

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil et hydraulique
Réf...../2019



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية و الري
المرجع:/2019

Mémoire de Master

Filière : Travaux Publics.

Spécialité : Voies et Ouvrage d'Art.

Thème :

Étude du dédoublement de la RN28 sur 8km

Présenté et soutenu par :

Madi Mohammed.

Encadreur :

Guettala Abdelhamid.

Promotion: 2019

المخلص

تندرج هذه الدراسة في اطار البنى التحتية للنقل و بالخصوص مجال الطرقات تحت عنوان ازدواجية الطريق الوطني رقم 28 الرابط بين النقاط الكيلومترية (102+000 و 110+000) على مسافة 8 كلم من مدينة بريكة الى بلدية الجزائر .

هذه المذكرة احتوت دراسة مفصلة لتوسعة الطريق الوطني رقم 28، تضمنت مراحل نذكر أهمها

- وصف عام للمشروع بالإضافة الى دراسة جيوتقنية.
- حساب حجم المرور عبر الطريق و منه إلى تحديد الطبقات التي تحتاجها الطريق.
- التصميم الهندسي للطريق المتمثل في مختلف المخططات "المخطط العلوي، المخطط الطولي، المخططات العرضية." "
- مفترق الطرق، تحديد المبلغ الاجمالي الذي نحتاجه لبدء المشروع.

الكلمات المفتاحية

- الطريق الازدواجية.
- حجم المرور المار.
- مفترق الطرق.

SUMMARY

Our project of the end of study is concerned by the field of the infrastructures of transport, and in particular the roads. This project presents a detailed study of a widening of trunk road RN28 (102+000 – 110+000) on a section of 8Km from Barika to El-djezzar. This study is composed of parts:

- presentation of the project, geotechnical study.
- Study of traffic, design the structure of roadway.
- Geometry of the road, design of a roundabout.
- Quantitative and Estimative Details.

Key words:

- Double ways.
- Traffic.
- Roundabout.

RESUME

Notre projet de fin d'étude rentre dans le cadre du domaine des infrastructures de transport, et en particulier les routes. Ce projet présente une étude détaillée d'un dédoublement de la route nationale RN28 (102+000 ; 110+000) sur un tronçon de 8Km de Barika vers El-djezzar. Cette étude se compose de trois parties :

- Présentation du projet, étude géotechnique.
- Étude de trafic et dimensionnement de chaussée
- Géométrie de la route, conception d'un carrefour giratoire.
- Détails quantitatif et estimatif.

Mots clés :

- Dédoublement.
- Trafic.
- Carrefours.

Remerciement

Je tiens à remercier en premier lieu et avant tout ALLAH le tout puissant, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir mon travail dans les meilleures conditions.

Je tiens à remercier mon encadreur.

Un grand Merci s'adresse particulièrement à Ma famille qui m'a soutenu pour réaliser mes études et qui m'a toujours encouragé dans chaque pas vers l'avant.

Mes remerciements s'adressent également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail.

Enfin, je pense à tous ceux qui m'aidé pour la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À ceux qui ont su planter en moi tout ce qui est de plus beau en ce monde, et qui se sont consacrées à m'inculquer la bonne éducation pour avoir la plus grande des satisfactions et me voir munie des plus grandes distinctions.

À ceux qui m'ont éclairé le chemin de la sagesse et m'ont offert tout ce qui est cher et comble le cœur dans la vie avec une immense générosité et une tendre affection.

À toi ma très chère mère et à toi mon très cher père. À mon bras droit mon frère et mes chères sœurs et notre petit enfant gâté Mouzou. À mes grandes mères. À mes amis intimes et à toute ma promotion sans exception.

Et à toutes personnes que j'ai connus et j'ai aimé.

« Plan de travail »

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre 1 : Présentation du projet

1. Présentation de la wilaya.....	(04)
2. Description du projet	(05)
3. Objectif	(05)
4. Justification de la RN28	(05)

Chapitre 2 : Étude géotechnique

1. Introduction	(07)
2. Objectif	(07)
3. Les moyens de la reconnaissance	(07)
4. Classification des sols	(10)
5. Résultats des essais.....	(11)
6. Conclusion	(12)

Chapitre 3 : Étude de trafic et dimensionnement du corps de chaussée

Données de base.....	(14)
-----------------------------	-------------

Étude de trafics

1. Introduction	(16)
2. L'analyse des trafics	(16)
3. Différents types de trafics	(16)
4. Calcul de la capacité	(18)
5. Détermination du nombre des voies	(19)
6. Application au projet	(20)

Dimensionnement du corps de chaussée..... (22)

1. Introduction	(22)
2. Les différents types de chaussé	(22)
3. Méthodes de dimensionnement des Chaussée	(25)
4. Application au projet	(29)
5. Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support	(31)
6. Conclusion.....	(33)

Chapitre 4 : Étude géométrique

« Trace en plan, profile en long, profil en travers, Cubature et Carrefour »

Notions sur le logiciel de calculs.....	(35)
1. Trace En Plan	(36)
1.1. Introduction	(36)

1.2. Règles à respecter dans le tracé en plan	(36)
1.3. Les éléments de trace en plan	(36)
1.4. Combinaison Des élément du tracé en plan	(42)
1.5. La vitesse de référence de base	(44)
1.6. Paramètres fondamentaux	(44)
1.7. Calcul d'axe	(45)
2. Profil En Long	(46)
2.1. Définition	(46)
2.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long	(46)
2.3. Coordination de tracé en plan et du profil en long	(46)
2.4. Déclivités	(47)
2.5. Raccordement en profil en long	(48)
2.6. Résultats « étude avec logiciel Covadis avec des reconnaissances de B40 »	(50)
3. Profil En Travers	(51)
3.1. Définition	(51)
3.2. Différents types de Profil en travers	(51)
3.3. Les éléments de composition de Profil en travers	(52)
3.4. Résultats « étude avec logiciel Covadis avec des reconnaissances de B40 »	(53)
4. Cubatures	(55)
4.1. Définitions	(55)
4.2. Les méthodes du calcul des cubatures	(56)
4.3. Calcul des cubatures de projet « étude avec logiciel Covadis »	(57)
5. Conception de carrefour	(58)
5.1. Introduction	(58)
5.2. Types des carrefours	(58)
5.3. Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire	(59)
5.4. Données apprendre pour l'aménagement d'un carrefour	(59)
5.5. Principes généraux pour l'aménagement d'un carrefour	(59)
5.6. Application au projet	(61)

