnés par endroit peu profonds de largeur moyenne variant de 0.70 et à 1.8 m de largeur pour l'évacuation des eaux de pluie.

Les intérêts résultent de :

- L'amélioration des conditions de sécurité par la réalisation d'une infrastructure répondant aux normes actuelles.
- La régularisation des temps de parcours par la déviation des centres urbains sujets à la congestion du trafic aux heures de pointe et l'aménagement de carrefours permettant les échanges en préservant la fluidité.

Chapitre II

Etude De Trafic

II.1-Introduction:

Une étude de trafic est une phase fondamentale qui doit intervenir à l'amont de toute réflexion relatif à un projet routier. Elle permet de déterminer l'intensité du trafic et son agressivité (poids lourds). Le dimensionnement du corps de chaussée nécessite la connaissance du trafic journalier moyen annuel (TJMA) ainsi que sa répartition sur les différentes catégories de véhicules.

Dans une étude complète d'infrastructure, il est impératif de :

- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.
- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les coûts d'entretiens.

II.2-Analyse du trafic :

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier et consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume, composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, la détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales.
- Comptages sur routes (manuels, automatique).
- Enquêtes de circulation. (Origine, destination).

II.3-Différents types de trafic :

On distingue quatre types de trafics:

II.3.1-Le trafic normal :

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

II.3.2-Trafic dévié :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant. La dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre le différent moyen pour atteindre la même destination.

II.3.3-Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison
- De la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations
- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts

De production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

II.3.4-Trafic total :

C'est le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

II.4-Modèles de présentation de trafic :

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaine.

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

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

II.5-Calcul de la capacité :**II.5.1-Définition de la capacité :**

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux

directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée. La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

La capacité dépend :

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

II.5.2-Projection future du trafic :

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

$$T J M A _ h = T J M A _ 0 \times (1 + \tau)^n$$

Avec :

$T J M A _ h$: Le trafic à l'année horizon.

$T J M A _ 0$: Le trafic à l'année de référence.

n : Nombre d'année.

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

II.5.3-Calcul de trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement.

Pour cela on utilise des coefficients à d'équivalence pour convertir les PL en (uvp).

Le trafic effectif est donné la relation suivante :

$$T _ { eff } = [(1 - z) + p \times z] \times T J M A _ h$$

Avec :

T_{eff} : Trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

z : Pourcentage de poids lourd.

p : Coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend.

Tableau II- 1 : Coefficient d'équivalence « P »

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-11	16-24

II.5.4-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 (uvp) et donné par la formule suivante :

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

Avec :

Q : Débit de pointe horaire.

$1/n$: Coefficient de pointe en général égal à 0.12.

T_{eff} : Trafic effectif.

II.5.5-Débit horaire admissible :

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

$$Q_{adm} = K_1 \times K_2 \times C_{th}$$

Avec : K_1 : Coefficient lié à l'environnement.

K_2 : Coefficient de réduction de capacité.

C_{th} : Capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Tableau II- 2 : coefficient K_1

Environnement	E_1	E_2	E_3
K_1	0,75	0,85	0,9à0,95

Tableau II- 3 : coefficient K_2

environnement	1	2	3	4	5
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 II- 4 : Capacité théorique C_{th}

Type de la Route	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

II.5.6-Calcul du nombre de voies :**a. Cas d'une chaussée bidirectionnelle :**

On compare Q à Q_{adm} et on opte le profil auquel correspond la valeur de Q_{adm} la plus proche à Q .

$$Q_{adm} \geq Q$$

b. Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

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

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

Avec:

Q_{adm} : Débit admissible par voie.

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

II.6-Application au projet:

II.6.1- Les données de trafic:

Un comptage a été effectué en 2013 par le service spécialisé de la **DTP** de Sétif, pour estimer le trafic à l'année horizon. A partir du résultat de ce dernier on fait une projection jusqu'à l'année 2042, tout en sachant que la durée de vie de notre projet est estimée à 20 ans, et sa mise en service est prévue pour l'année 2022.

On a :

- Le trafic à l'année 2013 $TJMA_{(2013)} = 9000 \text{ v / j}$
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- L'environnement: **E1**, catégorie **C3**.
- Le pourcentage de poids lourds $Z = 13\%$
- L'année de mise en service sera en **2022**.
- La durée de vie estimée de **20 ans**.

II.6.2-Projection future de trafic :

L'année de mise en service (2022)

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

$$TJMA_{2022} = 9000 \times (1 + 0,04)^9 = 12810 \text{ v / j}$$

$$TJMA_{2039} = 12810 \times (1 + 0,04)^{20} = 28068 \text{ v / j}$$

$$TJMA_{2019} = 12810 \text{ v / j}$$

$$TJMA_{2039} = 28068 \text{ v / j}$$

II.6.3.Calcul du trafic effectif :

$$T_{eff} = [(1 - Z) + Z \times P] \times TJMA_h$$

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, pour notre cas $P=2$ (route à 2voies dans un environnement E_1).

$$\triangleright T_{eff\ 2022} = ((1 - 0,13) + 2 \times 0,13) \times 12810 = 14475 \text{ uvp} / h$$

$$\triangleright T_{eff\ 2042} = ((1 - 0,13) + 2 \times 0,13) \times 28068 = 31717 \text{ uvp} / h.$$

$$T_{eff\ 2022} = 14475 \text{ uvp} / h$$

$$T_{eff\ 2042} = 31717 \text{ uvp} / h$$

II.6.4-Débit de pointe horaire normale:

$$Q_{(2042)} = (1 / n) \times T_{eff\ 2042}$$

$$Q_{(2042)} = 0,12 \times 31717 = 3806 \text{ uvp} / h$$

$$Q_{(2042)} = 3806 \text{ uvp} / h$$

II.6.5-Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée

$$Q_{adm} = K_1 \times K_2 \times C_{th}$$

K_1 : Coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E1.

K_2 : Coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement (E1) et catégorie (C1)

$C_{th} = 1800 \text{ uvp} / h$ (D'après le B40 pour une chaussée séparée).

$$Q_{adm} = 0,75 \times 1 \times 1800 = 1350 \text{ uvp} / h$$

II.6.6-Le nombre de voies:

$$N = S \times (Q / Q_{adm})$$

Avec: $S = 2 / 3$

$$N = (2 / 3) \times (3806 / 1350) = 1.87 \approx 2$$

Donc : **N = 2 voie/sens**

- Donc notre route sera constituée d'une **chaussée de 2×2 voies**.

II.6.7-Calcul de l'année de saturation de 2×2 voies:

$$n = \frac{\log \left(\frac{Q_{saturation}}{Q_{2022}} \right)}{\log (1 + \tau)}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm} = 4 \times 1350 = 5400 \text{ uvp / h}$$

$$Q_{(2022)} = \frac{1}{n} T_{eff\ 2022} = 0.12 \times 12810 = 1537 \text{ uvp / h}$$

$$n = \frac{\log \left(\frac{5400}{1537} \right)}{\log (1 + 0,04)} = 32 \text{ ans}$$

Donc notre route sera saturée **32ans** après la mise en service. D'où l'année de saturation sera **2054**.

II.7-Récapitulatif :

- Les calculs sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau II- 5 : récapitulatif.

TJMA ₍₂₀₁₃₎ v/j	TJMA ₍₂₀₂₂₎ v/j	TJMA ₍₂₀₄₂₎ v/j	T _{eff(2042)} uvp/j	Q ₍₂₀₄₂₎ uvp/h	N
9000	12810	28068	31717	3806	2

III.6.Conclusion :

D'après les calculs effectués, la RN78 nécessite un dédoublement de voies. Le tronçon étudié, aura un profil composé de «2×2» voies.

Le calcul montre par ailleurs que la saturation est prévisible pour 2054.

Chapitre III

Dimensionnement De Chaussée

III.1-Introduction :

Les qualités que doit présenter une chaussée moderne sont très nombreuses, les plus importantes pour l'utilisateur sont : la sécurité et le confort.

La sécurité est assurée si le conducteur est en mesure de freiner à tout instant.

Le confort sera parfait, si le profil de la chaussée est exempt de toute irrégularité; qui risquerait d'engendrer des oscillations verticales inconfortables à la carrosserie ou à des roues.

La chaussée sera durable, si sous l'effet du trafic, freinage et en virage restent possibles dans les mêmes conditions durant de nombreuses années.

La qualité de la construction de chaussées joue un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

Le calcul et la justification des épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée retenue, sont fixés en fonction des paramètres fondamentaux qui sont :

- L'environnement de la route.
- Le trafic.
- La nature du sol support.
- Les matériaux choisis.
- La durée de vie de la chaussée.

III.2-La chaussée :

III.2.1-Définition :

- **Au sens géométrique** :c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel** :c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges :

III.3-Principe de la constitution des chaussées :

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

- De la charge des véhicules.
- Des chocs.
- Des intempéries.
- Des efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage.

III.4-Les différentes couches de chaussée :

III.4.1-Couche de surface :

Cette couche en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieure, elle est composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison.

Elle a pour rôle essentiel d'assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

III.4.2-Couche de base :

C'est une couche intermédiaire, permet le passage progressif entre CR et CF, Elle reprend les efforts verticaux et répartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

III.4.3-Couche de fondation :

Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

La couche de base et la couche de fondation forment le « corps de chaussée ».

III.4.4-Couche de forme :

Elle est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol support:

- **Sur un sol rocheux :**

Elle joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.

- **Sur un sol peu portant (argileux à teneur en eau élevée) :**

Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

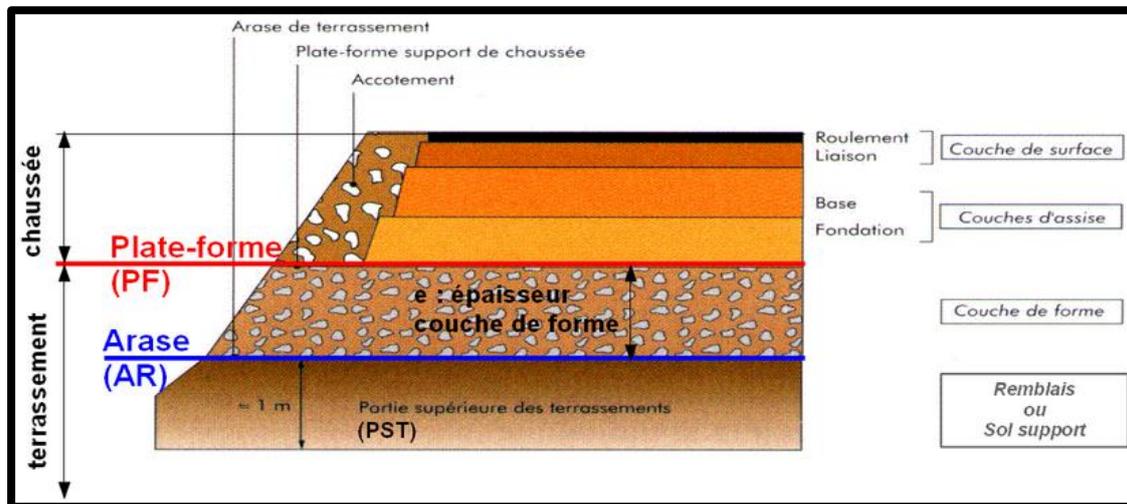


Figure III.1. Les différentes Couches de Chaussée.

III.5-Les différents types des chaussées :

Il existe trois types de chaussée:

- Chaussée souple.
- Chaussée semi - rigide.
- Chaussée rigide.

Dans une chaussée souple, on distingue, en partant du haut vers le bas, les couches suivantes :

- La couche de surface ou couche de roulement.
- La couche de base.
- La couche de fondation.
- La couche de forme.

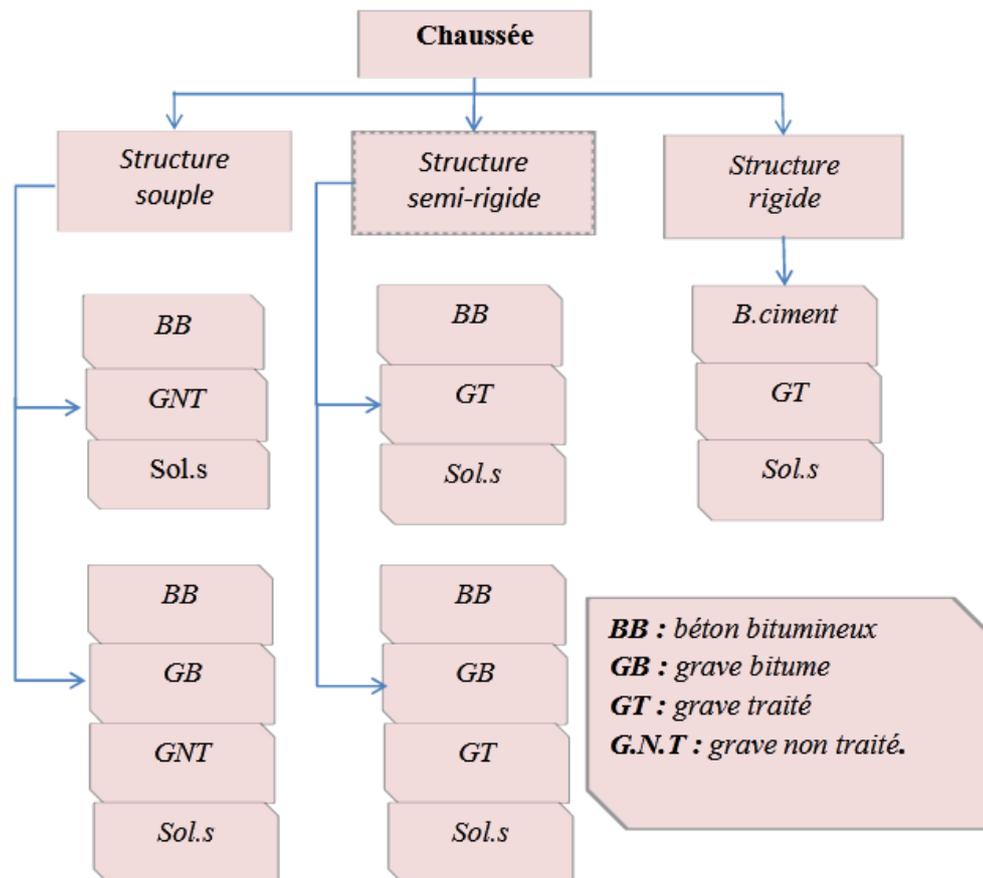


Figure III-2 Les différents types de chaussée

III.6-Méthodes de dimensionnement :

Toutes les méthodes existantes de dimensionnement du corps de chaussée s'appuient sur la force portante du sol, le trafic et les caractéristiques mécaniques des matériaux constituant les différentes couches. Notre corps de chaussée sera dimensionné avec les deux méthodes suivantes :

- Méthode CBR.
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du C.T.T.P.
- Méthode du catalogue des structures.
- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).

Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser deux méthodes qui sont : la méthode dite **CBR** et la méthode de **C.T.T.P.**

III.6.1-La méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio):

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur au moins de 15 cm. La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci-après :

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{P} \left(75 + 50 \log \frac{N}{10} \right)}{CBR + 5}$$

Avec :

E: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

N: désigne le nombre journalier de camion de plus de 1500 kg à vide

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

Log: logarithme décimal

III.6.1.1-Notion de l'épaisseur équivalente:

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches, et l'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient « a » appelé coefficient d'équivalence.

L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des équivalents des couches :

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

$a_1 \times e_1$: Couche de roulement.

$a_2 \times e_2$: Couche de base.

$a_3 \times e_3$: Couche de fondation.

Où:

a_1, a_2, a_3 : sont des coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : Épaisseurs réelles des couches.

III.6.1.2-Coefficient d'équivalence :

Le tableau suivant indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

Tableau III-1 Les coefficients d'équivalence.

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

III.6.2-Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

Cette méthode se base essentiellement sur quatre paramètres :

- Le trafic
- La portance de sol support de la chaussée.
- Zone climatique et l'environnement.
- Les matériaux utilisés.

La démarche du catalogue :

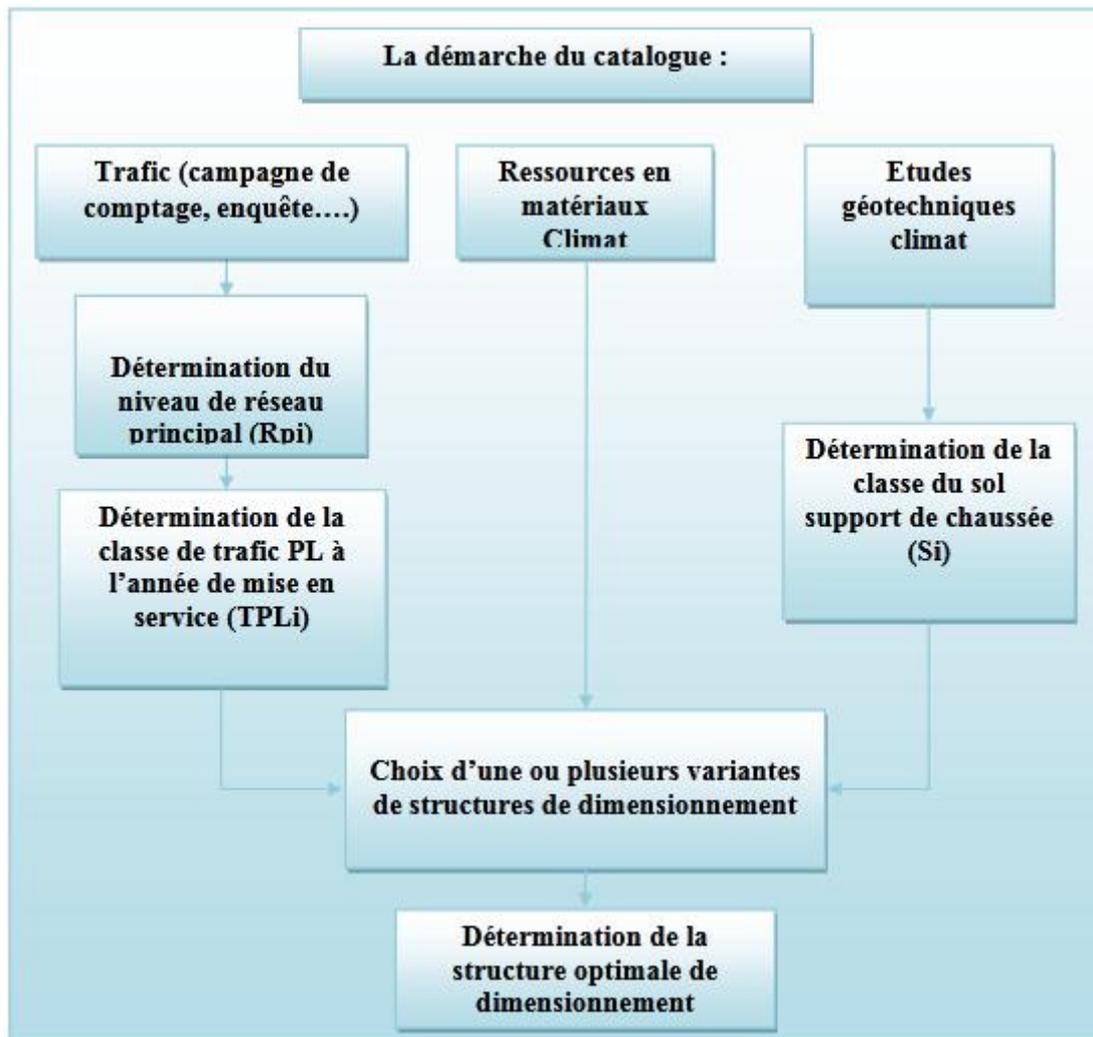


Figure III-3 Schéma montre la démarche du catalogue.