Chapitre 5 : Signalisation et éclairage

1. Signalisation	(64)
1.1 Introduction	(64)
1.2 L'objet de la signalisation routière.	(64)
1.3 Principes fondamentaux pour une signalisation efficace	(64)
1.4 Catégories de signalisation	(64)

1.5 Types de Signalisation : On distingue deux types de signalisation	(65)
1.6 Application au projet.....	(68)
2. Eclairage	(69)
2.1 Introduction	(69)
2.2 Catégories d'éclairage	(69)
2.3 Paramètres de l'implantation des luminaires	(69)
2.4 Application au projet	(69)
Détails Quantitatif Et Estimatif	(70)
Conclusion Générale	(72)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Les puits d'exploration	(08)
Tableau 2.2 : coupes lithologiques.....	(08)
Tableau 2.3 : Les essais de laboratoire.....	(11)
Tableau 2.4 : Résultats des essais physiques	(11)
Tableau 2.5 : Résultats des essais mécaniques	(12)
Tableau 3.1 : Type d'environnement.....	(14)
Tableau 3.2 : Coefficient d'équivalence p.....	(18)
Tableau 3.3 : coefficient lié à l'environnement.....	(19)
Tableau 3.4 : coefficient de réduction de capacité.....	(19)
Tableau 3.5 : valeur de la capacité théorique.....	(19)
Tableau 3.6 : Données de base.....	(19)
Tableau 3.7 : Résultats Finales	(21)
Tableau 3.8 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau.....	(26)
Tableau 3.9 : Classement de sole en fonction de l'indice de CBR.....	(27)
Tableau 3.10 : Tableau exprimé les classes de sol en fonction de la déflexion.....	(28)
Tableau 3.11 : Épaisseur de couche de fondation en fonction de la portance du sol.	(28)
Tableau 3.12 : Les zones climatiques de l'Algérie.....	(28)
Tableau 3.13 : classification des réseaux principaux.....	(30)
Tableau 3.14 : La structure étudié par la méthode CCTP.....	(30)
Tableau 3.15 : Résultats.....	(30)
Tableau 3.16 : Valeur du coefficient d'agressivité A (fascicule N° 2).....	(31)
Tableau 3.17 : vérification Alizé.....	(32)
Tableau 3.18 : La structure finale par la méthode de CCTP	(33)
Tableau 4.1 : les rayons de tracé en plan	(44)
Tableau 4.2 : Axe En Plan de projet	(45)
Tableau 4.3 : la pente maximale I _{max}	(47)
Tableau 4.4 : Les rayons de profil en long	(49)
Tableau 4.5 : RESULTATS de Profil En Long Projet	(48)
Tableau 4.6 : Résultats Finale de profil en travers	(54)
Tableau 4.7 : Les Données des branches	(62)
Tableau 5.1 : modulation des lignes discontinues	(66)
Tableau du Devis Quantitatif Et Estimatif	(69)

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : photo réelle du projet.....	(03)
Figure 1.1 Réseau routier de la wilaya de Batna	(04)
Figure 1.2 Section pk « 102+000 – 110+000 ».....	(05)
Figure 2.1 Abaque de la classification LCPC	(11)
Figure 3.1 Constitution d'une structure de chaussée type	(22)
Figure 3.2 Structure type d'une chaussée souple	(23)
Figure 3.3 Chaussées semi-rigides	(24)
Figure 3.4 Schéma récapitulatif de la chaussée	(25)
Figure 3.5 Vérification avec alizé	(32)
Figure 4.1 Les éléments de tracé en plan	(36)
Figure 4.2 Stabilité En Courbe	(37)
Figure 4.3 Courbe de raccordement parabole cubique	(40)
Figure 4.4 Courbe de raccordement clothoïde	(41)
Figure 4.5 Courbe en S	(43)
Figure 4.6 Courbe à sommet	(43)
Figure 4.7 Courbe en C	(43)
Figure 4.8 Ove	(43)
Figure 4.9 les éléments de profil en travers	(51)
Figure 4.10 Présentation des profils en travers	(52)
Figure 4.11 : présentation des volumes de cubatures.....	(56)
Figure 4.12 : Types des Carrefours.....	(58)
Figure 4.13 : Terminologie d'un carrefour giratoire.....	(61)
Figure 4.14 : Carrefour giratoire de projet.....	(61)
Figure 5.1 : paramètre de l'implantation des luminaires.....	(68)

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'analyse de la situation des pays équipés et développés, montre que le secteur du transport constitue une base au plan du développement national et de la croissance économique. Cela montre bien que le secteur du transport est un secteur stratégique sur les plans économique et social, et de l'intégrité du territoire. Il concourt à la satisfaction des besoins essentiels de population et impulse et conforte le reste de l'économie nationale, dont il constitue une véritable locomotive ; comme cela a été le cas dans l'histoire des pays actuellement développés, ou en voie de développement.

En Algérie le transport routier joue un rôle majeur dans la mesure où la route supporte plus de 80% du trafic marchandises et voyageurs. La croissance socio-économique impose la préservation et la rénovation de ses moyens de communication notamment dans le domaine des infrastructures routières les préoccupations dominantes des responsables d'infrastructures routières ont tendu progressivement à des techniques de réalisation nouvelles qui pouvant faciliter la circulation, et amortir l'augmentation du trafic prenant conscience du problème.

CHAPITRE 1 PRESENTATION DU PROJET



Figure 1 : photo réelle du projet

1. Présentation de la wilaya :

La wilaya de Batna est une wilaya située au nord-est de l'Algérie, dans la région des Aurès, dont le chef-lieu est la ville éponyme de Batna. La wilaya de Batna compte aujourd'hui 21 daïras et 61 communes.

Elle est limitée :

- ❖ Au Nord : par les Wilaya d'Oum El Bouaghi, Mila et de Sétif.
- ❖ À l'Est : par la Wilaya de Khenchela.
- ❖ Au Sud : par la Wilaya de Biskra.
- ❖ Et à l'Ouest : par la Wilaya de M'sila.

Le réseau routier de wilaya de Batna est passé de 495 km à l'indépendance à 3,500 km en 2012 dont 850 km de routes nationales.

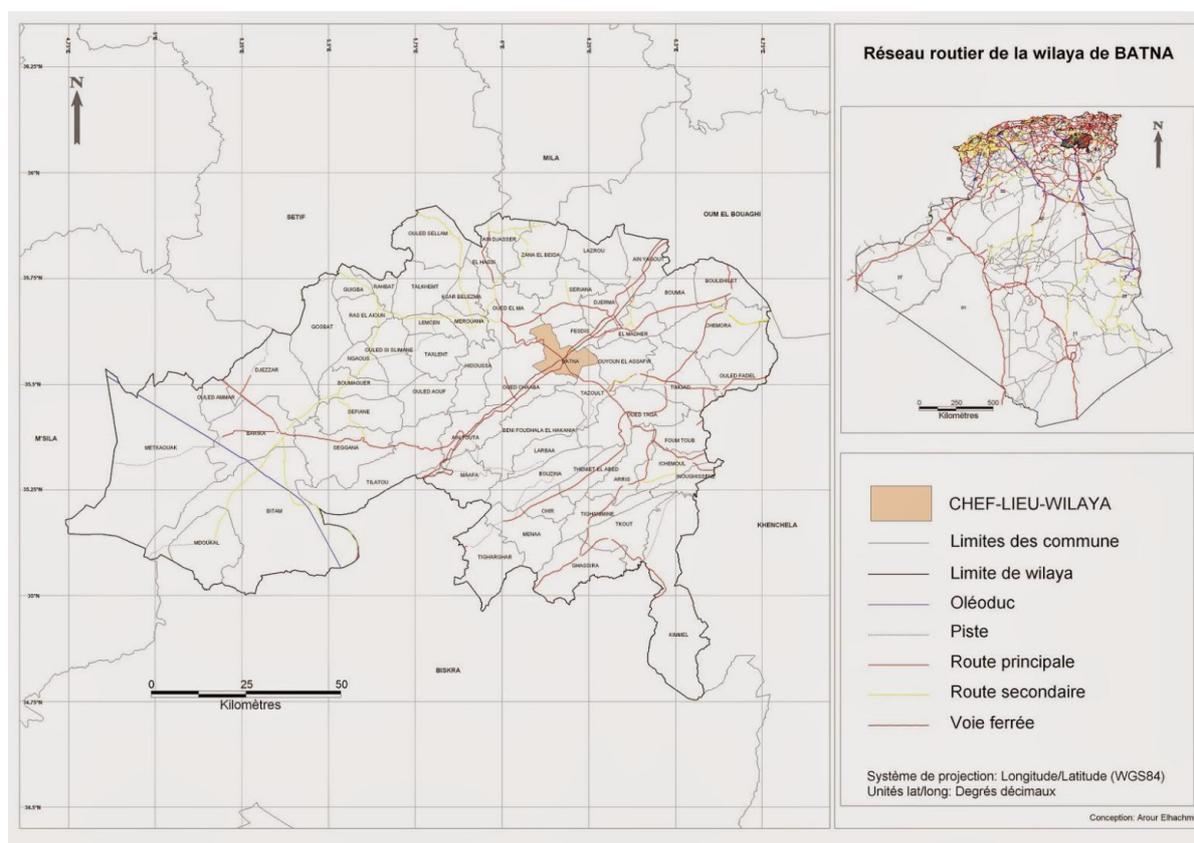


Figure 1.1 : Réseau routier de la wilaya de Batna

2. Description du projet :

Le thème du PFE consiste à faire l'étude d'un tronçon sur 8 KM de la section qui relie BATNA et Msila du PK (102+000) au (PK 110+000) le tracé du tronçon trouvant son origine au l'ouest de la ville de Barika vers El-Djezzar, s'étend à la RN 28 avant de s'arrêter près de la wilaya de Msila.

Le projet réel concerne le dédoublement de la RN 28 sur 18 Kms du PK (92+000) au (PK 110+000). Le projet de dédoublement est situé dans un site urbain, il se décomposera en trois lots distincts : Lot 1, 2 et 3, chaque lot a 6km et il joue le rôle de contournement de la ville pour les poids lourds.



Figure 1.2 : Section pk « 102+000 – 110+000 »

3. Objectif :

Notre objectif principal consiste à augmenter le niveau de service de la route existante par dédoublement (2X2voies) avec un séparateur (TPC) et de procéder à son renforcement. Pour :

- Assurer une bonne fluidité de la circulation générale.
- A réduire le nombre d'accidents.
- L'augmentation de la capacité de la route.
- Soulager la saturation sur le réseau central du pays.
- Réduire considérablement les temps de parcours en assurant le confort des usagers.
- Améliorer l'accessibilité aux zones d'activités et aux zones touristiques.
- Améliorer le cadre de vie des riverains.
- Accroître l'efficacité économique du système de transport.
- Contribuer à l'aménagement du territoire et au développement économique de la wilaya de BATNA.