III.6.2.1-Détermination de la classe de trafic :

La classe de trafic (TPLi) est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service. Pour le calcul du dimensionnement proprement dit, il faudra calculer le trafic cumulé en essieux équivalent de 13 tonnes (TCEi), ce qui fait intervenir la notion d'agressivité des poids lourds.

Trafic :

C'est le trafic poids lourds (véhicules de charge supérieure à 3.5 tonnes).

Ces véhicules sont facilement identifiables visuellement sur la route, car ils regroupent tous les véhicules comportant deux essieux et plus, et dont l'essieu arrière est un jumelage.

III.6.2.2-Réseau principal :

Noté **RP** : il se compose de route reliant :

- Les chefs-lieux de wilayas.
- Les ports, les aérodromes et les postes frontaliers.
- Les principales agglomérations et important zone

Ce réseau principal se décompose en deux niveaux :

- RP1 ($T > 1500$ V/J) RN, Autoroute, CW.
- RP2 ($T < 1500$ V/J) RN, CW, ...
- Le linéaire total du réseau principal RP est de l'ordre de 18.400Km.

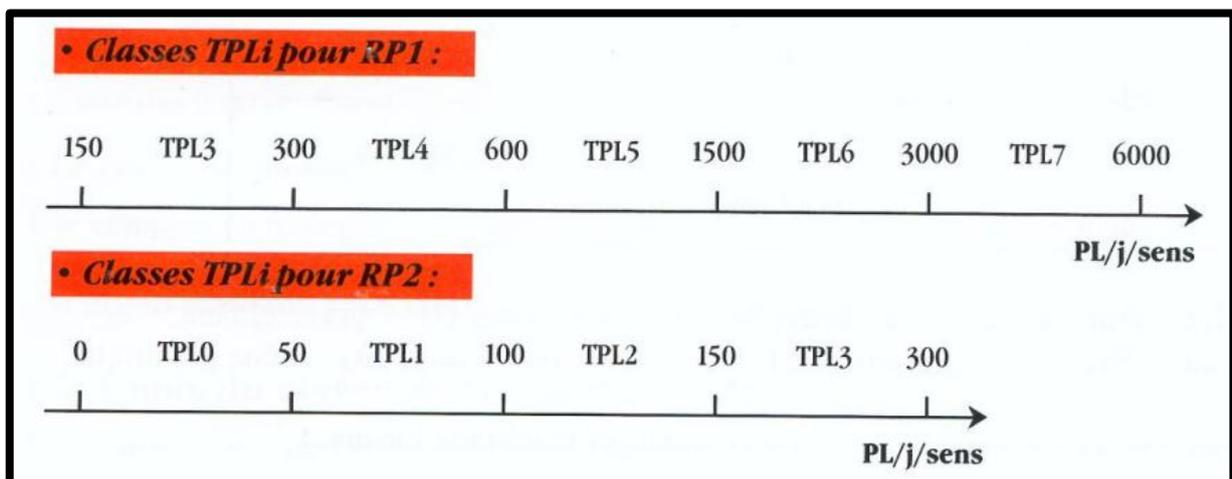
III.6.2.3-Répartition transversale du trafic :

En l'absence d'informations précise sur la répartition des poids lourds sur les différents de circulation, on adoptera les valeurs suivantes :

- Chaussée unidirectionnelles à 2 voies : 90 % du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée unidirectionnelles à 3 voies : 80 % du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée bidirectionnelles à 2 voies : 50 % du trafic PL.
- Chaussée bidirectionnelles à 3 voies : 50 % du trafic PL.

III.6.2.4-Détermination de la classe du trafic TPLI :

Les classes sont données pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2) en nombre de PL par jour et par sens à l'année de mise en service.



FigureIII-4 La classe du trafic TPLI.

III.6.2.5-Présentation des classes de portance des sols :

Le tableau regroupe les classes de portance des sols par ordre croissant de S4 à S0. cette classification sera également utilisée pour les **SOL-SUPPORTS** de chaussée.

Classe de sol	Indice CBR
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

Tableau III-2: Classes de portance de sol-support

III.6.2.6 -Les données climatiques :

Les données directement utilisées dans le calcul de dimensionnement des chaussées se rapportent :

- A l'état hydrique du sol support.
- Aux siècles saisonniers de température.

III.6.2.7- Etat hydriques de sol-support :

L'état hydrique du sol est pris en compte à travers la portance du sol support. Cette portance est estimée à partir d'un essai de poinçonnement CBR dont les conditions d'imbibition (immédiat ou à 4 jours) sont liées à la zone climatique considérée.

Les différentes zones climatiques de l'Algérie mentionnée dans le tableau ci-après :

Tableau III-3: les caractères des zones climatique en Algérie

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	$T_{\text{éq}}(^{\circ})$	région
I	>600	Très humide	20	Nord
II	350-600	Humide	20	Nord, Hauts plateaux
III	100-350	Semi-aride	25	Hauts plateaux
IV	<100	Arde	30	Sud

III.7-Application au projet :

Pour le dimensionnement du corps de chaussée nous utiliserons deux méthodes qui sont :

III.7.1-La méthode C.B.R :

Les données du projet :

- Année de comptage: **2013**
- TJMA 2013=9000v/j
- Mise en service : **2022**
- Durée de vie : **20 ans**
- Taux d'accroissement : $\tau=4\%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z=13\%$
- CBR=**15**

Le calcul :

L'année de mise en service (2022)

$$TMJA_{2022}=9000 (1+0.04)^9=12810\text{v/j}$$

Le trafic à la fin de durée de vie :

$$TMJA_{2042} = 9000 (1+0.04)^{29} = 28068 \text{ v/j}$$

Le trafic en poids lourds à la fin de durée de vie :

$$TPL = TMJA_{2042} \times Z(\%) \times 0.5 \times 0.9$$

$$TPL = 28068 \times 0.13 \times 0.5 \times 0.9 = 1642 \text{ PL/J/Sens} \quad (\text{Sur la voie la plus chargée.})$$

$$TPL = 1642 \text{ PL/J/Sens}$$

L'épaisseur équivalente :
$$E_{\text{éq}} = \frac{100 + \sqrt{P} \left(75 + 50 \log \frac{N}{10} \right)}{CBR + 5}$$

$$P = 6.5 \text{ t}$$

$$N = 1642 \text{ PL/J/Sens}$$

$$I_{CBR} = 15$$

$$E_{\text{éq}} = \frac{100 + \sqrt{6.5}}{20} (75 + 50 \log 164.2) = 29 \text{ cm}$$

$$\mathbf{e = 29 \text{ cm}}$$

Tableau III.4: Résultat de dimensionnement par la Méthode CBR

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence	Épaisseur équivalente (cm)
BB	8	2	16
GC	15	1	15
Total	23		31

$$e = c_1 e_1 + c_2 e_2 + c_3 e_3 \quad \rightarrow \quad e = 8 \times 2 + 15 \times 1 = 31 \text{ cm} > 29 \text{ cm}$$

Résultat de dimensionnement par la méthode CBR :

CBR	8BB+15GC
-----	----------

III.7.2-La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

- **Détermination du type de réseau:**

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

Tableau III - 5 : classification des réseaux principaux

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

On a : $TMJA_{2022} = 12810 \text{ v/j} > 1500 \text{ v/j}$

⇒ Donc le réseau principal est de niveau 1 (**RP1**).

- **Détermination de la classe de trafic :**

Route Unidirectionnelle à (2×2) voies

- ✓ Durée de vie: 20 ans.
- ✓ Taux de d'accroissement:4%.
- ✓ TJMA 2022=12810 v/j.
- ✓ Z = 13%.
- ✓ $TPL = (12810 \times 0.13) \times 0.5 \times 0.9 = 624 \text{ PL/j/sens}$.

Donc :

$$TPL=749 \text{ PL/j/sens}$$

Tableau III-6 : Classe TPLi pour RP1

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

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

- **Détermination de la portance de sol-support de chaussée :**

Tableau III-7 : Présentation des classes de portance des sols

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

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir : S3, S2, S1, S0. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

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

Tableau III-8 : Classes de portance à long terme du sol support

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

$$E(\text{MPa}) = 5 \times 15 = 75(\text{MPa}) \quad \longrightarrow \quad \text{Classe S2}$$

- **Amélioration de la portance du sol support :**

La couche de forme a pour but d'améliorer la portance du sol support, le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de CF, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la CF.

Tableau III-9 Amélioration de la portance du sol support

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériaux de couche de forme	Epaisseur de matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol support visée (Sj)
S2	Matériaux non traités (*)	40 cm (en bicouches)	S1

On doit prévoir une couche de forme en matériau non traité de 40cm (en bicouches), pour améliorer la portance de sol support.

- **Choix des différentes couches constitutives de la chaussée :**

Proposition de la structure

Dans le cadre de notre projet, nous avons proposé la structure suivante :

- Couche de roulement en béton bitumineux : **BB**.
- Couche de base en grave bitume : **GB**.
- Couche de fondation en grave non traité : **GNT**.
- **Détermination de la zone climatique:**

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique II (350-600 mm/an).

III.7.2.2-Choix de dimensionnement

Nous sommes dans le réseau principal (**RP1**), la zone climatique **II**, durée de vie de **20** ans, taux d'accroissement moyen (**4%**), la portance du sol (**S1**) et une classe de trafic (TPL 5). Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (**fascicule N°3**) propose la structure suivante :

BB	6 cm
GB	14 cm
GNT	35 cm
TVO	40 cm

III.7-Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :

Il faudra vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide d'Alize III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement a ϵ_t, adm et ϵ_z, adm .

ϵ_t : la déformation de traction par traction à la base des couches bitumineuses.

ϵ_z : la déformation verticale sur le sol support.

➤ Structure GB/GNT :

ϵ_t : la déformation de traction par traction à la base des couches bitumineuses.

ϵ_z : la déformation verticale sur le sol support.

➤ La déformation admissible au niveau du sol support :

$$\varepsilon_z = 22 \times 10^{-3} \times (TEC_i)^{-0.235}$$

$$\varepsilon_{z.adm} = 22 \times 10^{-3} (TCE_i)^{-0.235}$$

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

Coefficient d'agressivité sol = **0.6**

$TPL_i = 749 \text{ pl / j / sens.}$

$\tau = 4\%$.

$n = \text{durée de vie} = 20 \text{ ans.}$

$$TCE_i = 749 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} \times 0.6 \longrightarrow TCE_i = 8.98 \times 10^6$$

$$\varepsilon_{z.adm} = 22 \times 10^{-3} (8.98 \times 10^6)^{-0.235} \longrightarrow \varepsilon_{z.adm} = 511 \times 10^{-6}$$

➤ La déformation admissible pour les matériaux bitumineux :

$$\varepsilon_{t.adm} = \varepsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times K_{ne} \times K_\theta \times K_r \times K_c$$

- Coefficient d'agressivité **GB** = 0.6
- Zone climatique **II**

Tableau III.10 : Tableau des données

-1/b	K _C	S _N	S _H	R	T	ε ₆	C
6.84	1.3	0.45	3	10%	-1.282	100×10 ⁻⁶	0.02

- Calcul facteur lie au nombre cumule d'essieux équivalents :

$$Kne = \left(\frac{TCEi}{10^6} \right)^b = \left(\frac{8,98 \times 10^6}{10^6} \right)^{-0,146} = 0,726$$

- Calcul facteur lie a la température

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

- Calcul facteur lie au risque et aux dispersions :

$$Kr = 10^{-t.b.\delta}$$

$$\delta = \sqrt{S_N^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh \right)^2} = \sqrt{(0,45)^2 + \left(\frac{0,02}{-0,146} \times 3 \right)^2} = 0,609$$

$$Kr = 10^{-t.b.\delta} = 10^{-1.282 \times 0.146 \times 0.609} = 0.769$$

$$\varepsilon_{t.adm} = \varepsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

$$\varepsilon_{t.adm} = 100 \times 10^{-6} \times 0,726 \times 1,336 \times 0,769 \times 1,3 = 96.96 \times 10^{-6}$$

➤ $\varepsilon_{t.adm} = 96.96 \times 10^{-6}$

III.7-Vérifications avec ALIZÉ :

Le Calcule fait avec Alizée donne :

$$GB = 12 \text{ cm}$$

$\varepsilon_t (10^{-6})$	-104.6
$\varepsilon_z (10^{-6})$	127.2

$$\varepsilon_t < \varepsilon_{t.adm} \quad \longrightarrow \quad 104.6 \times 10^{-6} > 96.96 \times 10^{-6} \quad \text{Condition non vérifiée}$$

$$\varepsilon_z < \varepsilon_{z.adm} \quad \longrightarrow \quad 127.2 \times 10^{-6} < 511 \times 10^{-6} \quad \text{Condition vérifiée}$$

La modélisation du calcul avec Alizé et le résultats sont présentés sur les figures **III – 6**, **III – 7** ci-dessous.

Donc en élevant l'épaisseur de **BB=0.08cm** et **GB= 15cm**

BB = 0.08cm

GB = 15cm

$\varepsilon_t (10^{-6})$	-91.1
$\varepsilon_z (10^{-6})$	115.6

$$\varepsilon_t < \varepsilon_{t.adm} \quad \longrightarrow \quad 91.1 \times 10^{-6} < 96.96 \times 10^{-6} \quad \text{Condition vérifiée}$$

$$\varepsilon_z < \varepsilon_{z.adm} \quad \longrightarrow \quad 115.6 \times 10^{-6} < 511 \times 10^{-6} \quad \text{Condition vérifiée}$$

La modélisation du calcul avec Alizé et le résultat sont présentés sur les figures **III - 8** ci dessous.

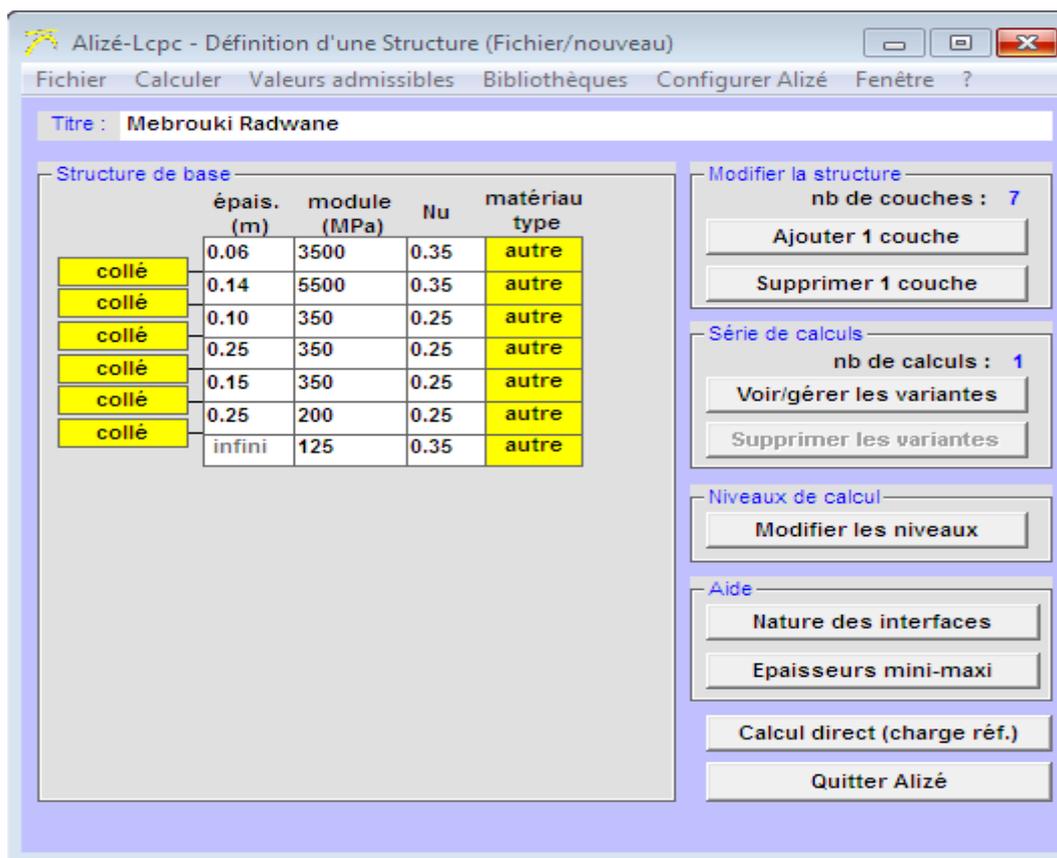


Figure III - 6 : Modélisation par alizé

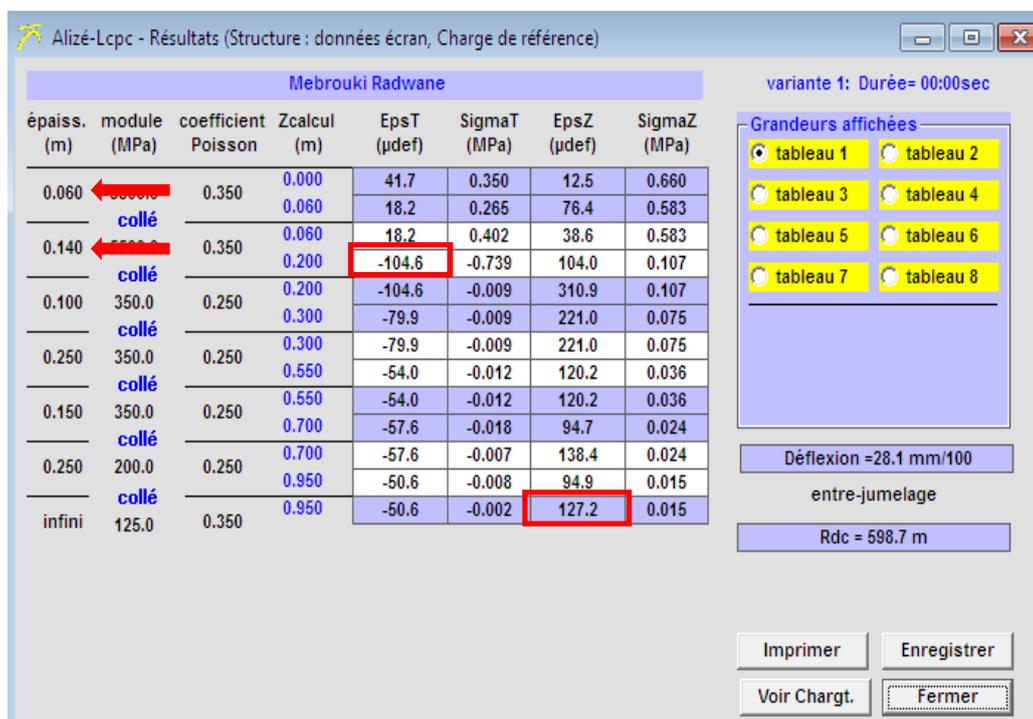


Figure III - 7 : résultats Alizé de la modélisation optimisée

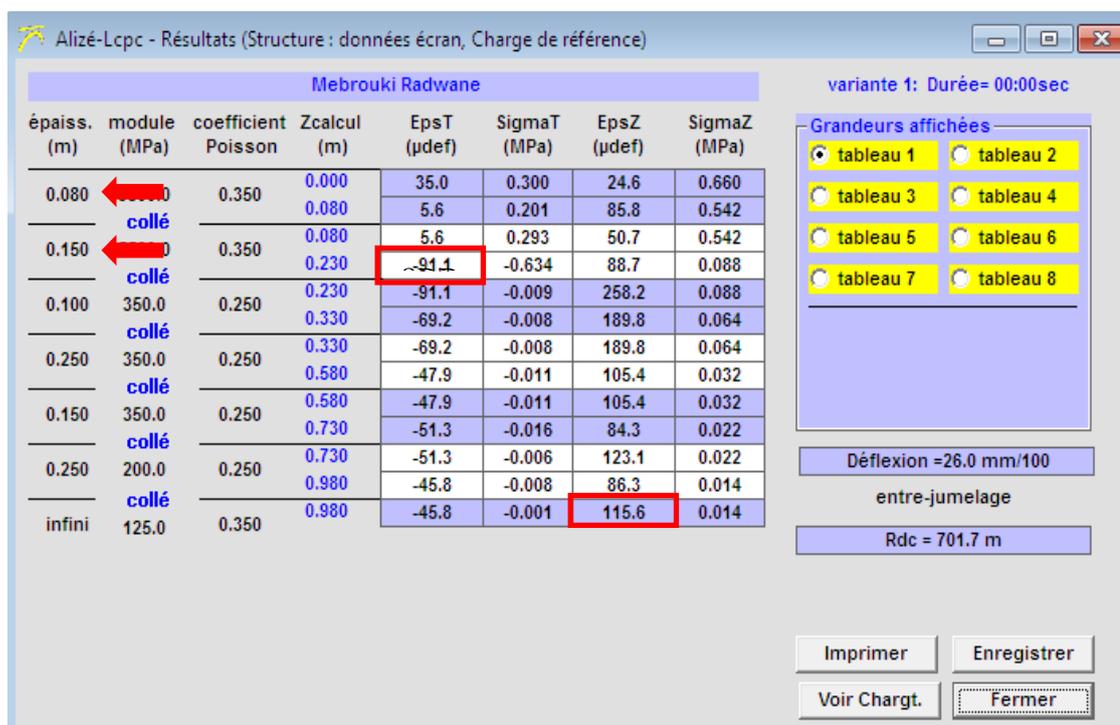


Figure III - 8 : résultats Alizé de la modélisation optimisée

III.7.1-Résumé :