4. Justification de la RN28 :

La route nationale RN 28 joue un rôle très important pour le réseau routier national car elle constitue une liaison entre Msila et Batna et le Sud d'est, donc elle touchera une zone à forte circulation durant la saison estivale, de plus « le nombre des usagers de la route durant cette période est supérieur à la normale ».

CHAPITRE 2

ETUDE

GEOTECHNIQUE

RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE

1. Introduction :

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée.

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.

L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés ; et qui s'exige des reconnaissances géotechniques.

La séismicité de la région

La région de la wilaya de Batna est classée dans la zone sismique I (zone à faible fréquence sismique) d'après le document technique réglementaire D.T.R-BC.2.4.8 des règles parasismiques algériennes R.P.A 99-version 2003.

2. Objectifs :

La géotechnique routière a pour objectif :

- De définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée.
- Établir le projet de terrassement.
- Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le corps de la chaussée.

3. Les moyens de la reconnaissance :

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

- L'étude des archives et documents existants.
- Les visites de site et les essais «in-situ ».
- Les essais de laboratoires.

Nous avons effectué des essais in situ et au laboratoire nécessaires afin de déterminer les caractéristiques physiques et mécaniques des sols de la section d'étude.

3.1. L'étude des archives et documents existants :

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

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

3.2. Sur site :

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

- Soit la mesure de certaines caractéristiques en place.
- Soit le prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais de laboratoire.

Dans la plupart des cas, ces deux éléments sont combinés.

L'investigation géotechnique sur site a porté principalement sur la réalisation du programme géotechnique remis par le bureau d'étude chargé de l'affaire.

Au total, Cinq puits d'exploration, ont été réalisés à l'aide d'une pelle Mécanique marque Caterpillar, à des profondeurs de 1,5m. Ces puits ont permis au Laboratoire BAGDIM d'établir les coupes géologiques des faciès traversés, de prélever des échantillons qui vont servir à la détermination des caractéristiques intrinsèques de ces sols.

Résultats des essais : Puits de reconnaissance

Les puits de reconnaissance sont réalisés pour connaître les coupes lithologiques et les caractéristiques de compactage d'un sol pour les sites prévus en remblai et déblai. Les forages de puits sont exécutés à la profondeur de 4m et l'emplacement de tous ces puits est figuré sur le plan d'implantation ci-après et leurs résultats sont présentés dans le tableau :

Les puits d'exploration sont repérés aux PK et profondeur suivant :

Puits n°	01	02	03	04	05
Pk	93+000	96+000	100+000	102+500	107+000
Prof	1.5m	1.5m	1.5m	1.5m	1.5m

Tableau 2.1 : Les puits d'exploration

La réalisation des puits à la pelle mécanique sous chausse et sous accotement ont permis de relever les coupes lithologiques suivantes :

PUITS N°	PROFONDEUR (m)	LITHOLOGIE
1	0.30 – 1.50	Argile Sableuse
2	0.70 – 1.50	TUFF Argileux
3	0.50 – 1.50	Argile Sableuse
4	0.40 – 1.50	Argile Sableuse
5	0.50 – 1.50	Argile Sableuse

Tableau 2.2 : coupes lithologiques

3.3 Les différents essais en laboratoire :

Les essais d'identification

a. Teneur en eau :

Exprime, pour un volume de sol donné, le rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit :

$$\omega = \frac{W_w}{W_s}$$

b. Masse volumique (γ) est la masse d'un volume unité de sol :

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

On calcule aussi la masse volumique sèche :

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$$

- 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 déterminer expérimentalement au laboratoire certain caractéristique physique des sols.
- Domaine d'utilisation : Cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

c. Limites d'Atterberg :

Limite de plasticité (WP) et limite de liquidité (WL), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol :

WP sépare l'état solide de l'état plastique et WL sépare l'état plastique de l'état liquide ; les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité ($IP = WL - WP$), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

Les essais mécaniques

a. Essai PROCTOR : L'essai PROCTOR est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

b. Essai C.B.R (California Bearing Ratio) : Cet essai a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements. L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules 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.

c. Essai Los Angeles : Cet essai a pour but de mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier, et leur résistance par frottements réciproques dans la machine dite « Los Angeles ».

d. Essai Micro Deval : L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau, on parlera du micro deval humide.

4. Classification des sols :

4.1 Classification GTR

Selon la technique de réalisation des remblais (GTR – SETRA/LCPC Fascicule I et II SEPT – 1992), les paramètres retenus pour la classification des sols se rangent en deux catégories :

4.1.1 Paramètre de nature :

- La granulométrie.

4.1.2 Paramètre d'état :

- Etat très humide (th).
- Etat humide (h).
- Etat humide moyenne (m).
- Etat sec (s).
- Etat très sec (ts).

Et On distingue 3 familles :

- Les sols de classe : A, B, C et D
- Les matériaux rocheux de classe : R
- Les sols organiques et sous-produits industriels de classe : F.

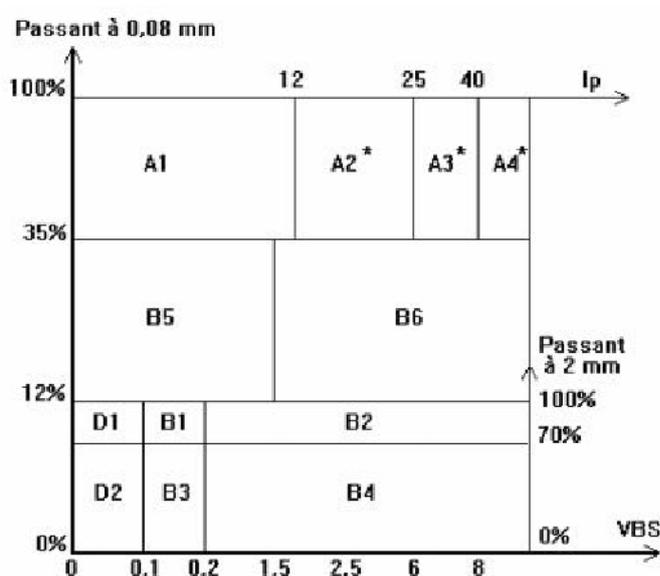
Les 4 classes de sols (famille 1) : Classe A : sols fins Classe B : sols sableux et graveleux avec fines Classe C : sols comportant des fines et des gros éléments Classe D : sols insensibles à l'eau. « Tableau de La classification GTR pour les sols A, B, C et D. dans l'annexe ».