Indice de CBR	Méthode de calcul	
	CBR	C.T.T.P
15	8BB+15GC	1 ^{er} cas 6BB+14GB+35GNT+40TVO.
		2 ^{ème} cas 8BB+15GB+35GNT+40TVO.

III.8-Conclusion :

Dans la suite de l'étude la chaussée sera dimensionnée avec la structure calculée par le catalogue Algérien.

Méthode	Corps de chaussée du projet
Catalogue Algérien	8BB+15GB+35GNT+40TVO.

Chapitre IV

Tracé En Plan

IV.1.Définition:

Le tracé en plan représente une reproduction à échelle réduite d'une projection de la route sur un plan horizontal. Ce plan horizontal est en générale une carte topographique ou un plan de situation, ou model numérique qui peut représenter un terrain naturel en conception plane par des courbes de niveaux.

Il est constitué généralement par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercles reliés entre eux par des courbes de raccordements progressifs. Il est caractérisé par la vitesse de référence qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

IV.2.Les éléments géométriques du tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- Droits (alignements)
- Arc de cercle
- Courbe de raccordement.

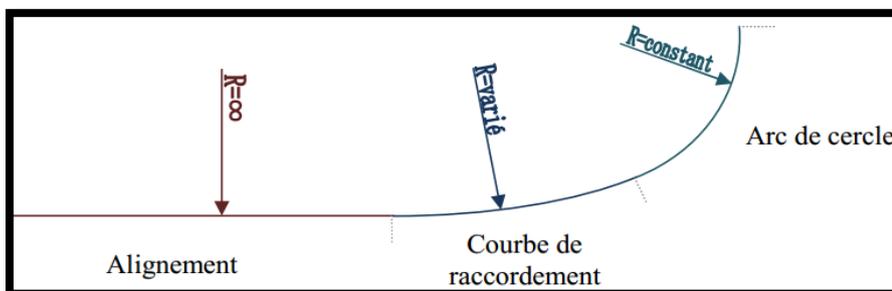


Figure IV- 1 : Les éléments géométriques du tracé en plan

IV.2.1.Les alignements :

Peuvent être utilisés comme éléments du tracé, dans des conditions topographiques

Particulières, par exemple dans les plaines ou dans les larges vallées.

IV.2.1.1 Règles concernant la longueur des alignements :

- Une longueur minimale d'alignement L_{\min} devra séparer deux courbe circulaires de

Même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes a

La vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercle.

- Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, la solution à retenir sur un

Raccordement de deux cercles par une courbe en C ou en Ove.

$$L_{\min} = 5 \times \frac{V_B}{3,6}$$

Avec :

V_B : vitesse de base en (km/h).

La longueur maximal L_{\max} est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

$$L_{\max} = 60 \times \frac{V_B}{3,6}$$

IV.3.Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- La stabilité sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant a grand vitesse.
- L'inscription des véhicules longs dans les courbes de faibles rayons.
- la visibilité dans les tranchées en courbe

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du

Rayon minimum préconisé.

IV.3.1.Stabilité En Courbe :

Dans un virage R un véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une

Instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée

Transversalement vers l'intérieur du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente.

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

$$R \geq \frac{V_r^2}{g(f_t + d)}$$

Avec :

V_r : vitesse de référence (m/s).

g : gravitation (m/s^2).

ft : coefficient de frottement transversal.

d : dévers.

- Force centrifuge **F_c**.
- Poids de véhicule **P**.
- Accélération de la pesanteur **G**.
- Devers **d**.

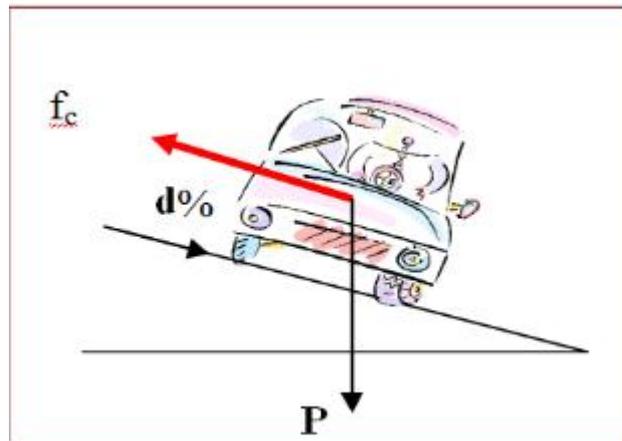


Figure IV- 2. Force centrifuge

➤ **Rayon horizontal minimal absolu :**

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal.

$$R_{hm} = \frac{V^2 r^2}{127(ft + d_{max})}$$

Avec:

ft: coefficient de frottement transversal.

Dmax : le devers maximal.

Ainsi pour chaque **Vr** on définit une série de couple (**R, d**).

Au divers maximum (dmax) correspond le rayon minimum absolu RHm.

Avec : Dmax =7% catégorie 1-2

=8% catégorie 3-4

=7% catégorie 5

➤ **Rayon minimal normal (RHN) :**

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant V_r de 20km/h de rouler en sécurité.

$$RHN = \frac{(V_r + 20)^2}{127(f + d_{max})}$$

➤ **Rayon au dévers minimal (RHd) :**

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

$$d_{min} = 2,5\% \Rightarrow \text{catégorie 1-2.}$$

$$d_{min} = 3\% \Rightarrow \text{catégorie 3-4.}$$

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{min}}$$

➤ **Rayon minimal non déversé (RHnd):**

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse V_r une courbe de dévers égal à d_{min} vers l'extérieur reste inférieur à valeur limitée.

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times 0,035} \quad \text{Cat. 1-2}$$

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times (f'' - d_{min})} \quad \text{Cat. 3-4-5}$$

Avec: $f'' = 0,07$ cat. 3

$$f'' = 0,075 \Rightarrow \text{cat. 4-5}$$

IV.3.2. Visibilité masquée dans une sinuosité :

Un virage d'une route peut être masqué du côté intérieur de la courbe par le talus du déblai si la route est en tranchée, par une construction ou une forêt, pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule. Il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer.

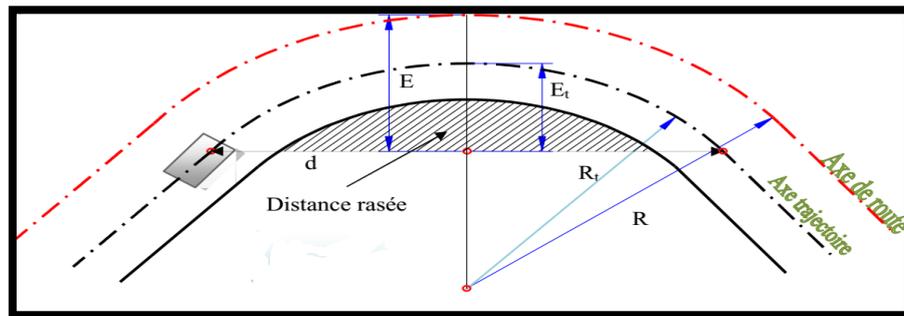


Figure IV.3 : Zone de dérasement

La longueur de dérasement est définie par l'équation suivante :

$$E = \frac{d^2}{2 \times R}$$

Avec: E : largeur de dérasement.

d: longueur de visibilité =Md (chaussée bidirectionnel) et $R_t = R - 2,50$ m

$d = d_1$ (chaussée unidirectionnel) et $E = E_t + 2,50$ m

IV.3.3. Sur largeur:

Un long véhicule à deux (2) essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande

De chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à

La voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en

Alignement.

$$S = \frac{L^2}{2 \times R}$$

L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 10$ m)

R : rayon de l'axe de la route.

IV.4. Les courbes de raccordement :

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du devers et la condition du confort et de sécurité.

La courbe de raccordement la plus utilisée est la **Clothoïde** grâce à ses particularités, c'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle 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 stabilité et de confort dynamique qui sont limitées par unité de temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules.

IV.4.1. Rôle et nécessité des courbes de raccordement :

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes:

- Stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

IV.4.2. Types de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une

Variation continue de la courbure, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- Parabole cubique
- Lemniscate
- Clothoïde

IV.4.2.1 Parabole cubique :

Equation générale : $Y = \text{constant } X^3$

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).

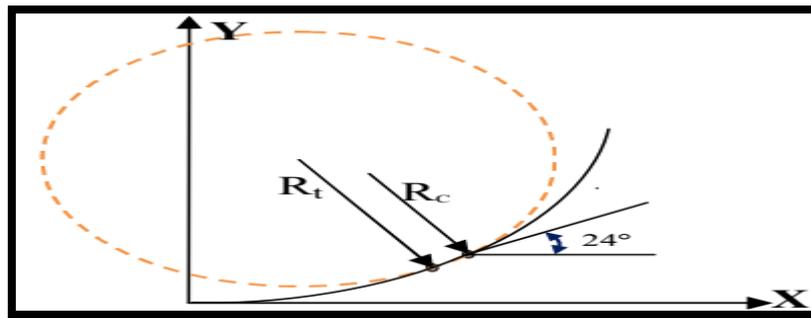


Figure IV- 4 : Courbe de raccordement parabole cubique

IV.4.2.2.Clothoïde :

La clothoïde est une courbe spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il est infini jusqu' à un point asymptotique ou il est nul.

La courbe de la clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc, par courir à une vitesse constante. La clothoïde maintien constante la variation transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

Expression mathématique de la Clothoïde:

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne.

$$L \rightarrow K = C. L = 1/R \text{ on pose } 1/C = A^2 \rightarrow L \cdot R = A^2$$

Equation fondamentale :

$$\boxed{L \times R = A^2}$$

Avec :

L : longueur de clothoïde.

R: Rayon de la courbe de raccordement.

A : Paramètre de clothoïde.

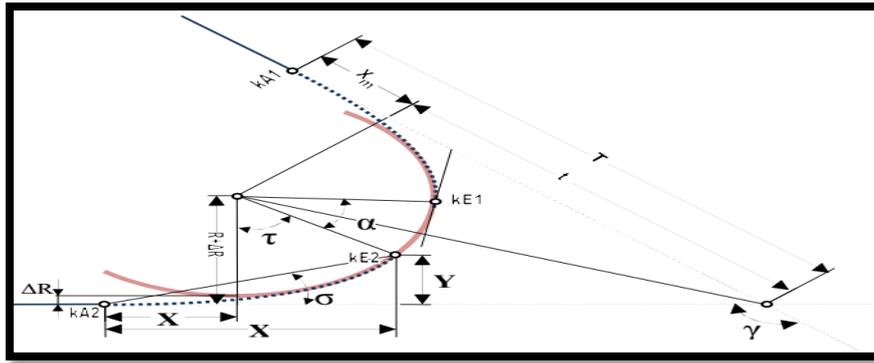


Figure IV.5 : Courbe de raccordement clothoïde

R : Rayon du cercle.

L : Longueur de la branche de Clothoïde.

A : Paramètre de la Clothoïde.

KA : Origine de la Clothoïde.

KE : Extrémité de la Clothoïde.

τ : Angle des tangentes.

Tc : Tangente courte.

TK : Tangente longue.

S: Angle polaire.

SL : Corde. KAKE.

X : Abscisse de KE.

Y : Ordonnée de KE.

M : Centre du cercle d'abscisse YM.

XM : Abscisse du centre du cercle M à partir de KA.

YM : Ordonnée du centre du cercle M à partir de KA.

IV.5. Les conditions de raccordement:

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

IV.5.1. Condition de confort optique :

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

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

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

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

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

Règle générale (B40) :

$$\text{Pour } R < 1500 \rightarrow \Delta R = 1 \text{ m (éventuellement } 0,5 \text{ m) d'où } L = \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

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

$$\text{Pour } R > 5000 \text{ m } \rightarrow \Delta R \text{ limité à } 2,5 \text{ m soit } L = 7,75\sqrt{R}$$

IV.5.2. Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours Δt du raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

$$L = \frac{V B^2}{18} \left(\frac{V e^2}{127 \times R} - \Delta d \right)$$

Avec :

L : longueur de clothoïde.

VB : Vitesse de base (km/h).

R : Rayon de virage.

Δd : La variation de dévers. ($\Delta d = d_{\text{final}} - d_{\text{initial}}$) %

IV.5.3. Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle est donnée par :

$$Lr^3 \geq (l \cdot \Delta d \cdot Vr)/50$$

Lr³ : longueur de raccordement.

l : longueur de chaussée.

Δd : variation de dévers en %.

Vr : vitesse de référence (km/h).

$$L \geq \frac{5 \times \Delta d \times V r}{36}$$

IV.6. Combinaisons des éléments du tracé en plan :

La combinaison des éléments du tracé en plan donne plusieurs type de courbes on cite :

IV.6.1. Courbe en S :

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle

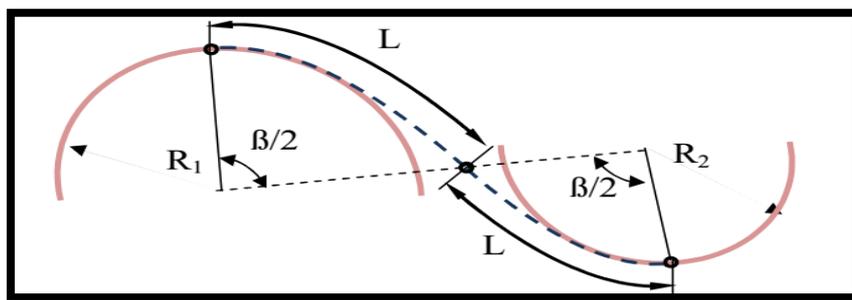


Figure IV- 6 : Courbe en S

IV.6.2. Courbe à sommet :

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de même concavité, tangente en un point de même courbure et raccordant deux alignements.

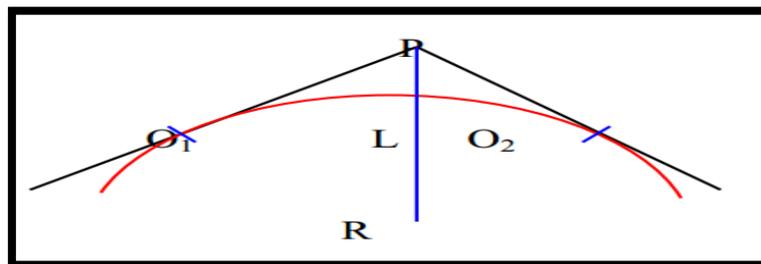


Figure IV-7 : Courbe à sommet

IV.6.3. Courbe en C :

Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.

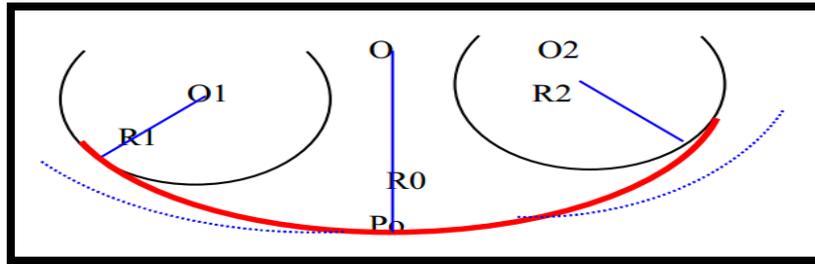


Figure IV- 8 : Courbe en C

IV.6.4.Courbe en ove :

Un arc de clothoïde raccordant deux arcs de cercle dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique.

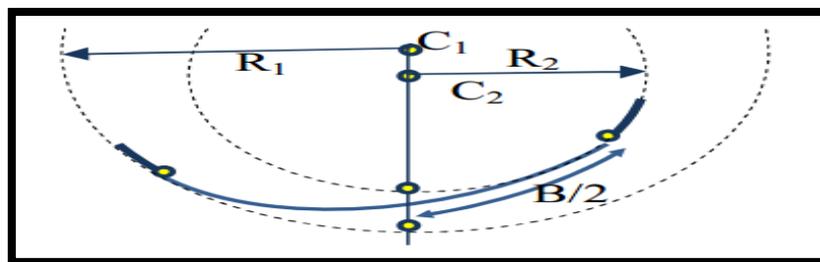


Figure IV- 9 : Courbe en ovale

IV.7-Dévers :

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

IV.7. 1-Dévers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à:

$$d \text{ min} = 2,5 \% \text{ cat. } 1 - 2$$

$$d \text{ min} = 3 \% \text{ cat. } 3 - 4 - 5$$

IV.7. 2.Dévers en courbe :

En courbe permet de :

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

IV.7.3. Rayon de courbe :

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

IV.7.4. Calcul des dévers :

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

$$R_{Hm} < R < R_{Hn} \text{ on a : } \frac{d(R) - d(R_{Hm})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hm}}} = \frac{d(R_{Hm}) - d(R_{Hn})}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{Hn}}}$$

$$R_{Hn} < R < R_{Hd} \text{ on a : } \frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{Hn}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{Hn}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

IV.8. La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence (**VR**) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométrique et autre intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route.

Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traversée d'une ville, modification du relief, ...etc.).

IV.8.1. Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de la route.

- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécutions et d'exploitation.

IV.8.2 Vitesse de projet :

La vitesse de projet **VP** est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en un point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales.

On entend par conditions normales :

Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace.

- Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible.
- Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonnes conditions normales.

IV.9. Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes algériennes **B40**, pour un environnement **E1** et une catégorie **C3**, avec une vitesse de référence de **80 km/h**, on définit les paramètres suivants :

Tableau IV-1 : Paramètres fondamentaux

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	Lmin	111
Longueur maximale (m)	Lmax	1333
Dévers minimal (%)	Dmin	3%
Dévers maximal (%)	Dmax	8 %
Temps de perception réaction (s)	t1	1.8
Frottement longitudinal	fL	0.43
Frottement transversal	ft	0.15
Distance de freinage (m)	d0	59
Distance d'arrêt (m)	d1	99
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	dm	325
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	dn	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	dmd	200
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (8%)	220
Rayon horizontal normal (m)	RHN (6%)	375
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (3%)	800
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-3%)	1200

IV.10.Récapitulatif d'axe en plan :

Axe En Plan

Els Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 139.3721 g	1323.834	0.000	723279.690	3979195.041
Clothoïde 1	Paramètre -133.000	35.378	1323.834	724358.317	3978427.512
Arc 1	Rayon -500.000 m Centre X 724082.779 m Centre Y 3978009.784 m	107.187	1359.212	724386.896	3978406.663
Clothoïde 2	Paramètre 133.000	35.378	1466.399	724464.365	3978332.881
Droite 2	Gisement 157.5241 g	469.283	1501.777	724486.582	3978305.352
Clothoïde 3	Paramètre -133.000	35.378	1971.060	724776.973	3977936.706
Arc 2	Rayon -500.000 m Centre X 724395.061 m Centre Y 3977613.348 m	41.527	2006.438	724798.534	3977908.661
Clothoïde 4	Paramètre 133.000	35.378	2047.965	724821.642	3977874.171
Droite 3	Gisement 167.3160 g	242.579	2083.343	724839.379	3977843.562
Arc 3	Rayon 700.000 m Centre X 725568.275 m Centre Y 3977976.056 m	163.640	2325.922	724958.519	3977632.257
Droite 4	Gisement 152.4337 g	381.834	2489.561	725054.745	3977500.360
Arc 4	Rayon -700.000 m Centre X 724800.696 m Centre Y 3976744.545 m	182.398	2871.396	725314.226	3977220.241
Droite 5	Gisement 169.0220 g	355.732	3053.794	725419.445	3977071.882
Clothoïde 5	Paramètre -133.000	35.378	3409.526	725585.794	3976757.440
Arc 5	Rayon -500.000 m Centre X 725152.010 m Centre Y 3976507.944 m	188.689	3444.904	725601.967	3976725.978
Clothoïde 6	Paramètre 133.000	35.378	3633.594	725650.647	3976544.833
Droite 6	Gisement 197.5512 g	2602.482	3668.972	725652.424	3976509.502
			6271.454	725752.508	3973908.945
Longueur totale de l'axe 6271.454 mètre(s)					

Chapitre V

Profile En Long

V.1.Définition:

Le Profil en long d'une route est la coupe longitudinale par un plan vertical passant par l'axe de la route.

Il est constitué généralement d'une succession d'alignement droit raccordés par des courbes circulaires. Du fait que les rayons verticaux sont très grands, l'introduction de courbes de raccordement progressif n'est pas nécessaire.

Le pourcentage de déclivité dans les rampes et pente est choisi de manière à :

- Assurer une circulation sans gêne due au trafic de poids lourds en limitant les valeurs des rampes si possible aux valeurs des normes, ou en créant des voies supplémentaires pour les poids lourds.
- Assurer l'évacuation des eaux de la plateforme dans les sections longues en déblais ou dans les zones de dévers nul par la création des pentes longitudinales.
- Le passage d'une déclivité à une déclivité suivante est adouci par l'aménagement de raccordement circulaire dont on distingue:
 - Rayon en angle saillant (**ou convexe**).
 - Rayon en angle rentrant (**ou concave**).

Pour le calcul des deux raccordements on tient compte du problème de visibilité pour le premier et du problème de confort pour le deuxième.

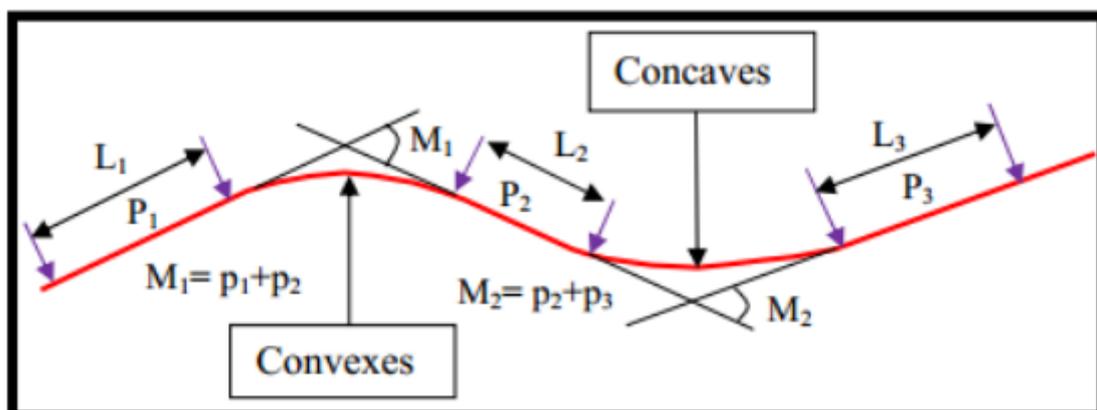


Figure V-1:Élément géométriques du profil en long

V.2. Les éléments de composition du profil en long:

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

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

V.3.Déclivité:

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente) et de confort (puissance des véhicules en rampe)

❖ Déclivité minimale:

Dans les zones où le terrain est plat, la pente d'une route ne doit pas être au-dessous de 0.5 % et de préférence 1% si possible.

- **I_{min} = 0,5 %** dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profond.
- **I_{min} = 0,5 %** dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

❖ Déclivité maximale:

La déclivité maximale dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de PL.
- Condition économique

Tableau V.1: Valeur de la déclivité maximale (B40).

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

Pour notre cas la vitesse $V_r=80\text{Km/h}$ donc la pente maximale $I_{\max}=6\%$.

V.4 .Raccordements en profil en long:

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

V.4.1 .Raccordements Convexes (Angle Saillant):

Les rayons minimaux admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part.

a)-Condition de confort:

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

$$\frac{v_r^2}{R_v} \leq \frac{g}{40} \Rightarrow R_v \geq \frac{40}{g} v_r^2 \quad \text{Pour (cat. 1-2).}$$

$$\frac{v_r^2}{R_v} \leq \frac{g}{30} \Rightarrow R_v \geq \frac{30}{g} v_r^2 \quad \text{Pour (cat. 3-4-5).}$$

Avec: $V = V/3.6$ et g (accélération de la pesanteur) = **10 m/s**

Donc : $R_{v\min} = 0,3 V_r^2$ (cat 1 -2)

$R_{v\min} = 0,23 V_r^2$ (cat 3 -4 -5)

b)-Condition de visibilité:

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme conditions supplémentaires à celle de confort.

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante:

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})}$$

D_1 : distance d'arrêt (m)

h_0 : hauteur de l'œil (m)

h_1 : hauteur de l'obstacle (m)

✓ dans le cas d'une route unidirectionnelle «bretelles» :

$h_0 = 1.1$ m, $h_1 = 0.15$ m

On trouve :

$$R_v = 0.24 \times d_1^2$$

V.4.2. Raccordements Concaves (Angle Rentrant):

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

Cette condition s'exprime par la relation:

$$R_{v'} = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

Avec:

$R_{v'}$: rayon minimum du cercle de raccordement.

d_1 : distance d'arrêt.

Condition esthétique:

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale et ($b > 50$) pour des dévers $d < 10\%$ (spécial échangeur).

$$R_{v_{\min}} = 100 \times \frac{50}{\Delta d(\%)}$$

Avec:

d: changement des dévers.

$R_{v_{\min}}$: rayon vertical minimal.

V.5. Caractéristiques des rayons en long:

Pour le cas de la RN 78, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivants (selon le B40):

Tableau V-2 : Paramètres géométriques des rayons profil en long.

Catégorie		C3
Environnement		E1
Vitesses de base (Km/h)		80
Rayon minimal en angle saillant RV en (m)	Route unidirectionnelle : (2x2 voies) - min.absolu - min.normal	2000 4500
Rayon minimal en angle rentrant RV en (m)	Route unidirectionnelle :(2x2 voies) - min.absolu - min.normal	1600 2400
Déclivité maximale	Imax(%)	6

V.6.-Récapitulatif de profile en long :

Profil En Long Projet

Elt's Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -1.34 %	855.818	-0.039	958.294
Parabole 1	Pente -1.34 %	116.137	855.779	946.796
	Rayon -15000.000 m			
	Sommet Absc. 654.258 m			
	Sommet Alt. 948.150 m			
Pente -2.12 %				
Pente 2	Pente -2.12 %	63.462	971.916	944.786
Parabole 2	Pente -2.12 %	282.820	1035.378	943.442
	Rayon 10000.000 m			
	Sommet Absc. 1247.151 m			
	Sommet Alt. 941.200 m			
Pente 0.71 %				
Pente 3	Pente 0.71 %	9.292	1318.198	941.452
Parabole 3	Pente 0.71 %	284.426	1327.490	941.518
	Rayon -10000.000 m			
	Sommet Absc. 1398.538 m			
	Sommet Alt. 941.771 m			
Pente -2.13 %				
Pente 4	Pente -2.13 %	128.986	1611.916	939.494
Parabole 4	Pente -2.13 %	275.879	1740.902	936.742
	Rayon 10000.000 m			
	Sommet Absc. 1954.280 m			
	Sommet Alt. 934.466 m			
Pente 0.63 %				
Pente 5	Pente 0.63 %	470.841	2016.780	934.661
Parabole 5	Pente 0.63 %	218.571	2487.621	937.604
	Rayon -10000.000 m			
	Sommet Absc. 2550.121 m			
	Sommet Alt. 937.799 m			
Pente -1.56 %				
Pente 6	Pente -1.56 %	512.653	2706.192	936.581
Parabole 6	Pente -1.56 %	83.366	3218.845	928.580
	Rayon 15000.000 m			
	Sommet Absc. 3452.952 m			
	Sommet Alt. 926.753 m			
Pente -1.00 %				
Pente 7	Pente -1.00 %	634.944	3302.211	927.511
Parabole 7	Pente -1.00 %	186.133	3937.155	921.130

Chapitre VI

Profile En Travers

VI.1-Définition :

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en Travers » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, Chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la Superstructure, système d'évacuation des eauxetc.)

VI.2-Types des profils en travers :

Il existe deux types de profil en travers qui sont :

VI.2.1-Profil en travers type:

C'est une représentation graphique, contenant et détaillant d'une manière précise tous les éléments constituant la route notamment les dimensions de la route, ses dépendances la Structure de chaussée, sa composante ainsi que les épaisseurs ses couches.

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

VI.2.2-Profil en travers courant:

Il s'applique au PK considéré, il reprend et mentionne toutes les données caractérisant la Section transversale de la route à ce PK, notamment cote terrain naturel (TN), cote de projet et devers de la chaussée. Il est dessiné à des distances régulières (10, 15, 20,25m) qui servent à calculer les cubatures.

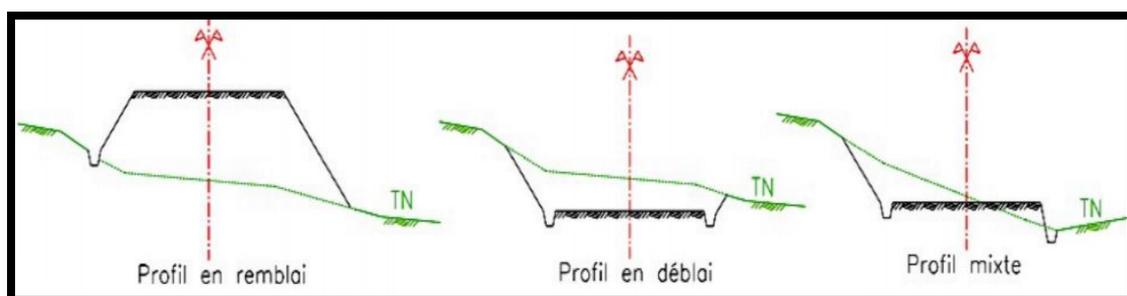


Figure VI-1 : Différents types de profil en travers.

VI.3-Les éléments constitutifs du profil en travers:

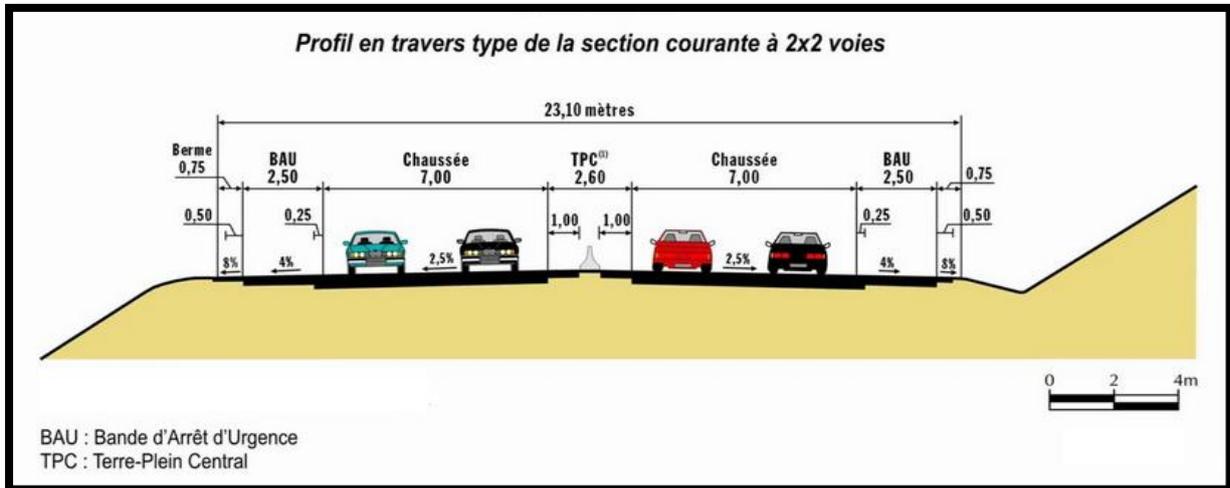


Figure VI-2 : Profil en travers type 2×2 voies.

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

a) Chaussée :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

b) La largeur roulable :

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

c) Plate-forme :

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, Comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les Bandes d'arrêts.

d) Assiette :

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

e) L'emprise :

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

f) Terre-plein central (T.P.C) :

Le T.P.C assure la séparation des deux sens de circulation, Il s'étend entre les limites Géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

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

g) Bande dérasée de gauche (B.D.G) :

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

h) Les Accotements :

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

i) Les Trottoirs :

Les trottoirs sont des accotements spécialement aménagés pour la circulation permanente des Piétons, ils sont généralement séparés de la chaussée par une bordure surélevée.

j) La bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) :

La **B.A.U** facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, la récupération d'un véhicule déviant de sa trajectoire, l'évitement d'un obstacle sur la chaussée, l'intervention desservie de secours, d'entretien et d'exploitation.

Elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée d'une sur largeur de chaussée qui porte le marquage en rive, puis d'une partie dégagée de tout obstacle, revêtue et apte à accueillir un véhicule lourd en stationnement. Aucune dénivellation ne doit exister entre la chaussée et la B.A.U.

k) La berme:

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements : barrières de sécurité, signalisation verticale.

Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1,00 m minimum ; mais elle peut être intégrée à un dispositif d'assainissement dont la pente ne dépasse pas 25%.

l) Le talus:

Le talus à une inclinaison dont dépend de la cohésion des sols qui le constitue, cette inclinaison est désignée par une fraction (A/B).

A : la base du talus.

B : hauteur du talus.

m) Le fossé :

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

VI.4-Le profil en travers type du projet :

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- deux chaussées de deux voies de 3.5m chacune + des bandes de guidage côté accotement et côté TPC : $(2 \times 3,5+0.5+0.25) \times 2= 15.5 \text{ m}$.
- Un accotement de 2m pour chaque côté: $2 \times 2\text{m} = 4 \text{ m}$.
- Terrain plein central : **2,00 m**.
- Dévers minimum **3%**.
- Dévers maximum **5%**.
- Pente de talus en remblai **3/2**.
- Pente de talus en déblai **1/1**.
- La largeur de la plateforme de la voie express est de **21.5 m**.

Chapitre VII

Cubatures

VII -1. Introduction :

Avant de calculer le volume des terres compris dans une butte en déblai, ou dans un remblai, il faut déterminer au préalable les surfaces des différents profils en travers.

Deux types de profil en travers peuvent se rencontrer :

Profils homogènes : ce sont des profils complètement en remblais ou complètement en déblai.

Profils mixtes : ce sont des profils partiellement en remblais et partiellement en déblai.

VII.2- Méthode de calcul des cubatures :

Le calcul des cubatures est généralement difficile et compliqué mais il existe plusieurs méthodes qui le simplifient :

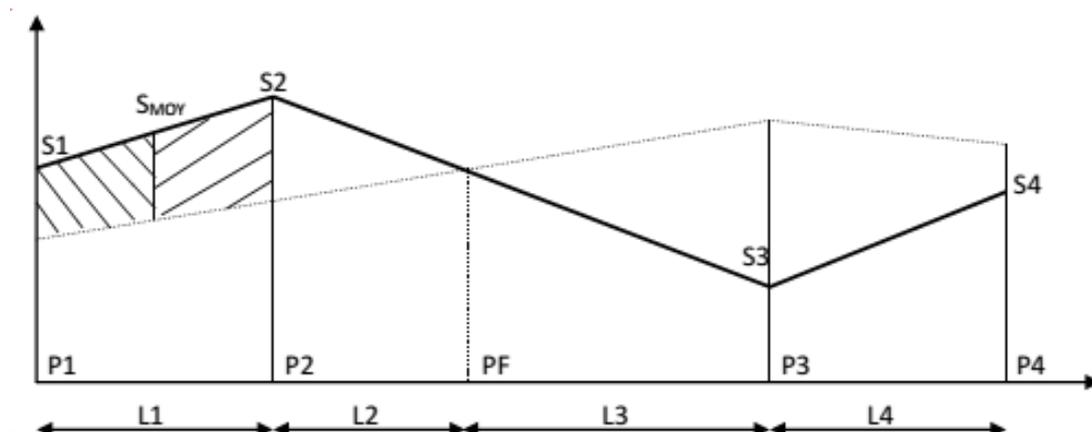


Figure VII.1 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné.