4.2 Classification du sol selon LCPC :

On distingue trois grands types de sols :

- Les sols grenus : plus de 50 % des éléments en poids > 80 µm, - les sols fins : plus de 50 % des éléments en poids < 80 µm.
- Les sols organiques dont la teneur en matière organique est > à 10 %.

Pour connaître la plasticité du sol on utilise le Diagramme suivant :



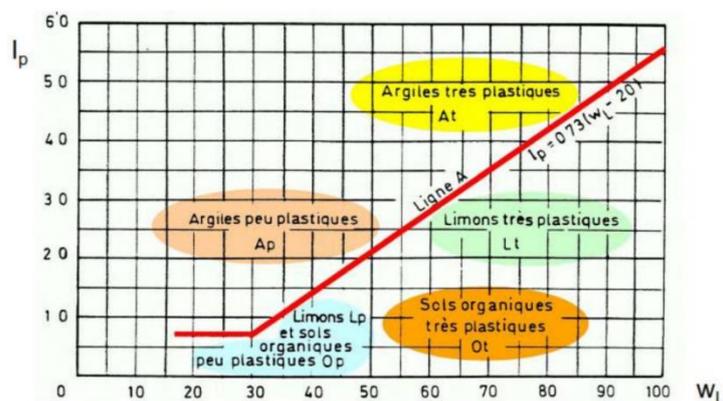


Figure 2.1 : Abaque de la classification LCPC

5. Résultats des essais

Au Laboratoire :

La réalisation des essais en laboratoire, cités plus haut et effectuée conformément au programme établi et transmis par le bureau d'étude.

Mise en rapport

Le rapport de puits d'exploration présente les renseignements obtenus sur le site ainsi qu'une indication sur la profondeur des échantillons sur lesquels les différents essais de laboratoire ont été effectués.

Les échantillons acheminés au laboratoire ont été soumis à des :

Teneur en eau naturelle	$W_{nat.}$
Densité humide	γ_h
Densité sèche	γ_d
Degré de saturation	S_r
Analyse granulométrique	D_{max} ; % < 2 μm % < 80 μm
Limites d'Atterberg	W_l ; L_l ; I_p
Essai Proctor modifié	γ_{dmax}
Essai CBR	I_{CBR}

Tableau 2.3 : Les essais de laboratoire.

Résultats des essais physiques

Puits N°	Profondeur (m)	Granulométrie (%)			Limites d'Atterberg		Classification (GTR)
		D_{max}	< 2 mm	< 80 μm	W_l	I_p	
1	0.30 – 1.50	31.5	90	59	33.91	17.24	A ₂
2	0.70 – 1.50	25	89	55	33.95	17.29	A ₂
3	0.50 – 1.50	20	88	59	35.22	15.85	A ₂
4	0.40 – 1.50	40	89	58	35.69	22.77	A ₂
5	0.50 – 1.50	25	90	63	33.29	12.58	A ₂

Tableau 2.4 : Résultats des essais physiques

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.

Puits	Profondeur (m)	W _{nat} (%)	γ _h (t/m ³)	γ _d (t/m ³)	Sr (%)
1	0.30 – 1.50	9.14	1.97	1.80	49.51
2	0.70 – 1.50	9.58	1.96	1.79	51.05
3	0.50 – 1.50	10.25	1.95	1.77	52.72
4	0.40 – 1.50	9.72	1.78	1.62	39.41
5	0.50 – 1.50	9.84	1.85	1.68	43.93

Résultats des essais mécaniques

Puits N°	Profondeur (m)	Proctor Densité maximale Pd (t/m ³)	Proctor W _{opm} (%)	Indice CBR	Gonflement relatif (%)
1	0.30 – 1.50	1.81	12.35	4	0.70
2	0.70 – 1.50	1.83	12.2	6	0.78
3	0.50 – 1.50	1.78	10.4	6	0.52
4	0.40 – 1.50	1.85	12.5	5	0.35
5	0.50 – 1.50	1.83	14.25	6	2.26

Tableau 2.5 : Résultat des essais mécaniques

Classes de portance : Le sol-support de chaussée à l'étude est classés selon la portance à long terme basée sur la valeur CBR Donc on a :

- **S4:** CBR < 5.
- **S3:** 5 ≤ CBR < 10.
- **S2:** 10 ≤ CBR < 25.
- **S1:** 25 ≤ CBR < 40.
- **S0:** 40 ≤ CBR.

6. CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus au droit des essais au laboratoire et in situ, ils ont classé le sol sous **classe A2, Argile peu plastique**. Généralement le sol a une Faible portance sur toute la section d'étude, Les valeurs CBR=5 utilisées pour la classification de sol-support sont basées sur les résultats des sondages de reconnaissance (puits), essais et analyses effectués dans la zone. L'analyse de ces données indique que les sols-supports sur lesquels seront construits de **types S3**, Selon les catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves de novembre 2001, on est en présence de sols globalement allant de là de la classe S3 à la classe S2.

CHAPITRE 3
ETUDE DE TRAFICS ET
DIMENSSIONEMENT
DU CORPS DE
CHAUSSEE

DONNEES DE BASE

1. Classification de la route

La subdivision des routes en différentes classes indispensable pour l'étude des projets et pour les besoins de l'administration qui a la charge de la gestion et l'exploitation du réseau routier.

Selon les normes B40, l'ensemble des itinéraires de l'Algérie peut être classé en cinq catégories fonctionnelles, correspondant aux finalités économiques et administratives assignées par la politique d'aménagement du territoire.

Les caractéristiques principales relatives à chacun des 5 types de routes sont les suivantes :

- Catégorie1 : liaisons entre les grands centres économiques, les centres d'industrie lourde. Liaison assurant le rabattement des centres d'industrie de transformation sur ce réseau.
 - Catégorie2 : liaisons entre les centres d'industrie de transformation. Liaisons assurant le rabattement des pôles d'industrie légères diversifiées sur le réseau précédent.
 - Catégorie3 : liaison des chefs-lieux de daïra et de wilaya non desservis par le réseau précédent, avec le réseau des catégories 1 et 2.
 - Catégorie4 : liaisons des centres de vie avec le réseau des catégories 1 et 3.
 - Catégorie5 : routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.
- ✓ Pour notre projet la catégorie est **C1** : Route Nationale 28 « tronçons 102+000 – 110+000 ».

2. L'environnement de la route

L'environnement de la route définit l'état actuel de la route est caractérisé par deux indicateurs :

- La dénivelée cumulée moyenne.
- La sinuosité.

Dénivelée Cumulé moyenne	Sinuosité relief		
	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E3	E3

Tableau 3.1 : Type d'environnement.

- ✓ Notre projet est de l'environnement **E1** puis qu'on a une sinuosité faible et un relief plat.

3. La vitesse de référence (V_r)

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 autres 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 (traverse d'une ville, modification du relief...Etc.).

Le choix de vitesse de référence dépend de :

- Catégorie de la route.
- Environnement de la route.
- Impotence et genre de trafic.

Condition économique d'exécution d'exploitation. Nous proposons d'adopter les valeurs données dans le tableau :

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
Environnement facile	120/100/80	120/100/80	120/100/80	100/80/60	80/60/40
Environnement moyen	100/80/60	100/80/60	100/80/60	80/60	80/60
Environnement difficile	80/60/40	80/60/40	80/60/40	60/40	40

Tableau 3.2 : valeurs des vitesses de base selon B40.

- ✓ D'après les calculs nous sommes dans l'environnement E1 et catégorie C1, et selon le B40 on trouve la vitesse de référence : $V_R = 100Km/h$.

ETUDE DE TRAFICS

1. Introduction

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, sur une partie stratégie, planification sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

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

2. L'analyse des trafics

Tout projet d'étude d'infrastructure routière doit impérativement contenir une évaluation et une analyse précise de trafic supporté, car le dimensionnement de la chaussée est lié étroitement à cette sollicitation, la résolution de ce problème consiste à déterminer la largeur des voies et leur nombre, d'après le trafic prévisible à l'année de l'horizon. L'étude de trafic présente une approche essentielle dans la conception des réseaux routiers, l'analyse de trafic est destinée à éclairer des décisions relatives à la politique des transports.

La mesure des trafics : Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- Les comptages : sont permettent de quantifier le trafic.
- Les enquêtes : sont permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.
- Statistiques générales.

Les comptages

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage :

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

L'inconvénient de cette méthode est que tous les matériels de comptage actuellement utilisés ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds.

Les enquêtes origine destination

- Relevé des plaques minéralogiques.
- Interview des conducteurs.
- Les enquêteurs à domicile – enquête ménage.

Les avantages de la méthode : sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

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

3. Différents types de trafics

3.1 Trafic normal

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

3.2 Trafic dévie

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

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 une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

3.4 Trafic total

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

4. Calcul de la capacité

4.1 Définition de la capacité

La capacité est le nombre des véhicules qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de la route « ou deux directions » durant une période bien déterminée. La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire, elle dépend :

- Les conditions de trafic.
- Les conditions météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la route (nombre et largeur des voies).
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs).

4.2 La procédure de détermination de nombre de voies

Le choix du nombre de voie résulte de la comparaison entre l'offre et le demande, c'est-à-dire le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'horizon. Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

Calcul de TMJA à l'horizon

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

$$\ll \text{TMJA}_h = \text{TMJA}_0 (1 + \tau)^n \gg$$

Avec :

- $TMJA_h$: le trafic à l'année horizon.
- $TMJA_0$: le trafic à l'année de référence.
- n : nombre d'année.
- τ : taux d'accroissement du trafic (%).

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 par la relation suivante : « $T_{eff} = [(1-z) + p.z] TMJA_h$ »

Avec :

- T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (UVP).
- z : pourcentage de poids lourd.
- p : coefficient d'équivalence pour le poids lourd.

Nombres des voies	Environnement		
	E1	E2	E3
2 VOIES	3	6	12
3 VOIES	2.5	5	10
4 VOIES ET PLUS	2	4	8

Tableau 3.2 : Coefficient d'équivalence p.

Débit de pointe horaire normal

Le débit de pointe horaire normal est une traction de trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule : « $Q = (1/n) T_{eff}$ » Avec :

- Q : débite de pointe horaire (UVP).
- n : nombre d'heure, (en général $n = 8$ heure).
- T_{eff} : trafic effectif.

Débit horaire admissible

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

« $Q_{adm} = K_1.K_2.C_{th}$ »

Avec :

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

Valeur de K1 :

	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau 3.3 : coefficient lié à l'environnement.

Valeur de K2 :

	C1	C2	C3	C4
E1	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96

Tableau 3.4 : coefficient de réduction de capacité.

Nombre des voies de la route	Capacité théorique (UVP/h)
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200
Route à chaussée séparée	1500 à 1800

Tableau 3.5 : valeur de la capacité théorique Cth.

Détermination du nombre des voies :

Cas d'une Chaussée Bidirectionnelle

On compare Q à Q_{adm} et on prend le profil permettant d'avoir « $Q_{adm} \geq Q$ »

Cas d'une Chaussée Unidirectionnelle

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport : « $n = S \times Q/Q_{adm}$ »

- S : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.
- Q_{adm} : débit admissible par voie.

S : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3. Q_{adm} : débit admissible par voie.

5. APPLICATION AU PROJET :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été calculer dans le chapitre des données de base et fournis par Le bureau d'étude BAGDIM de Barika nous avons :

Le trafic à l'année 2016	TJMA2016= 10086 v/j
Le taux d'accroissement annuel du trafic noté	$\tau = 4\%$
La vitesse de base sur le tracé	$V_B = 100 \text{ km/h}$
Le pourcentage de poids lourds	Z = 30%
La durée de vie estimée de	20 ans
Catégorie, L'environnement	C1, E1

Tableau 3.6 : Données de base.

5.1 Calcul de TMJA à l'horizon : « $TMJA_h = TMJA_0 (1 + \tau)^n$ »

Avec :

- ✓ $TMJA_h$: le trafic à l'année horizon (l'année de mise en service (2020)).
- ✓ $TMJA_0$: le trafic à l'année de référence (2016).
- ✓ $TMJA_{2020} = 10086 (1 + 0.04)^4 = 11800v/j$.

Donc : $TMJA_{2020} = 11800v/j$

- ✓ Trafic à l'année (2040) pour une durée de vie de 20 ans.
- ✓ $TMJA_{2040} = 11800 \times (1+0,04)^{20} = 25856v/j$.

Donc : $TMJA_{2040} = 25856v/j$

5.2 Calcul de trafic effectif :

$$\ll T_{\text{eff}} = [(1-z) + p.z] TMJA_h \gg$$

Avec :

- z : pourcentage de poids lourd on a $z = 30 \%$.
- p : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds pour une route à deux voies et un environnement E1 on a $p = 2$.
- ✓ $T_{\text{eff}} = 25856 \times [(1 - 0.30) + 2 \times 0.30] = 33613 \text{ UVP/j}$.

Donc : $T_{\text{eff}} = 33613 \text{ UVP/j}$

5.3 Débit de pointe horaire normal

$$\checkmark Q = (1/n) T_{\text{eff}} = 0.12 \times 33613 = 4034 \text{ UVP/h.}$$

Avec : $1/n$: coefficient de pointe horaire pris est égale à 0.12 ($n = 8$ heure).

Calculons tout d'abord la capacité admissible : « $Q_{\text{adm}} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}}$ »

$$Q_{\text{adm}} \geq Q$$

$$C_{\text{th}} = Q / (K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}})$$

Pour notre projet

- L'environnement est E1 (terrain plat) donc $K_1 = 0.75$
- (E1 ; C1) donc $K_2 = 1$
- $C_{\text{th}} = 1800 \text{ uvp/h}$
- ✓ $Q_{\text{adm}} = 0.75 \times 1 \times 1800 = 1350 \text{ UVP/h}$

5.4 Le nombre des voies :

$$\ll N = S \times Q / Q_{\text{adm}} \gg$$

- S : coefficient de dissymétrie, en générale égale à 2/3.
- ✓ $N = 2/3 (4034 / 1350) = 1.99 = 2 \text{ voies/sens.}$

5.5 Calcul de l'année de saturation de 2x2 voies :

- ✓ $T_{\text{eff}}(2020) = [(1 - 0.3) + (2 \times 0.3)] \times 11800 = 15340 \text{ uvp/j}$
- ✓ $Q_{2020} = 0.12 \times 15340 = 1841 \text{ uvp/h}$
- ✓ $Q_{\text{saturation}} = 4 \times Q_{\text{adm}} = 4 \times 1350 = 5400 \text{ uvp/h}$
- $Q_{\text{saturation}} = (1 + \tau)^n \times Q_{2020}$
- ✓ $n = [\ln(5400/1841)] / [\ln(1 + 0.04)] = 27.43 = 28 \text{ ans.}$
- ✓ La Route de RN28 sud Sera saturée dans 28 ans après la mise en service donc l'année de saturation est : 2048.

D'après les calculs, on a obtenu que la route doit être aménagée en 2 x 2 voies, il sera opté un profil en travers "2x2 voies", ce tableau est donne comme un résumé :

TJMA (2016) v/j	TJMA (2020) v/j	TJMA (2040) v/j	T _{eff} (2040) uvp/h	Q (2040) uvp/h	N
10086	11800	25856	33613	4034	2x2

Tableau 3.7 : Résultats Finales.

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1. Introduction :

Le corps de chaussée est dimensionné pour supporter la circulation du trafic pour une durée bien déterminée. Il est défini comme étant l'épaisseur des différentes couches et matériaux qui seront mis en place pour constituer le corps de chaussée. On doit non seulement penser au trafic existant mais aussi au trafic futur, ce qui nous amène à définir le taux d'accroissement de la circulation et le type de véhicules empruntant cette route. Le dimensionnement d'une chaussée est conditionné par trois familles de paramètres, qui sont les suivantes :

- Le trafic (l'importance de la circulation et surtout l'intensité du trafic en poids lourds).
- La portance du sol support désignée par son indice C. B. R.
- La durée de service.

La chaussée : « 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.

Les structures de chaussées :

En général, quel que soit le trafic supporté, une route se présente sous la forme d'une structure multicouche où chaque couche possède sa fonction particulière. On peut distinguer cette structure en trois niveaux distincts.