PF: profil fictif, surface nulle

Si: surface de profil en travers P_i

Li : distance entre ces deux profils

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

VII.3-Exemple d'application

Pour éviter les calculs, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{MOY} et $\frac{S_1+S_2}{2}$

Le volume total de terre pour la figure de l'exemple ci-dessus est:

$$V = L_1 (S_1 + S_2) / 2 + L_2 S_2 / 2 + L_3 S_3 / 3 + L_4 (S_3 + S_4) / 2$$

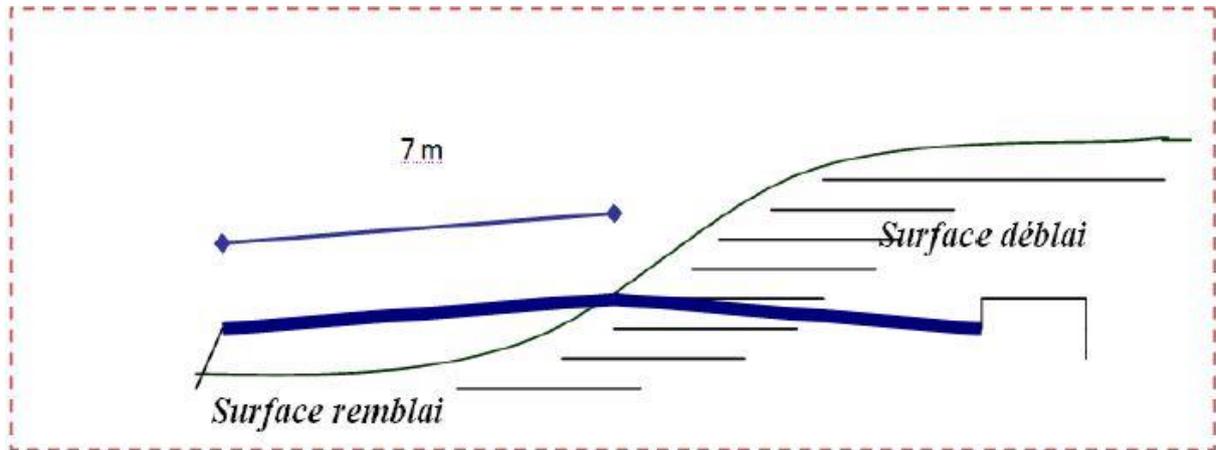


Figure VII -2 : Les sections des profils en travers d'un tracé donné.

VII.4-Calcul des cubatures de projet :

Le calcul automatique des cubatures a donné lieu à un volume de remblai et de déblai comme suit:

- Volume déblai $V_d = 100222 \text{ m}^3$
- Volume remblai $V_r = 190032 \text{ m}^3$

Chapitre VIII

Etude Géotechnique

VIII.1.Introduction

L'étude géotechnique consiste à donner les informations nécessaires concernant le sol ou sera implanté notre aménagement. Pour cela, une campagne de sondage doit être faite pour définir les caractéristique du sol support, de dimensionner la chaussée et, éventuellement, les fondations des ouvrage d'art prévus.

L'ingénieur concepteur doit définir un programme de reconnaissance géotechnique après avoir tracé l'axe. Cette étude lui permettra d'avoir des descriptions lithologique, hydrogéologique, hydraulique de la région .Une interprétation physicomécanique lui permettra d'appréhender le comportement géotechnique du sol support.

Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs. Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

➤ Utilité de l'étude géotechnique

L'étude géotechnique permet de dimensionner la couche de chaussée ainsi que de fixer les pentes de remblai et de déblai. En effet un talus en remblai doit être vérifié à la stabilité au glissement et au poinçonnement.

On regroupe deux types d'essai, celui du laboratoire et celui sur terrain (in situ).

VIII.2.Differents essais en laboratoire :

Les essais réalisés en laboratoire sont :

- Les essais d'identification.
- Les essais mécaniques.

VIII.2.1.Les essais d'identification:

- Teneur en eaux et masse volumique.
- Analyse granulométrique.
- Limites d'Atterberg.

VIII.2.2. Les essais mécaniques :

- Essai PROCTOR.

- Essai CBR.
- Essai DE CISAILLEMENT A LA BOITE

VIII.3. Les objectifs :

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.

VIII.4. Les Essais d'identification :

a)-Masse volumique et teneur en eau:

- ✓ **Teneur en eau** : exprime, pour un volume de sol donné, le rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit $\omega = W_w/W_s$
- ✓ **Masse volumique** : (γ) est la masse d'un volume unité de sol : $\gamma = W/V$.
- ✓ On calcule aussi la masse volumique sèche : $\gamma_d = W_s/V$
- ✓ **Principe de l'essai**: on utilise le principe de la poussée d'Archimède .En effet, on mesure le volume d'eau déplacé hors de l'introduction d'un certain poids de sol sec, la connaissance du poids des grains solides et de leur volume permet de calculer le poids volumique des grains solides.
- ✓ **But de l'essai**: le but de cet essai est de déterminé expérimental au laboratoire de certains caractéristique physique des sols.
- ✓ **Domaine d'utilisation**: cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

b) -Analyses granulométriques :

- ✓ Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite emportant sur un graphique cette analyse se fait en générale par un tamisage.
- ✓ **Principe d'essai**: l'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoires reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes
- ✓ **But de l'essai** : c'est un essai qui a pour objet de la détermination en poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).

✓ **Domaine d'utilisation:** la granulométrie est utilisée pour la classification des sols en vue de leur utilisation dans la chaussée.

c)-Limites d'Atterberg :

✓ **Limite de plasticité (Wp) :** caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plasticité.

Elle varie de 0% à 100%, mais elle demeure généralement inférieure à 40%.

✓ **Limite de liquidité (WL) :** caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide $WL = \omega (N/25)^{0.121}$

ω : teneur en eau au moment de l'essai donnant n coups

N: nombre de coups

L'indice de plasticité (I_p), $I_p = W_L - W_P$

✓ **Principe de l'essai :** la détermination de WL et WP nous donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permet de le classer grâce à l'abaque de plasticité de Casa grande.

✓ **But de l'essai:** cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action de la teneur en eau, il se fait uniquement sur les éléments fins du sol (caractériser les sols fins).

✓ **Domaine d'application:** l'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme)

VIII.5. Les Essais Mécaniques:

a) - Essai PROCTOR :

✓ L'essai Proctor est un essai routier, il s'effectue à l'énergie dite modifiée, il y a aussi l'énergie normale.

✓ **Principe de l'essai :** l'essai consiste à mesurer le poids volumique sec d'un sol disposé en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couche étant compacté avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage.

Les grains passants par le tamis de 5 mm sont compactés dans le moule Proctor.

✓ **But de l'essai :** l'essai Proctor consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage (la réduction de son volume par réduction des vides d'air) et une teneur en eau c'est-à-dire la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour un compactage bien défini.

✓ **Domaine d'utilisation:** cet essai est utilisé pour les études de remblai en terre, en particulier pour les sols de fondations (route, piste d'aérodromes).

b) - Essai C.B.R (California Bearing Ratio):

On réalise en général trois essais :

« CBR standard », « CBR immédiat », « CBR imbibé ».

On s'intéresse actuellement au « CBR imbibé ».

✓ **Principe de l'essai :** on compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum (Proctor modifié) avec trois (3) énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours.

Les passants sur le tamis inférieur à 20 mm dans le moule CBR.

✓ **But de l'essai :** l'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.

✓ **Domaine d'utilisation:** cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.

c) - ESSAI DE CISAILLEMENT A LA BOITE :

✓ **Principe de l'essai :** Il s'agit de déterminer les caractéristiques mécaniques d'un sol en procédant au cisaillement rectiligne d'un échantillon sous charge constante. L'essai de cisaillement permet de tracer la courbe intrinsèque du sol étudié, et de déterminer son angle de frottement interne ϕ et sa cohésion C.

VIII.6. Condition d'utilisation des sols en remblais :

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

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- ✓ Pierre de dimension $> 80\text{mm}$.
- ✓ Matériaux plastique IP $> 20\%$ ou organique.
- ✓ Matériaux gélifs.
- ✓ On évite les sols à forte teneur en argile.

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

VIII.7-Résultats des essais au laboratoire :

a)-Résultats des essais physiques :

Tableau VIII.1:Résultats des essais physiques

Puits N°	Profondeur (m)	Granulométrie (%)			Limites d'Atterberg		Classification (GTR)
		D _{max}	< 2 mm	< 80µm	Wl	I _p	
1	0.6-1.5	31.5	90	59	33.92	12.27	A ₂
2	0.5-2.0	25	89	55	33.94	17.24	A ₂
3	0.7-1.5	20	88	59	35.20	15.80	A ₂
4	0.6-1.2	40	89	58	35.67	22.70	A ₂
5	0.0-1.5	25	90	63	35.25	12.60	A ₂

Le guide technique de réalisation des remblais et des couches de forme (juillet 2000, 2^{ème} Edition) classe ces sols en classe A₂ (I_p entre 12 et 25), soit des sols fins et des sables argileux.

Tableau VIII.2:Résultats des essais physiques

Puits	Profondeur (m)	W _{nat} (%)	γ _h (t/m ³)	γ _d (t/m ³)	S _r (%)
1	0.6-1.5	10.5	28	2.10	49.61
2	0.5-2.0	9	33	2.06	51.15
3	0.7-1.5	10	38	2.07	52.75
4	0.6-1.2	8	33.91	1.68	39.47
5	0.0-1.5	8	33.95	1.68	43.97

Chapitre IX

Signalisation Et Eclairage

IX.1-Signalisation :

IX.1.1- Introduction :

La signalisation routière peut être utile pour garantir la sécurité de la circulation et assurer la fluidité du trafic. Il arrive cependant qu'elle n'atteigne pas le but recherché, voire qu'elle induise les usagers de la route en erreur, car parfois des signaux routiers ne sont pas aperçus par les usagers ou compliquent l'attention que ceux-ci doivent porter à la circulation.

IX.1.2- L'objet de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet :

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

IX.1.3- Principes fondamentaux pour une signalisation efficace :

Pour être efficace, la signalisation routière doit :

- Être uniforme et homogène.
- Attirer l'attention.
- Être parfaitement visible et lisible à distance.
- Être facile à comprendre.

IX.1.4- Types de Signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- La signalisation verticale par panneaux et par feux.
- La signalisation horizontale comporte les différents types de marquages sur la chaussée.

IX.1.4.1-Signalisation Verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme. Elles peuvent être classées en quatre :

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

Signaux comportant une prescription absolue : Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

Signaux à simple indication :

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

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

Signaux déposition des dangers :

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

Forme des panneaux de signalisation :

- Danger : forme triangulaire.
- Prescription absolue : forme circulaire.
- Simple indication : forme généralement rectangulaire.

Signalisation temporaire signalisation de chantier :

La signalisation temporaire sert à signaler les obstacles ou dangers dont l'existence est-elle même temporaire.

Les obstacles ou dangers temporaires font l'objet d'une signalisation avancé :

- Pour les chantiers.
- Pour les routes glissantes.

IX.1.4.2-Signalisation Horizontale :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types:

a) Marquage longitudinal :

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

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

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leurs intervalles.

- Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont le largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.
- $U = 7.5$ cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.
- $U = 6$ cm sur les routes et voies urbaines dont le trafic dépasse 300 v /j.
- $U = 5$ cm pour les autres routes.

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

Tableau IX.1-Modulation des lignes discontinues.

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/vide
T1	3.00	10.00	1/3
T2	3.00	3.5	1
T3	3.00	1.33	3

b) Marquage transversal :

- **Lignes transversales continue :** Éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- **Lignes transversales discontinues :** Éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

Application au projet :

Signalisation Horizontale :



Figure IX.1-Signalisation Horizontale

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :



Figure IX.2-types des panneaux signalisation

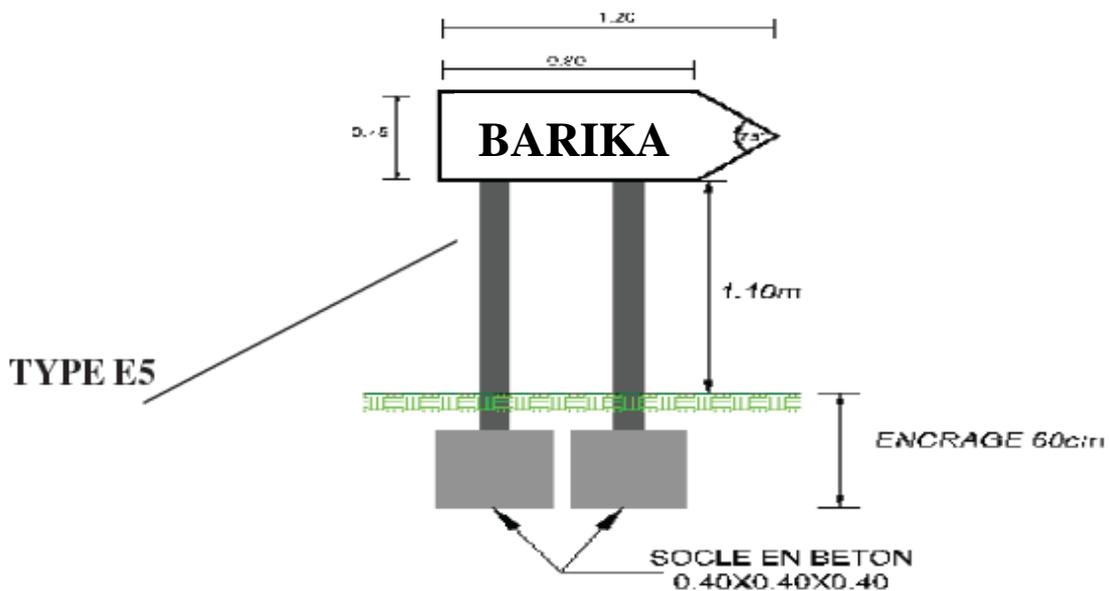


Figure IX.3-Exemple dimensionnement signalisation

IX.2-Eclairage

IX.2.1-Introduction :

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts sont de permettre aux usagers de la voie de circuler à la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

IX.2.2-Catégories d'éclairage :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

IX.2.3-Paramètres de l'implantation des luminaires :

- L'espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- 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.

IX.2.4-Application au projet :

Eclairage de la voie (le long de la route) :

La bordure du TPC doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux en place. Ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plages d'éclairage se raccordent sans discontinuité. La hauteur des foyers est en général de 8 à 12m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre route (la voie express).

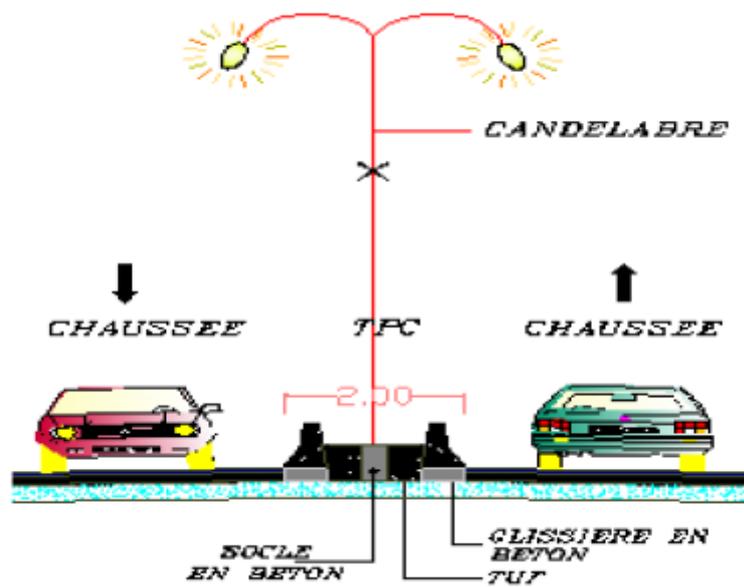


Figure IX.4-Coupe transversale et disposition de l'éclairage public

Chapitre X

Devis Estimatif

Et

Quantitatif

DEVAIS ESTIMATIF ET QUANTATIF

BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES					
N°	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX U (DA)	MONTANT
1.Terrassement					
1.1	Déblais mise en dépôt	m ³	100222	300	30066600
1.2	Remblais en matériaux sélectionnés	m ³	190032	350	66511200
1.3	Décapage de terre végétale sur d'épaisseur 20cm Y/C compactage et arrosage	m ³	26327.012	300	7898103.6
TOTAL 1 :					96577800
2.Chaussée					
2.1	couche de forme en TVO ep =40 cm	m ³	25717.56	800	20574048
2.2	couche de fondation GNT (0/31.5)	m ³	17105.31	2000	34210620
2.3	couche de base GB (2.2t/m³)	T	15115.012	4500	68017554
2.4	couche de revêtement BB (2.4t/m³)	T	8523.12	5500	46877160
2.5	Accotement en TVO	m ³	13025.217	600	7815130.2
2.6	couche d'imprégnation en Cut-back 0/1	m ²	43900.178	100	4390017.8
2.7	couche d'accrochage dose à (0.3 kg/m²)	m ²	85605.3471	100	8560534.71
TOTAL 2 :					190445064.71
3.Terre plain centrale					
3.1	Terre végétale	m ³	250858.16	800	200686528
3.2	Séparateur glissières en béton armé type SGBA	ml	12542.908	1000	12542908
TOTAL :					213229436
4.Signalisation					
4.1	Ligne continue	ml	12542.908	50	627145.4
4.2	Ligne discontinue	ml	25085.813	40	1003432.52
TOTAL 3 :					1630577.92
Total HT (DA) : 501882878.63					
TVA (19%) (DA) : 95357746.9397					
Total TTC (DA) : 597240626					

Le devis a été estimé à une somme de
cinq cent quatre-vingt-dix-sept millions deux cent quarante mille six cent vingt-six
Dinars Algériens

Conclusion

CONCLUSION GENERALE

Dans notre projet de dédoublement nous avons suivi le tracé de la route existante et récupéré la chaussée en la renforçant (cette route présente d'ailleurs de bonnes caractéristiques géométriques).

Nous avons introduit le long du tracé des courbes de raccordement en respectant les normes imposées par le B40 pour assurer la sécurité et le confort de l'utilisateur, d'autre part nous avons évité au maximum les contraintes y existantes à savoir la fibre optique, les arbres, les surfaces bâties... tout ceci en tenant compte de l'aspect économique du projet.

Cette étude d'APD nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises pour cerner les problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers.

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels autocad et covadis.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

1. Cours

- Cours de routes de 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} année Travaux Publics.
- Les cours des routes + Mini Projet M2 avec (Dr. MED REMADNA).

2. Documents

- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- Fascicule 1 (Notice d'utilisation).
- Fascicule 2 (Hypothèses Et Données De Dimensionnement).
- Fascicule 3 (Fiches Techniques De Dimensionnement).
- Documents depuis le bureau d'étude B.R.O.A.
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P).
- ARP : Aménagement des routes principales.

3. Outils informatiques

- Logiciel Covadis 10.1.
- AutoCAD 2008.
- Alizé LCPC.
- Microsoft PowerPoint.
- Microsoft Word.

4. Webographie

- Wikipédia.
- Google Earth.
- Formation sur YouTube (AUTOCAD + COVADIS).
- www.geo-media.com.

Notation et abréviation utilisés

C : catégorie de la route	N : durée de vie
E : environnement de la route	TJMA : trafic journalier moyen annuel
V_r : vitesse de référence (de base)	P : pourcentage de poids lourds
τ : le taux de croissance	CF : couche de fondation
R : rayon de l'axe de route	I_{min} : déclivité minimal
Δr : Ripage	I_{max} : déclivité maximal
Δd : variation de dévers	TN : terrain naturel
L : largeur de chaussée	SD : section déblai
R_{hm} : rayon horizontal minimal	SR : section remblai
R_{hn} : rayon horizontal normal	V : volume de terrassement
R_{hd} : rayon horizontal déversé	T_n : est trafic à l'année n
R_{hnd} : rayon horizontal non déversé	T₀ : est trafic à l'arrivée pour l'origine
f' : coefficient de frottement longitudinal	TJMA_h : le trafic à l'année horizon
d_{min} : devers minimal	TJMA₀ : le trafic à l'année de référence
d_{max} : devers maximal	N : nombre d'année
S : sur largeur	T_{eff} : trafic effective à l'année horizon
d : distance d'arrêt	Z : pourcentage de poids lourds
g : l'accélération en m/s	P : coefficient d'équivalent
p : charge par roue	Q : débit de point horaire
T_{eq} : température équivalent	Q_{sat} : débit de saturation
T_{pl} : trafic de poids lourd à l'année de mise en service	PL : poids lourds
	K₁ : coefficient lié à l'environnement

K2 : coefficient de réduction de capacité

GC :grave concassé

GNT :grave non traité

GB :grave bitume

BB :béton bitumineux

T :température

ICBR : indice CBR

CB :couche de base

CR : couche de roulement

RP1 : réseau principal de niveaux 1

v/j : l'unité véhicule par jour

RN :route national

E(Mpa) :portance de sol support de
chaussée

NPL :nombre de poids lourds

TPLi :classe de trafic

CBR :CalifornianBearing Ratio

Sj :classe de portance de sol visée

E_{éq} : épaisseur équivalent

Annexes

Axe En Plan

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 139.3721 g	1323.834	0.000	723279.690	3979195.041
Clothoïde 1	Paramètre -133.000	35.378	1323.834	724358.317	3978427.512
Arc 1	Rayon -500.000 m Centre X 724082.779 m Centre Y 3978009.784 m	107.187	1359.212	724386.896	3978406.663
Clothoïde 2	Paramètre 133.000	35.378	1466.399	724464.365	3978332.881
Droite 2	Gisement 157.5241 g	469.283	1501.777	724486.582	3978305.352
Clothoïde 3	Paramètre -133.000	35.378	1971.060	724776.973	3977936.706
Arc 2	Rayon -500.000 m Centre X 724395.061 m Centre Y 3977613.348 m	41.527	2006.438	724798.534	3977908.661
Clothoïde 4	Paramètre 133.000	35.378	2047.965	724821.642	3977874.171
Droite 3	Gisement 167.3160 g	242.579	2083.343	724839.379	3977843.562
Arc 3	Rayon 700.000 m Centre X 725568.275 m Centre Y 3977976.056 m	163.640	2325.922	724958.519	3977632.257
Droite 4	Gisement 152.4337 g	381.834	2489.561	725054.745	3977500.360
Arc 4	Rayon -700.000 m Centre X 724800.696 m Centre Y 3976744.545 m	182.398	2871.396	725314.226	3977220.241
Droite 5	Gisement 169.0220 g	355.732	3053.794	725419.445	3977071.882
Clothoïde 5	Paramètre -133.000	35.378	3409.526	725585.794	3976757.440
Arc 5	Rayon -500.000 m Centre X 725152.010 m Centre Y 3976507.944 m	188.689	3444.904	725601.967	3976725.978
Clothoïde 6	Paramètre 133.000	35.378	3633.594	725650.647	3976544.833
Droite 6	Gisement 197.5512 g	2602.482	3668.972	725652.424	3976509.502
			6271.454	725752.508	3973908.945
Longueur totale de l'axe 6271.454 mètre(s)					

Profil En Long Projet

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -1.34 %	855.818	-0.039	958.294
Parabole 1	Pente -1.34 %	116.137	855.779	946.796
	Rayon -15000.000 m			
	Sommet Absc. 654.258 m			
	Sommet Alt. 948.150 m			
Pente -2.12 %				
Pente 2	Pente -2.12 %	63.462	971.916	944.786
Parabole 2	Pente -2.12 %	282.820	1035.378	943.442
	Rayon 10000.000 m			
	Sommet Absc. 1247.151 m			
	Sommet Alt. 941.200 m			
Pente 0.71 %				
Pente 3	Pente 0.71 %	9.292	1318.198	941.452
Parabole 3	Pente 0.71 %	284.426	1327.490	941.518
	Rayon -10000.000 m			
	Sommet Absc. 1398.538 m			
	Sommet Alt. 941.771 m			
Pente -2.13 %				
Pente 4	Pente -2.13 %	128.986	1611.916	939.494
Parabole 4	Pente -2.13 %	275.879	1740.902	936.742
	Rayon 10000.000 m			
	Sommet Absc. 1954.280 m			
	Sommet Alt. 934.466 m			
Pente 0.63 %				
Pente 5	Pente 0.63 %	470.841	2016.780	934.661
Parabole 5	Pente 0.63 %	218.571	2487.621	937.604
	Rayon -10000.000 m			
	Sommet Absc. 2550.121 m			
	Sommet Alt. 937.799 m			
Pente -1.56 %				
Pente 6	Pente -1.56 %	512.653	2706.192	936.581
Parabole 6	Pente -1.56 %	83.366	3218.845	928.580
	Rayon 15000.000 m			
	Sommet Absc. 3452.952 m			
	Sommet Alt. 926.753 m			
Pente -1.00 %				
Pente 7	Pente -1.00 %	634.944	3302.211	927.511
Parabole 7	Pente -1.00 %	186.133	3937.155	921.130
	Rayon 15000.000 m			
	Sommet Absc. 4087.896 m			
	Sommet Alt. 920.372 m			
Pente 0.24 %				
Pente 8	Pente 0.24 %	910.626	4123.288	920.414
Parabole 8	Pente 0.24 %	110.710	5033.914	922.563
	Rayon -15000.000 m			
	Sommet Absc. 5069.307 m			
	Sommet Alt. 922.604 m			
Pente -0.50 %				
Pente 9	Pente -0.50 %	1127.813	5144.625	922.415
			6272.438	916.752
Longueur totale de l'axe 6272.438 mètre(s)				

Profils En Travers

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
1	0.000	Droite 1	Pente 1	958.555	958.293	239.372	723279.690	3979195.041	2.50	-2.50
2	25.000	Droite 1	Pente 1	958.360	957.958	239.372	723300.060	3979180.547	2.50	-2.50
3	50.000	Droite 1	Pente 1	958.164	957.622	239.372	723320.429	3979166.052	2.50	-2.50
4	75.000	Droite 1	Pente 1	957.970	957.286	239.372	723340.798	3979151.558	2.50	-2.50
5	100.000	Droite 1	Pente 1	957.773	956.950	239.372	723361.168	3979137.063	2.50	-2.50
6	125.000	Droite 1	Pente 1	957.578	956.614	239.372	723381.537	3979122.569	2.50	-2.50
7	150.000	Droite 1	Pente 1	957.386	956.278	239.372	723401.906	3979108.074	2.50	-2.50
8	175.000	Droite 1	Pente 1	957.122	955.942	239.372	723422.276	3979093.580	2.50	-2.50
9	200.000	Droite 1	Pente 1	956.814	955.606	239.372	723442.645	3979079.086	2.50	-2.50
10	225.000	Droite 1	Pente 1	956.457	955.271	239.372	723463.015	3979064.591	2.50	-2.50
11	250.000	Droite 1	Pente 1	956.058	954.935	239.372	723483.384	3979050.097	2.50	-2.50
12	275.000	Droite 1	Pente 1	955.692	954.599	239.372	723503.753	3979035.602	2.50	-2.50
13	300.000	Droite 1	Pente 1	955.323	954.263	239.372	723524.123	3979021.108	2.50	-2.50
14	325.000	Droite 1	Pente 1	954.947	953.927	239.372	723544.492	3979006.613	2.50	-2.50
15	350.000	Droite 1	Pente 1	954.593	953.591	239.372	723564.861	3978992.119	2.50	-2.50
16	375.000	Droite 1	Pente 1	954.229	953.255	239.372	723585.231	3978977.624	2.50	-2.50
17	400.000	Droite 1	Pente 1	953.803	952.920	239.372	723605.600	3978963.130	2.50	-2.50
18	425.000	Droite 1	Pente 1	953.376	952.584	239.372	723625.970	3978948.636	2.50	-2.50
19	450.000	Droite 1	Pente 1	952.911	952.248	239.372	723646.339	3978934.141	2.50	-2.50
20	475.000	Droite 1	Pente 1	952.429	951.912	239.372	723666.708	3978919.647	2.50	-2.50
21	500.000	Droite 1	Pente 1	951.917	951.576	239.372	723687.078	3978905.152	2.50	-2.50
22	525.000	Droite 1	Pente 1	951.415	951.240	239.372	723707.447	3978890.658	2.50	-2.50
23	550.000	Droite 1	Pente 1	950.988	950.904	239.372	723727.816	3978876.163	2.50	-2.50
24	575.000	Droite 1	Pente 1	950.565	950.568	239.372	723748.186	3978861.669	2.50	-2.50
25	600.000	Droite 1	Pente 1	950.156	950.233	239.372	723768.555	3978847.174	2.50	-2.50
26	625.000	Droite 1	Pente 1	949.753	949.897	239.372	723788.924	3978832.680	2.50	-2.50
27	650.000	Droite 1	Pente 1	949.342	949.561	239.372	723809.294	3978818.186	2.50	-2.50
28	675.000	Droite 1	Pente 1	948.932	949.225	239.372	723829.663	3978803.691	2.50	-2.50
29	700.000	Droite 1	Pente 1	948.592	948.889	239.372	723850.033	3978789.197	2.50	-2.50
30	725.000	Droite 1	Pente 1	948.279	948.553	239.372	723870.402	3978774.702	2.50	-2.50
31	750.000	Droite 1	Pente 1	947.969	948.217	239.372	723890.771	3978760.208	2.50	-2.50
32	775.000	Droite 1	Pente 1	947.668	947.881	239.372	723911.141	3978745.713	2.50	-2.50
33	800.000	Droite 1	Pente 1	947.373	947.546	239.372	723931.510	3978731.219	2.50	-2.50
34	825.000	Droite 1	Pente 1	947.054	947.210	239.372	723951.879	3978716.724	2.50	-2.50
35	850.000	Droite 1	Pente 1	946.629	946.874	239.372	723972.249	3978702.230	2.50	-2.50
36	875.000	Droite 1	Parabole 1	946.175	946.526	239.372	723992.618	3978687.736	2.50	-2.50
37	900.000	Droite 1	Parabole 1	945.603	946.137	239.372	724012.987	3978673.241	2.50	-2.50
38	925.000	Droite 1	Parabole 1	945.023	945.707	239.372	724033.357	3978658.747	2.50	-2.50
39	950.000	Droite 1	Parabole 1	944.405	945.234	239.372	724053.726	3978644.252	2.50	-2.50
40	975.000	Droite 1	Pente 2	943.800	944.721	239.372	724074.096	3978629.758	2.50	-2.50
41	1000.000	Droite 1	Pente 2	943.307	944.192	239.372	724094.465	3978615.263	2.50	-2.50
42	1025.000	Droite 1	Pente 2	942.814	943.662	239.372	724114.834	3978600.769	2.50	-2.50
43	1050.000	Droite 1	Parabole 2	942.322	943.143	239.372	724135.204	3978586.274	2.50	-2.50
44	1075.000	Droite 1	Parabole 2	941.824	942.682	239.372	724155.573	3978571.780	2.50	-2.50
45	1100.000	Droite 1	Parabole 2	941.372	942.283	239.372	724175.942	3978557.286	2.50	-2.50
46	1125.000	Droite 1	Parabole 2	941.022	941.946	239.372	724196.312	3978542.791	2.50	-2.50
47	1150.000	Droite 1	Parabole 2	940.673	941.672	239.372	724216.681	3978528.297	2.50	-2.50
48	1175.000	Droite 1	Parabole 2	940.471	941.460	239.372	724237.051	3978513.802	2.50	-2.50
49	1200.000	Droite 1	Parabole 2	940.520	941.311	239.372	724257.420	3978499.308	2.50	-2.50
50	1225.000	Droite 1	Parabole 2	940.611	941.225	239.372	724277.789	3978484.813	2.50	-2.50
51	1250.000	Droite 1	Parabole 2	940.792	941.200	239.372	724298.159	3978470.319	2.50	-2.50
52	1275.000	Droite 1	Parabole 2	940.969	941.239	239.372	724318.528	3978455.824	2.50	-2.50
53	1300.000	Droite 1	Parabole 2	941.136	941.340	239.372	724338.897	3978441.330	0.94	-2.50
54	1325.000	Clothoïde 1	Pente 3	941.304	941.501	239.375	724359.267	3978426.835	-0.85	-2.50
55	1350.000	Clothoïde 1	Parabole 3	941.659	941.653	240.604	724379.537	3978412.204	-2.63	-2.63
56	1375.000	Arc 1	Parabole 3	941.864	941.743	243.635	724399.274	3978396.864	-3.29	-3.29
57	1400.000	Arc 1	Parabole 3	941.793	941.771	246.818	724418.225	3978380.562	-3.29	-3.29
58	1425.000	Arc 1	Parabole 3	941.864	941.736	250.001	724436.337	3978363.333	-3.29	-3.29
59	1450.000	Arc 1	Parabole 3	941.849	941.638	253.184	724453.565	3978345.221	-3.29	-3.29

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
60	1475.000	Clothoïde 2	Parabole 3	941.765	941.478	256.234	724469.871	3978326.274	-2.68	-2.68
61	1500.000	Clothoïde 2	Parabole 3	941.392	941.256	257.518	724485.482	3978306.748	-0.89	-2.50
62	1525.000	Droite 2	Parabole 3	941.014	940.971	257.524	724500.952	3978287.109	0.90	-2.50
63	1550.000	Droite 2	Parabole 3	940.647	940.624	257.524	724516.422	3978267.470	2.50	-2.50
64	1575.000	Droite 2	Parabole 3	940.301	940.214	257.524	724531.892	3978247.832	2.50	-2.50
65	1600.000	Droite 2	Parabole 3	939.897	939.741	257.524	724547.362	3978228.193	2.50	-2.50
66	1625.000	Droite 2	Pente 4	939.535	939.215	257.524	724562.832	3978208.554	2.50	-2.50
67	1650.000	Droite 2	Pente 4	939.348	938.682	257.524	724578.302	3978188.915	2.50	-2.50
68	1675.000	Droite 2	Pente 4	939.174	938.148	257.524	724593.772	3978169.276	2.50	-2.50
69	1700.000	Droite 2	Pente 4	938.958	937.615	257.524	724609.242	3978149.638	2.50	-2.50
70	1725.000	Droite 2	Pente 4	938.729	937.081	257.524	724624.712	3978129.999	2.50	-2.50
71	1750.000	Droite 2	Parabole 4	938.432	936.552	257.524	724640.182	3978110.360	2.50	-2.50
72	1775.000	Droite 2	Parabole 4	938.183	936.073	257.524	724655.652	3978090.721	2.50	-2.50
73	1800.000	Droite 2	Parabole 4	938.024	935.656	257.524	724671.122	3978071.083	2.50	-2.50
74	1825.000	Droite 2	Parabole 4	937.739	935.301	257.524	724686.591	3978051.444	2.50	-2.50
75	1850.000	Droite 2	Parabole 4	937.628	935.009	257.524	724702.061	3978031.805	2.50	-2.50
76	1875.000	Droite 2	Parabole 4	937.669	934.780	257.524	724717.531	3978012.166	2.50	-2.50
77	1900.000	Droite 2	Parabole 4	937.618	934.613	257.524	724733.001	3977992.527	2.50	-2.50
78	1925.000	Droite 2	Parabole 4	937.607	934.508	257.524	724748.471	3977972.889	2.50	-2.50
79	1950.000	Droite 2	Parabole 4	937.618	934.466	257.524	724763.941	3977953.250	0.74	-2.50
80	1975.000	Clothoïde 3	Parabole 4	937.738	934.487	257.552	724779.411	3977933.611	-1.04	-2.50
81	2000.000	Clothoïde 3	Parabole 4	937.872	934.570	259.031	724794.701	3977913.832	-2.83	-2.83
82	2025.000	Arc 2	Pente 5	938.099	934.712	262.140	724809.217	3977893.482	-3.29	-3.29
83	2050.000	Clothoïde 4	Pente 5	938.310	934.868	265.315	724822.700	3977872.433	-3.14	-3.14
84	2075.000	Clothoïde 4	Pente 5	938.506	935.025	267.191	724835.277	3977850.827	-1.36	-2.50
85	2100.000	Droite 3	Pente 5	938.585	935.181	267.316	724847.560	3977829.053	0.43	-2.50
86	2125.000	Droite 3	Pente 5	938.600	935.337	267.316	724859.838	3977807.276	2.21	-2.50
87	2150.000	Droite 3	Pente 5	938.949	935.493	267.316	724872.117	3977785.499	2.50	-2.50
88	2175.000	Droite 3	Pente 5	939.252	935.650	267.316	724884.396	3977763.722	2.50	-2.50
89	2200.000	Droite 3	Pente 5	939.531	935.806	267.316	724896.674	3977741.945	2.50	-2.50
90	2225.000	Droite 3	Pente 5	939.687	935.962	267.316	724908.953	3977720.168	2.50	-2.50
91	2250.000	Droite 3	Pente 5	939.862	936.118	267.316	724921.231	3977698.391	2.50	-2.50
92	2275.000	Droite 3	Pente 5	940.532	936.275	267.316	724933.510	3977676.614	2.50	-1.14
93	2300.000	Droite 3	Pente 5	941.646	936.431	267.316	724945.788	3977654.837	2.50	0.65
94	2325.000	Droite 3	Pente 5	942.461	936.587	267.316	724958.067	3977633.060	2.50	2.43
95	2350.000	Arc 3	Pente 5	942.457	936.743	265.126	724970.704	3977611.490	2.50	2.50
96	2375.000	Arc 3	Pente 5	942.248	936.900	262.853	724984.102	3977590.386	2.50	2.50
97	2400.000	Arc 3	Pente 5	941.511	937.056	260.579	724998.246	3977569.773	2.50	2.50
98	2425.000	Arc 3	Pente 5	940.525	937.212	258.305	725013.116	3977549.678	2.50	2.50
99	2450.000	Arc 3	Pente 5	940.051	937.368	256.032	725028.695	3977530.127	2.50	2.50
100	2475.000	Arc 3	Pente 5	939.410	937.525	253.758	725044.961	3977511.145	2.50	2.50
101	2500.000	Droite 4	Parabole 5	938.810	937.673	252.434	725061.839	3977492.702	2.50	1.75
102	2525.000	Droite 4	Parabole 5	938.242	937.767	252.434	725078.828	3977474.362	2.50	-0.03
103	2550.000	Droite 4	Parabole 5	937.739	937.799	252.434	725095.817	3977456.021	2.50	-1.82
104	2575.000	Droite 4	Parabole 5	937.282	937.768	252.434	725112.806	3977437.681	2.50	-2.50
105	2600.000	Droite 4	Parabole 5	936.964	937.675	252.434	725129.795	3977419.341	2.50	-2.50
106	2625.000	Droite 4	Parabole 5	936.707	937.519	252.434	725146.784	3977401.000	2.50	-2.50
107	2650.000	Droite 4	Parabole 5	936.621	937.300	252.434	725163.774	3977382.660	2.50	-2.50
108	2675.000	Droite 4	Parabole 5	936.534	937.019	252.434	725180.763	3977364.319	2.50	-2.50
109	2700.000	Droite 4	Parabole 5	936.489	936.676	252.434	725197.752	3977345.979	2.50	-2.50
110	2725.000	Droite 4	Pente 6	936.448	936.287	252.434	725214.741	3977327.639	2.50	-2.50
111	2750.000	Droite 4	Pente 6	936.367	935.897	252.434	725231.730	3977309.298	2.50	-2.50
112	2775.000	Droite 4	Pente 6	936.284	935.507	252.434	725248.719	3977290.958	2.50	-2.50
113	2800.000	Droite 4	Pente 6	936.132	935.117	252.434	725265.708	3977272.618	2.50	-2.50
114	2825.000	Droite 4	Pente 6	935.934	934.727	252.434	725282.698	3977254.277	0.81	-2.50
115	2850.000	Droite 4	Pente 6	935.739	934.337	252.434	725299.687	3977235.937	-0.97	-2.50
116	2875.000	Arc 4	Pente 6	935.602	933.946	252.761	725316.669	3977217.590	-2.50	-2.50
117	2900.000	Arc 4	Pente 6	935.398	933.556	255.035	725333.231	3977198.865	-2.50	-2.50
118	2925.000	Arc 4	Pente 6	935.050	933.166	257.309	725349.114	3977179.560	-2.50	-2.50
119	2950.000	Arc 4	Pente 6	934.384	932.776	259.582	725364.297	3977159.701	-2.50	-2.50
120	2975.000	Arc 4	Pente 6	933.617	932.386	261.856	725378.761	3977139.311	-2.50	-2.50
121	3000.000	Arc 4	Pente 6	932.893	931.996	264.130	725392.488	3977118.419	-2.50	-2.50
122	3025.000	Arc 4	Pente 6	932.095	931.605	266.403	725405.461	3977097.050	-2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
123	3050.000	Arc 4	Pente 6	931.298	931.215	268.677	725417.662	3977075.231	-2.50	-2.50
124	3075.000	Droite 5	Pente 6	930.514	930.825	269.022	725429.362	3977053.137	-0.99	-2.50
125	3100.000	Droite 5	Pente 6	929.722	930.435	269.022	725441.052	3977031.039	0.80	-2.50
126	3125.000	Droite 5	Pente 6	928.963	930.045	269.022	725452.743	3977008.941	2.50	-2.50
127	3150.000	Droite 5	Pente 6	928.287	929.654	269.022	725464.433	3976986.843	2.50	-2.50
128	3175.000	Droite 5	Pente 6	927.722	929.264	269.022	725476.124	3976964.745	2.50	-2.50
129	3200.000	Droite 5	Pente 6	927.246	928.874	269.022	725487.815	3976942.646	2.50	-2.50
130	3225.000	Droite 5	Parabole 6	926.759	928.485	269.022	725499.505	3976920.548	2.50	-2.50
131	3250.000	Droite 5	Parabole 6	926.316	928.126	269.022	725511.196	3976898.450	2.50	-2.50
132	3275.000	Droite 5	Parabole 6	925.921	927.809	269.022	725522.886	3976876.352	2.50	-2.50
133	3300.000	Droite 5	Parabole 6	925.534	927.533	269.022	725534.577	3976854.254	2.50	-2.50
134	3325.000	Droite 5	Pente 7	925.158	927.282	269.022	725546.268	3976832.155	2.50	-2.50
135	3350.000	Droite 5	Pente 7	924.911	927.030	269.022	725557.958	3976810.057	2.50	-2.50
136	3375.000	Droite 5	Pente 7	924.458	926.779	269.022	725569.649	3976787.959	1.70	-2.50
137	3400.000	Droite 5	Pente 7	924.360	926.528	269.022	725581.340	3976765.861	-0.08	-2.50
138	3425.000	Clothoïde 5	Pente 7	924.209	926.277	269.453	725592.999	3976743.746	-1.87	-2.50
139	3450.000	Arc 5	Pente 7	923.844	926.025	271.923	725604.166	3976721.381	-3.29	-3.29
140	3475.000	Arc 5	Pente 7	923.313	925.774	275.106	725614.268	3976698.516	-3.29	-3.29
141	3500.000	Arc 5	Pente 7	922.846	925.523	278.289	725623.215	3976675.174	-3.29	-3.29
142	3525.000	Arc 5	Pente 7	922.514	925.272	281.472	725630.984	3976651.415	-3.29	-3.29
143	3550.000	Arc 5	Pente 7	922.205	925.020	284.655	725637.556	3976627.297	-3.29	-3.29
144	3575.000	Arc 5	Pente 7	921.585	924.769	287.839	725642.914	3976602.880	-3.29	-3.29
145	3600.000	Arc 5	Pente 7	920.939	924.518	291.022	725647.046	3976578.227	-3.29	-3.29
146	3625.000	Arc 5	Pente 7	920.446	924.267	294.205	725649.940	3976553.397	-3.29	-3.29
147	3650.000	Clothoïde 6	Pente 7	920.081	924.015	296.903	725651.631	3976528.457	-2.12	-2.50
148	3675.000	Droite 6	Pente 7	919.789	923.764	297.551	725652.656	3976503.478	-0.33	-2.50
149	3700.000	Droite 6	Pente 7	919.886	923.513	297.551	725653.618	3976478.496	1.45	-2.50
150	3725.000	Droite 6	Pente 7	919.971	923.262	297.551	725654.579	3976453.515	2.50	-2.50
151	3750.000	Droite 6	Pente 7	920.056	923.011	297.551	725655.540	3976428.533	2.50	-2.50
152	3775.000	Droite 6	Pente 7	920.129	922.759	297.551	725656.502	3976403.552	2.50	-2.50
153	3800.000	Droite 6	Pente 7	920.197	922.508	297.551	725657.463	3976378.570	2.50	-2.50
154	3825.000	Droite 6	Pente 7	920.238	922.257	297.551	725658.425	3976353.589	2.50	-2.50
155	3850.000	Droite 6	Pente 7	920.242	922.006	297.551	725659.386	3976328.607	2.50	-2.50
156	3875.000	Droite 6	Pente 7	920.186	921.754	297.551	725660.348	3976303.626	2.50	-2.50
157	3900.000	Droite 6	Pente 7	919.998	921.503	297.551	725661.309	3976278.644	2.50	-2.50
158	3925.000	Droite 6	Pente 7	919.829	921.252	297.551	725662.270	3976253.663	2.50	-2.50
159	3950.000	Droite 6	Parabole 7	919.795	921.006	297.551	725663.232	3976228.681	2.50	-2.50
160	3975.000	Droite 6	Parabole 7	919.762	920.797	297.551	725664.193	3976203.700	2.50	-2.50
161	4000.000	Droite 6	Parabole 7	919.423	920.630	297.551	725665.155	3976178.718	2.50	-2.50
162	4025.000	Droite 6	Parabole 7	919.189	920.504	297.551	725666.116	3976153.737	2.50	-2.50
163	4050.000	Droite 6	Parabole 7	919.683	920.420	297.551	725667.078	3976128.755	2.50	-2.50
164	4075.000	Droite 6	Parabole 7	919.799	920.378	297.551	725668.039	3976103.774	2.50	-2.50
165	4100.000	Droite 6	Parabole 7	919.544	920.377	297.551	725669.000	3976078.792	2.50	-2.50
166	4125.000	Droite 6	Pente 8	919.658	920.418	297.551	725669.962	3976053.811	2.50	-2.50
167	4150.000	Droite 6	Pente 8	919.711	920.477	297.551	725670.923	3976028.829	2.50	-2.50
168	4175.000	Droite 6	Pente 8	919.827	920.536	297.551	725671.885	3976003.848	2.50	-2.50
169	4200.000	Droite 6	Pente 8	919.951	920.595	297.551	725672.846	3975978.866	2.50	-2.50
170	4225.000	Droite 6	Pente 8	919.983	920.654	297.551	725673.807	3975953.885	2.50	-2.50
171	4250.000	Droite 6	Pente 8	919.748	920.713	297.551	725674.769	3975928.903	2.50	-2.50
172	4275.000	Droite 6	Pente 8	919.552	920.772	297.551	725675.730	3975903.922	2.50	-2.50
173	4300.000	Droite 6	Pente 8	919.287	920.831	297.551	725676.692	3975878.940	2.50	-2.50
174	4325.000	Droite 6	Pente 8	919.047	920.890	297.551	725677.653	3975853.959	2.50	-2.50
175	4350.000	Droite 6	Pente 8	918.969	920.949	297.551	725678.615	3975828.977	2.50	-2.50
176	4375.000	Droite 6	Pente 8	918.999	921.008	297.551	725679.576	3975803.996	2.50	-2.50
177	4400.000	Droite 6	Pente 8	919.476	921.067	297.551	725680.537	3975779.014	2.50	-2.50
178	4425.000	Droite 6	Pente 8	919.608	921.126	297.551	725681.499	3975754.032	2.50	-2.50
179	4450.000	Droite 6	Pente 8	919.780	921.185	297.551	725682.460	3975729.051	2.50	-2.50
180	4475.000	Droite 6	Pente 8	919.942	921.244	297.551	725683.422	3975704.069	2.50	-2.50
181	4500.000	Droite 6	Pente 8	920.066	921.303	297.551	725684.383	3975679.088	2.50	-2.50
182	4525.000	Droite 6	Pente 8	920.209	921.362	297.551	725685.345	3975654.106	2.50	-2.50
183	4550.000	Droite 6	Pente 8	920.424	921.421	297.551	725686.306	3975629.125	2.50	-2.50
184	4575.000	Droite 6	Pente 8	920.708	921.480	297.551	725687.267	3975604.143	2.50	-2.50
185	4600.000	Droite 6	Pente 8	921.091	921.539	297.551	725688.229	3975579.162	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
186	4625.000	Droite 6	Pente 8	921.334	921.598	297.551	725689.190	3975554.180	2.50	-2.50
187	4650.000	Droite 6	Pente 8	921.243	921.657	297.551	725690.152	3975529.199	2.50	-2.50
188	4675.000	Droite 6	Pente 8	921.231	921.716	297.551	725691.113	3975504.217	2.50	-2.50
189	4700.000	Droite 6	Pente 8	921.441	921.775	297.551	725692.075	3975479.236	2.50	-2.50
190	4725.000	Droite 6	Pente 8	921.593	921.834	297.551	725693.036	3975454.254	2.50	-2.50
191	4750.000	Droite 6	Pente 8	921.535	921.893	297.551	725693.997	3975429.273	2.50	-2.50
192	4775.000	Droite 6	Pente 8	921.319	921.952	297.551	725694.959	3975404.291	2.50	-2.50
193	4800.000	Droite 6	Pente 8	921.250	922.011	297.551	725695.920	3975379.310	2.50	-2.50
194	4825.000	Droite 6	Pente 8	921.285	922.070	297.551	725696.882	3975354.328	2.50	-2.50
195	4850.000	Droite 6	Pente 8	921.262	922.129	297.551	725697.843	3975329.347	2.50	-2.50
196	4875.000	Droite 6	Pente 8	921.174	922.188	297.551	725698.804	3975304.365	2.50	-2.50
197	4900.000	Droite 6	Pente 8	921.236	922.247	297.551	725699.766	3975279.384	2.50	-2.50
198	4925.000	Droite 6	Pente 8	921.120	922.306	297.551	725700.727	3975254.402	2.50	-2.50
199	4950.000	Droite 6	Pente 8	920.900	922.365	297.551	725701.689	3975229.421	2.50	-2.50
200	4975.000	Droite 6	Pente 8	920.522	922.424	297.551	725702.650	3975204.439	2.50	-2.50
201	5000.000	Droite 6	Pente 8	920.386	922.483	297.551	725703.612	3975179.458	2.50	-2.50
202	5025.000	Droite 6	Pente 8	920.168	922.542	297.551	725704.573	3975154.476	2.50	-2.50
203	5050.000	Droite 6	Parabole 8	920.029	922.592	297.551	725705.534	3975129.495	2.50	-2.50
204	5075.000	Droite 6	Parabole 8	919.888	922.603	297.551	725706.496	3975104.513	2.50	-2.50
205	5100.000	Droite 6	Parabole 8	919.745	922.573	297.551	725707.457	3975079.532	2.50	-2.50
206	5125.000	Droite 6	Parabole 8	919.605	922.501	297.551	725708.419	3975054.550	2.50	-2.50
207	5150.000	Droite 6	Pente 9	919.486	922.388	297.551	725709.380	3975029.569	2.50	-2.50
208	5175.000	Droite 6	Pente 9	919.371	922.263	297.551	725710.342	3975004.587	2.50	-2.50
209	5200.000	Droite 6	Pente 9	919.221	922.137	297.551	725711.303	3974979.606	2.50	-2.50
210	5225.000	Droite 6	Pente 9	919.058	922.012	297.551	725712.264	3974954.624	2.50	-2.50
211	5250.000	Droite 6	Pente 9	918.892	921.886	297.551	725713.226	3974929.643	2.50	-2.50
212	5275.000	Droite 6	Pente 9	918.757	921.761	297.551	725714.187	3974904.661	2.50	-2.50
213	5300.000	Droite 6	Pente 9	918.610	921.635	297.551	725715.149	3974879.680	2.50	-2.50
214	5325.000	Droite 6	Pente 9	918.457	921.510	297.551	725716.110	3974854.698	2.50	-2.50
215	5350.000	Droite 6	Pente 9	918.320	921.384	297.551	725717.071	3974829.717	2.50	-2.50
216	5375.000	Droite 6	Pente 9	918.188	921.259	297.551	725718.033	3974804.735	2.50	-2.50
217	5400.000	Droite 6	Pente 9	918.035	921.133	297.551	725718.994	3974779.754	2.50	-2.50
218	5425.000	Droite 6	Pente 9	917.860	921.008	297.551	725719.956	3974754.772	2.50	-2.50
219	5450.000	Droite 6	Pente 9	917.719	920.882	297.551	725720.917	3974729.791	2.50	-2.50
220	5475.000	Droite 6	Pente 9	917.613	920.756	297.551	725721.879	3974704.809	2.50	-2.50
221	5500.000	Droite 6	Pente 9	917.568	920.631	297.551	725722.840	3974679.828	2.50	-2.50
222	5525.000	Droite 6	Pente 9	917.471	920.505	297.551	725723.801	3974654.846	2.50	-2.50
223	5550.000	Droite 6	Pente 9	917.433	920.380	297.551	725724.763	3974629.865	2.50	-2.50
224	5575.000	Droite 6	Pente 9	917.377	920.254	297.551	725725.724	3974604.883	2.50	-2.50
225	5600.000	Droite 6	Pente 9	917.308	920.129	297.551	725726.686	3974579.902	2.50	-2.50
226	5625.000	Droite 6	Pente 9	917.222	920.003	297.551	725727.647	3974554.920	2.50	-2.50
227	5650.000	Droite 6	Pente 9	917.041	919.878	297.551	725728.609	3974529.939	2.50	-2.50
228	5675.000	Droite 6	Pente 9	916.869	919.752	297.551	725729.570	3974504.957	2.50	-2.50
229	5700.000	Droite 6	Pente 9	916.705	919.627	297.551	725730.531	3974479.976	2.50	-2.50
230	5725.000	Droite 6	Pente 9	916.549	919.501	297.551	725731.493	3974454.994	2.50	-2.50
231	5750.000	Droite 6	Pente 9	916.428	919.376	297.551	725732.454	3974430.013	2.50	-2.50
232	5775.000	Droite 6	Pente 9	916.304	919.250	297.551	725733.416	3974405.031	2.50	-2.50
233	5800.000	Droite 6	Pente 9	916.204	919.125	297.551	725734.377	3974380.050	2.50	-2.50
234	5825.000	Droite 6	Pente 9	916.104	918.999	297.551	725735.338	3974355.068	2.50	-2.50
235	5850.000	Droite 6	Pente 9	916.005	918.874	297.551	725736.300	3974330.087	2.50	-2.50
236	5875.000	Droite 6	Pente 9	915.918	918.748	297.551	725737.261	3974305.105	2.50	-2.50
237	5900.000	Droite 6	Pente 9	915.920	918.622	297.551	725738.223	3974280.124	2.50	-2.50
238	5925.000	Droite 6	Pente 9	915.934	918.497	297.551	725739.184	3974255.142	2.50	-2.50
239	5950.000	Droite 6	Pente 9	916.026	918.371	297.551	725740.146	3974230.161	2.50	-2.50
240	5975.000	Droite 6	Pente 9	916.131	918.246	297.551	725741.107	3974205.179	2.50	-2.50
241	6000.000	Droite 6	Pente 9	916.278	918.120	297.551	725742.068	3974180.198	2.50	-2.50
242	6025.000	Droite 6	Pente 9	916.417	917.995	297.551	725743.030	3974155.216	2.50	-2.50
243	6050.000	Droite 6	Pente 9	916.510	917.869	297.551	725743.991	3974130.235	2.50	-2.50
244	6075.000	Droite 6	Pente 9	916.617	917.744	297.551	725744.953	3974105.253	2.50	-2.50
245	6100.000	Droite 6	Pente 9	916.691	917.618	297.551	725745.914	3974080.272	2.50	-2.50
246	6125.000	Droite 6	Pente 9	916.776	917.493	297.551	725746.876	3974055.290	2.50	-2.50
247	6150.000	Droite 6	Pente 9	916.922	917.367	297.551	725747.837	3974030.309	2.50	-2.50
248	6175.000	Droite 6	Pente 9	917.105	917.242	297.551	725748.798	3974005.327	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
249	6200.000	Droite 6	Pente 9	917.274	917.116	297.551	725749.760	3973980.346	2.50	-2.50
250	6225.000	Droite 6	Pente 9	917.455	916.991	297.551	725750.721	3973955.364	2.50	-2.50
251	6250.000	Droite 6	Pente 9	917.641	916.865	297.551	725751.683	3973930.383	2.50	-2.50
252	6271.454	Droite 6	Pente 9	Aucun	916.757	297.551	725752.508	3973908.945	2.50	-2.50

Cubatures Déblai Remblai (compensé)

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
1	0.000	12.50	6.82	0.12	85.309	1.514	85	2
2	25.000	25.00	17.70	0.04	442.479	0.941	528	2
3	50.000	25.00	19.82	0.04	495.419	1.004	1023	3
4	75.000	25.00	22.38	0.04	559.380	0.917	1583	4
5	100.000	25.00	25.11	0.04	627.771	0.920	2210	5
6	125.000	25.00	27.80	0.04	694.913	0.925	2905	6
7	150.000	25.00	30.44	0.04	760.989	1.084	3666	7
8	175.000	25.00	32.00	0.04	799.917	1.105	4466	8
9	200.000	25.00	32.83	0.04	820.761	1.037	5287	9
10	225.000	25.00	32.35	0.04	808.837	1.037	6096	10
11	250.000	25.00	31.11	0.04	777.769	1.019	6874	12
12	275.000	25.00	30.13	0.04	753.367	1.034	7627	13
13	300.000	25.00	29.18	0.04	729.512	0.963	8356	14
14	325.000	25.00	27.79	0.04	694.758	0.963	9051	14
15	350.000	25.00	25.61	0.04	640.226	0.991	9691	15
16	375.000	25.00	23.65	0.04	591.149	1.057	10283	17
17	400.000	25.00	23.54	0.04	588.530	0.972	10871	17
18	425.000	25.00	24.12	0.04	603.101	0.953	11474	18
19	450.000	25.00	22.24	0.04	555.882	1.054	12030	19
20	475.000	25.00	19.92	0.04	497.970	1.055	12528	21
21	500.000	25.00	17.24	0.04	431.043	1.045	12959	22
22	525.000	25.00	14.80	0.04	370.124	0.890	13329	22
23	550.000	25.00	13.70	0.04	342.476	1.011	13672	23
24	575.000	25.00	10.50	0.14	262.428	3.440	13934	27
25	600.000	25.00	11.30	0.04	282.432	0.999	14217	28
26	625.000	25.00	10.06	0.04	251.456	1.045	14468	29
27	650.000	25.00	8.97	0.04	224.221	1.044	14692	30
28	675.000	25.00	8.64	0.04	216.064	1.036	14908	31
29	700.000	25.00	8.79	0.04	219.669	1.033	15128	32
30	725.000	25.00	9.06	0.04	226.493	1.017	15354	33
31	750.000	25.00	9.34	0.04	233.476	1.020	15588	34
32	775.000	25.00	9.67	0.04	241.700	0.967	15830	35
33	800.000	25.00	9.72	0.04	242.930	0.966	16073	36
34	825.000	25.00	9.86	0.04	246.545	0.977	16319	37
35	850.000	25.00	9.00	0.04	224.939	1.035	16544	38
36	875.000	25.00	7.48	0.04	186.897	1.036	16731	39
37	900.000	25.00	4.72	0.04	117.957	1.057	16849	40
38	925.000	25.00	2.68	0.14	67.050	3.560	16916	44
39	950.000	25.00	0.78	0.79	19.593	19.712	16936	63
40	975.000	25.00	1.31	2.14	32.851	53.456	16968	117
41	1000.000	25.00	0.74	1.44	18.461	35.909	16987	153
42	1025.000	25.00	0.62	0.75	15.606	18.743	17002	172
43	1050.000	25.00	0.79	0.30	19.637	7.454	17022	179
44	1075.000	25.00	0.83	0.66	20.831	16.581	17043	196
45	1100.000	25.00	0.84	1.83	20.962	45.802	17064	241
46	1125.000	25.00	0.93	4.92	23.324	122.904	17087	364
47	1150.000	25.00	1.42	12.35	35.383	308.636	17123	673
48	1175.000	25.00	3.04	23.17	76.025	579.328	17199	1252
49	1200.000	25.00	1.24	5.71	30.920	142.872	17230	1395
50	1225.000	25.00	3.87	0.07	96.734	1.643	17326	1397
51	1250.000	25.00	6.82	0.04	170.513	0.987	17497	1398
52	1275.000	25.00	8.56	0.04	214.032	1.073	17711	1399
53	1300.000	25.00	9.53	0.04	238.222	1.069	17949	1400
54	1325.000	25.00	9.25	0.04	231.085	0.975	18180	1401
55	1350.000	25.00	10.19	0.04	254.167	0.995	18434	1402
56	1375.000	25.00	12.88	0.14	320.545	3.473	18755	1405
57	1400.000	25.00	9.08	0.20	226.765	5.107	18982	1410
58	1425.000	25.00	10.02	0.21	250.548	5.364	19232	1416
59	1450.000	25.00	13.52	0.05	337.660	1.260	19570	1417

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
60	1475.000	25.00	14.88	0.03	371.746	0.679	19942	1418
61	1500.000	25.00	12.51	0.05	312.624	1.262	20254	1419
62	1525.000	25.00	11.33	0.32	283.244	8.103	20537	1427
63	1550.000	25.00	11.36	0.87	284.011	21.770	20821	1449
64	1575.000	25.00	11.66	1.41	291.410	35.149	21113	1484
65	1600.000	25.00	11.94	0.27	298.580	6.637	21411	1491
66	1625.000	25.00	15.99	0.04	399.742	1.068	21811	1492
67	1650.000	25.00	21.82	0.04	545.578	0.985	22357	1493
68	1675.000	25.00	28.45	0.04	711.236	1.043	23068	1494
69	1700.000	25.00	32.12	0.04	803.049	1.053	23871	1495
70	1725.000	25.00	36.24	0.05	906.030	1.164	24777	1496
71	1750.000	25.00	40.93	0.04	1023.155	1.008	25800	1497
72	1775.000	25.00	44.43	0.04	1110.740	1.054	26911	1498
73	1800.000	25.00	49.39	0.04	1234.659	0.975	28146	1499
74	1825.000	25.00	51.27	0.04	1281.820	0.975	29427	1500
75	1850.000	25.00	54.89	0.04	1372.216	0.975	30800	1501
76	1875.000	25.00	57.86	0.04	1446.423	0.982	32246	1502
77	1900.000	25.00	61.04	0.04	1526.061	0.962	33772	1503
78	1925.000	25.00	64.71	0.04	1617.817	0.889	35390	1504
79	1950.000	25.00	66.61	0.04	1665.269	0.906	37055	1505
80	1975.000	25.00	67.24	0.04	1680.562	0.944	38736	1506
81	2000.000	25.00	66.89	0.04	1669.097	1.056	40405	1507
82	2025.000	25.00	67.11	0.04	1674.296	1.000	42079	1508
83	2050.000	25.00	66.41	0.04	1657.319	0.978	43736	1509
84	2075.000	25.00	63.42	0.04	1584.474	1.002	45321	1510
85	2100.000	25.00	67.97	0.04	1699.323	0.933	47020	1511
86	2125.000	25.00	73.26	0.04	1831.395	0.893	48852	1512
87	2150.000	25.00	77.76	0.04	1944.066	0.935	50796	1512
88	2175.000	25.00	81.97	0.04	2049.344	0.977	52845	1513
89	2200.000	25.00	82.10	0.04	2052.417	0.987	54898	1514
90	2225.000	25.00	84.88	0.04	2121.982	0.986	57019	1515
91	2250.000	25.00	88.70	0.04	2217.499	0.986	59237	1516
92	2275.000	25.00	98.24	0.04	2455.972	0.985	61693	1517
93	2300.000	25.00	118.26	0.04	2956.377	1.084	64649	1518
94	2325.000	25.00	136.36	0.04	3406.034	1.094	68055	1520
95	2350.000	25.00	135.70	0.05	3385.779	1.144	71441	1521
96	2375.000	25.00	125.89	0.05	3141.619	1.136	74583	1522
97	2400.000	25.00	102.87	0.04	2568.845	0.981	77152	1523
98	2425.000	25.00	79.71	0.04	1991.325	0.962	79143	1524
99	2450.000	25.00	59.52	0.04	1487.249	1.028	80630	1525
100	2475.000	25.00	31.70	313.15	793.926	7790.682	81424	9315
101	2500.000	25.00	20.95	1984.11	523.910	49580.790	81948	58896
102	2525.000	25.00	15.84	1924.92	395.950	48122.938	82344	107019
103	2550.000	25.00	6.82	750.29	170.575	18757.280	82515	125776
104	2575.000	25.00	3.85	6.80	96.199	170.015	82611	125947
105	2600.000	25.00	1.80	6.20	45.024	155.079	82656	126102
106	2625.000	25.00	1.23	5.38	30.810	134.452	82687	126236
107	2650.000	25.00	2.52	4.06	62.927	101.566	82750	126338
108	2675.000	25.00	4.45	2.43	111.254	60.854	82861	126398
109	2700.000	25.00	5.27	0.97	131.723	24.185	82992	126423
110	2725.000	25.00	11.29	0.07	282.266	1.675	83275	126424
111	2750.000	25.00	15.82	0.05	395.395	1.249	83670	126426
112	2775.000	25.00	20.17	0.05	504.249	1.249	84174	126427
113	2800.000	25.00	22.74	0.05	568.567	1.245	84743	126428
114	2825.000	25.00	25.44	0.03	635.896	0.856	85379	126429
115	2850.000	25.00	31.58	0.03	789.535	0.856	86168	126430
116	2875.000	25.00	38.37	0.04	958.840	1.002	87127	126431
117	2900.000	25.00	42.44	0.04	1061.062	1.033	88188	126432
118	2925.000	25.00	43.79	0.04	1095.093	1.087	89283	126433
119	2950.000	25.00	35.90	0.05	897.179	1.136	90181	126434
120	2975.000	25.00	29.01	0.04	724.649	0.938	90905	126435
121	3000.000	25.00	23.29	0.04	581.842	1.112	91487	126436
122	3025.000	25.00	17.34	0.05	433.044	1.127	91920	126437

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
123	3050.000	25.00	11.59	0.04	289.541	0.945	92210	126438
124	3075.000	25.00	6.20	0.07	155.121	1.836	92365	126440
125	3100.000	25.00	1.33	1.16	33.338	28.960	92398	126469
126	3125.000	25.00	0.55	6.39	13.735	159.786	92412	126629
127	3150.000	25.00	0.78	12.04	19.535	301.096	92431	126930
128	3175.000	25.00	0.80	15.09	20.009	377.276	92451	127307
129	3200.000	25.00	0.88	15.25	22.112	381.166	92473	127688
130	3225.000	25.00	1.03	15.63	25.647	390.778	92499	128079
131	3250.000	25.00	0.77	16.20	19.128	405.018	92518	128484
132	3275.000	25.00	0.79	17.97	19.714	449.350	92538	128933
133	3300.000	25.00	0.97	21.19	24.369	529.670	92562	129463
134	3325.000	25.00	0.97	24.04	24.232	601.098	92587	130064
135	3350.000	25.00	0.96	22.62	24.026	565.532	92611	130630
136	3375.000	25.00	0.98	24.76	24.435	618.966	92635	131249
137	3400.000	25.00	1.01	24.13	25.167	603.324	92660	131852
138	3425.000	25.00	0.94	21.57	23.480	539.781	92684	132392
139	3450.000	25.00	1.07	22.49	26.723	563.607	92710	132955
140	3475.000	25.00	1.14	23.08	28.363	578.190	92739	133534
141	3500.000	25.00	0.98	28.72	24.354	720.063	92763	134254
142	3525.000	25.00	0.63	32.41	15.658	812.465	92779	135066
143	3550.000	25.00	0.93	40.27	23.091	1009.901	92802	136076
144	3575.000	25.00	0.82	46.74	20.437	1172.255	92822	137248
145	3600.000	25.00	0.98	53.32	24.308	1336.403	92847	138585
146	3625.000	25.00	0.98	57.21	24.329	1433.504	92871	140018
147	3650.000	25.00	0.94	59.04	23.409	1477.836	92894	141496
148	3675.000	25.00	0.90	58.56	22.610	1464.121	92917	142960
149	3700.000	25.00	0.89	51.98	22.339	1299.548	92939	144260
150	3725.000	25.00	0.82	45.08	20.578	1126.988	92960	145387
151	3750.000	25.00	0.91	38.03	22.709	950.712	92983	146337
152	3775.000	25.00	0.78	31.09	19.515	777.210	93002	147115
153	3800.000	25.00	0.78	24.08	19.549	602.098	93022	147717
154	3825.000	25.00	0.78	18.93	19.451	473.162	93041	148190
155	3850.000	25.00	0.75	14.42	18.867	360.459	93060	148550
156	3875.000	25.00	0.70	11.11	17.453	277.827	93077	148828
157	3900.000	25.00	0.75	9.28	18.657	232.057	93096	149060
158	3925.000	25.00	0.93	7.48	23.136	187.037	93119	149247
159	3950.000	25.00	1.41	4.42	35.196	110.532	93154	149358
160	3975.000	25.00	2.21	2.82	55.363	70.550	93210	149428
161	4000.000	25.00	2.87	3.79	71.666	94.650	93281	149523
162	4025.000	25.00	3.04	4.47	75.985	111.800	93357	149635
163	4050.000	25.00	4.84	1.87	120.938	46.715	93478	149681
164	4075.000	25.00	5.57	1.02	139.335	25.511	93618	149707
165	4100.000	25.00	4.15	0.36	103.695	9.082	93721	149716
166	4125.000	25.00	3.61	0.04	90.192	0.994	93812	149717
167	4150.000	25.00	2.93	0.07	73.294	1.704	93885	149719
168	4175.000	25.00	3.18	0.04	79.606	0.990	93964	149720
169	4200.000	25.00	3.83	0.04	95.749	0.996	94060	149721
170	4225.000	25.00	3.93	0.04	98.332	0.987	94159	149722
171	4250.000	25.00	1.75	0.76	43.715	19.096	94202	149741
172	4275.000	25.00	1.33	3.01	33.179	75.220	94235	149816
173	4300.000	25.00	1.12	7.06	27.978	176.456	94263	149993
174	4325.000	25.00	1.10	10.45	27.478	261.365	94291	150254
175	4350.000	25.00	0.99	11.47	24.710	286.822	94316	150541
176	4375.000	25.00	0.89	12.62	22.328	315.402	94338	150856
177	4400.000	25.00	0.80	8.65	20.011	216.127	94358	151072
178	4425.000	25.00	1.08	6.63	26.918	165.821	94385	151238
179	4450.000	25.00	1.54	5.32	38.576	132.992	94423	151371
180	4475.000	25.00	2.15	4.25	53.759	106.344	94477	151477
181	4500.000	25.00	2.76	3.43	69.075	85.704	94546	151563
182	4525.000	25.00	3.15	2.45	78.719	61.298	94625	151624
183	4550.000	25.00	3.93	1.54	98.265	38.462	94723	151663
184	4575.000	25.00	4.74	0.41	118.493	10.150	94842	151673
185	4600.000	25.00	7.32	0.04	183.118	0.966	95025	151674

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
186	4625.000	25.00	9.52	0.04	237.967	0.966	95263	151675
187	4650.000	25.00	8.81	0.04	220.228	0.977	95483	151676
188	4675.000	25.00	8.40	0.04	209.929	0.977	95693	151677
189	4700.000	25.00	8.47	0.04	211.660	0.977	95905	151678
190	4725.000	25.00	8.37	0.04	209.311	0.995	96114	151679
191	4750.000	25.00	5.25	0.13	131.201	3.197	96245	151682
192	4775.000	25.00	5.41	0.23	135.205	5.652	96380	151688
193	4800.000	25.00	4.38	0.60	109.534	14.940	96490	151703
194	4825.000	25.00	3.88	0.78	96.925	19.529	96587	151722
195	4850.000	25.00	2.79	2.20	69.659	54.980	96657	151777
196	4875.000	25.00	1.61	5.70	40.324	142.547	96697	151920
197	4900.000	25.00	0.88	6.97	21.954	174.219	96719	152094
198	4925.000	25.00	0.84	5.75	20.932	143.833	96740	152238
199	4950.000	25.00	0.84	8.95	20.897	223.678	96761	152461
200	4975.000	25.00	1.15	16.36	28.646	408.908	96789	152870
201	5000.000	25.00	1.07	18.56	26.765	463.898	96816	153334
202	5025.000	25.00	0.95	23.49	23.678	587.349	96840	153922
203	5050.000	25.00	0.95	28.46	23.673	711.472	96863	154633
204	5075.000	25.00	1.12	32.46	28.062	811.448	96891	155445
205	5100.000	25.00	1.09	35.06	27.338	876.528	96919	156321
206	5125.000	25.00	0.93	36.74	23.135	918.584	96942	157240
207	5150.000	25.00	0.76	37.17	19.082	929.159	96961	158169
208	5175.000	25.00	0.69	37.01	17.165	925.333	96978	159094
209	5200.000	25.00	0.69	37.29	17.271	932.178	96995	160026
210	5225.000	25.00	0.63	37.36	15.838	933.889	97011	160960
211	5250.000	25.00	0.90	34.74	22.615	868.425	97034	161829
212	5275.000	25.00	1.27	33.17	31.861	829.189	97066	162658
213	5300.000	25.00	1.16	33.42	29.001	835.613	97095	163493
214	5325.000	25.00	1.26	34.67	31.406	866.776	97126	164360
215	5350.000	25.00	1.54	36.15	38.426	903.778	97165	165264
216	5375.000	25.00	1.69	37.84	42.320	946.123	97207	166210
217	5400.000	25.00	1.64	39.91	41.000	997.854	97248	167208
218	5425.000	25.00	1.29	40.50	32.306	1012.499	97280	168220
219	5450.000	25.00	1.17	39.42	29.135	985.474	97309	169206
220	5475.000	25.00	1.40	40.03	34.925	1000.628	97344	170207
221	5500.000	25.00	1.50	41.10	37.412	1027.588	97382	171234
222	5525.000	25.00	1.44	40.34	36.015	1008.471	97418	172243
223	5550.000	25.00	1.19	37.91	29.626	947.844	97447	173190
224	5575.000	25.00	0.95	35.95	23.784	898.729	97471	174089
225	5600.000	25.00	0.95	35.26	23.825	881.521	97495	174971
226	5625.000	25.00	0.88	35.18	22.123	879.553	97517	175850
227	5650.000	25.00	0.73	36.24	18.334	906.019	97535	176756
228	5675.000	25.00	0.88	37.26	22.120	931.494	97558	177688
229	5700.000	25.00	1.24	38.71	31.090	967.725	97589	178655
230	5725.000	25.00	1.37	40.06	34.296	1001.378	97623	179657
231	5750.000	25.00	1.37	41.35	34.164	1033.783	97657	180691
232	5775.000	25.00	0.94	42.20	23.432	1054.983	97680	181746
233	5800.000	25.00	0.92	41.05	23.068	1026.264	97704	182772
234	5825.000	25.00	0.92	39.90	23.074	997.380	97727	183769
235	5850.000	25.00	1.06	38.73	26.620	968.174	97753	184737
236	5875.000	25.00	1.41	37.04	35.173	925.943	97788	185663
237	5900.000	25.00	1.77	32.71	44.207	817.863	97833	186481
238	5925.000	25.00	1.74	28.70	43.390	717.614	97876	187199
239	5950.000	25.00	1.95	24.08	48.822	602.013	97925	187801
240	5975.000	25.00	2.27	20.36	56.796	509.003	97982	188310
241	6000.000	25.00	2.17	18.83	54.293	470.806	98036	188781
242	6025.000	25.00	1.88	17.08	47.067	426.995	98083	189208
243	6050.000	25.00	2.09	14.34	52.259	358.470	98135	189566
244	6075.000	25.00	2.26	10.86	56.576	271.467	98192	189838
245	6100.000	25.00	0.73	5.98	18.328	149.614	98210	189987
246	6125.000	25.00	1.76	1.56	43.966	38.891	98254	190026
247	6150.000	25.00	5.99	0.05	149.746	1.216	98404	190027
248	6175.000	25.00	10.31	0.05	257.853	1.241	98662	190029

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
249	6200.000	25.00	14.77	0.04	369.291	1.026	99031	190030
250	6225.000	25.00	19.16	0.05	479.090	1.181	99510	190031
251	6250.000	23.23	25.00	0.04	580.676	1.041	100091	190032
252	6271.454	10.73	12.19	0.02	130.739	0.220	100222	190032