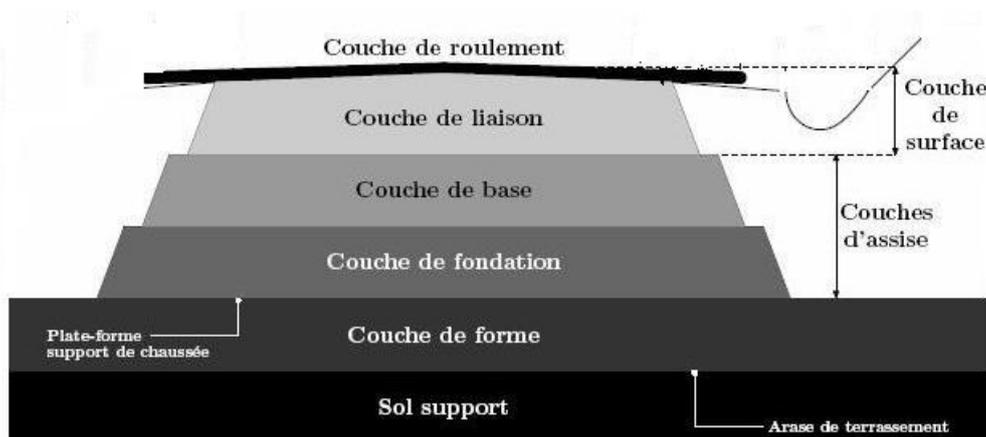


Figure 3.1 : Constitution d'une structure de chaussée type

2. Différents Types de chaussée : Il existe trois types de chaussée :

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

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

2.1. Les chaussées souples :

Elle est constituée d'une couche de surface au-dessus d'une couche d'assise. La

chaussée souple distribue les efforts de surface à travers les couches de base et de fondation. Cette distribution se fait de façon à ce que l'effort sur la plate-forme soit compatible avec la résistance de l'infrastructure et du sol support. Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini. L'épaisseur globale de la chaussée est généralement entre 30 et 60 cm.

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

Couche de surface

La couche de surface est constituée :

- La couche de roulement, qui est la couche supérieure de la structure de chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat.
- Le cas échéant d'une couche de liaison, entre les couches d'assise et la couche de roulement.

L'objectif de la couche de surface est la protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagers.

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides. L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

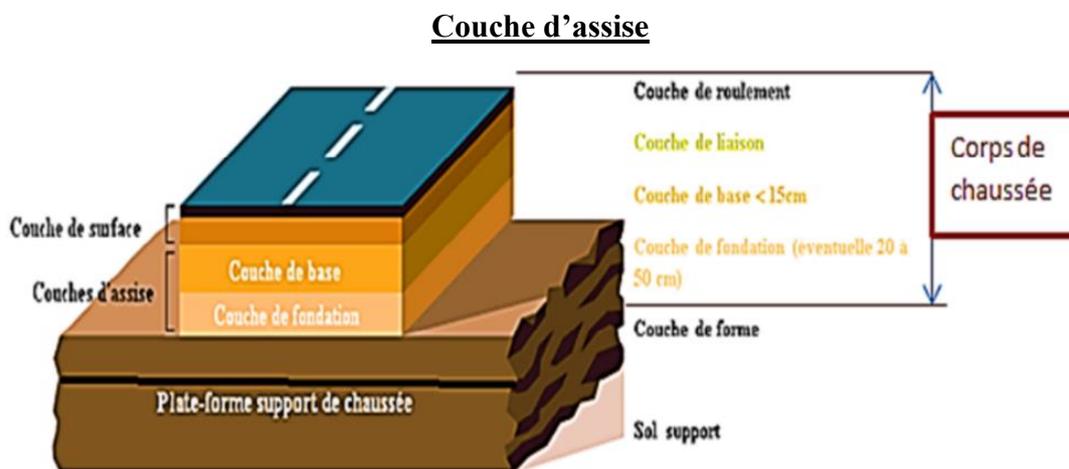


Figure 3.2 : Structure type d'une chaussée souple

Couche de base :

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche de sol, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 8 et 15 cm.

Couche de fondation :

Complètement en matériaux non traités (en Algérie) elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer une bonne tenue et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, Elle a le même rôle que celui de la couche de base. L'épaisseur de la couche de Fondation varie entre 15 et 25 cm.

Couche de forme :

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée.

Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme. L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.

2.2. Les chaussées semi-rigides :

Une chaussée semi rigide est une chaussée avec une couche de surface en béton bitumineux reposant sur une couche de base en matériaux stabilisés aux liants hydrauliques et d'une couche de fondation granulaire. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

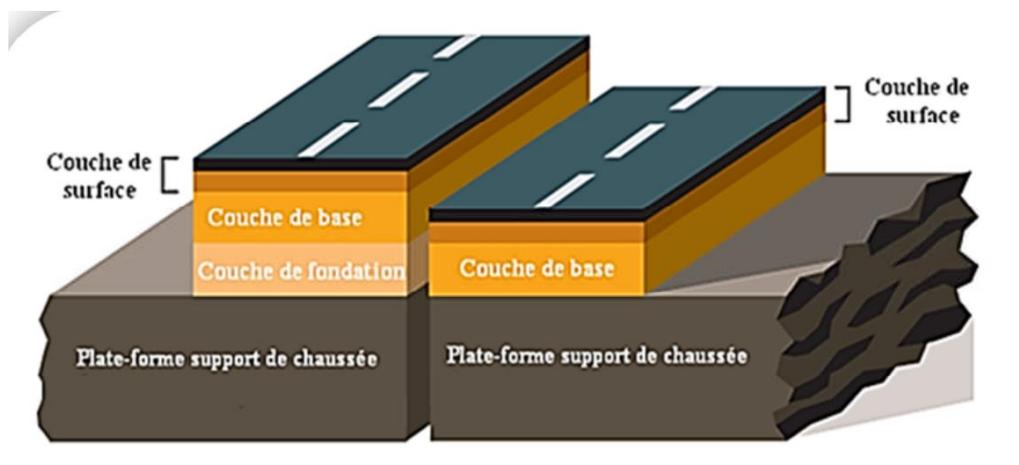


Figure 3.3 : chaussées semi-rigides.

2.3. Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de la chaussée souple) qui, en fléchissant élastiquement sous les charges, transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement : elle peut être traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie (sauf pour les chaussées aéronautiques).

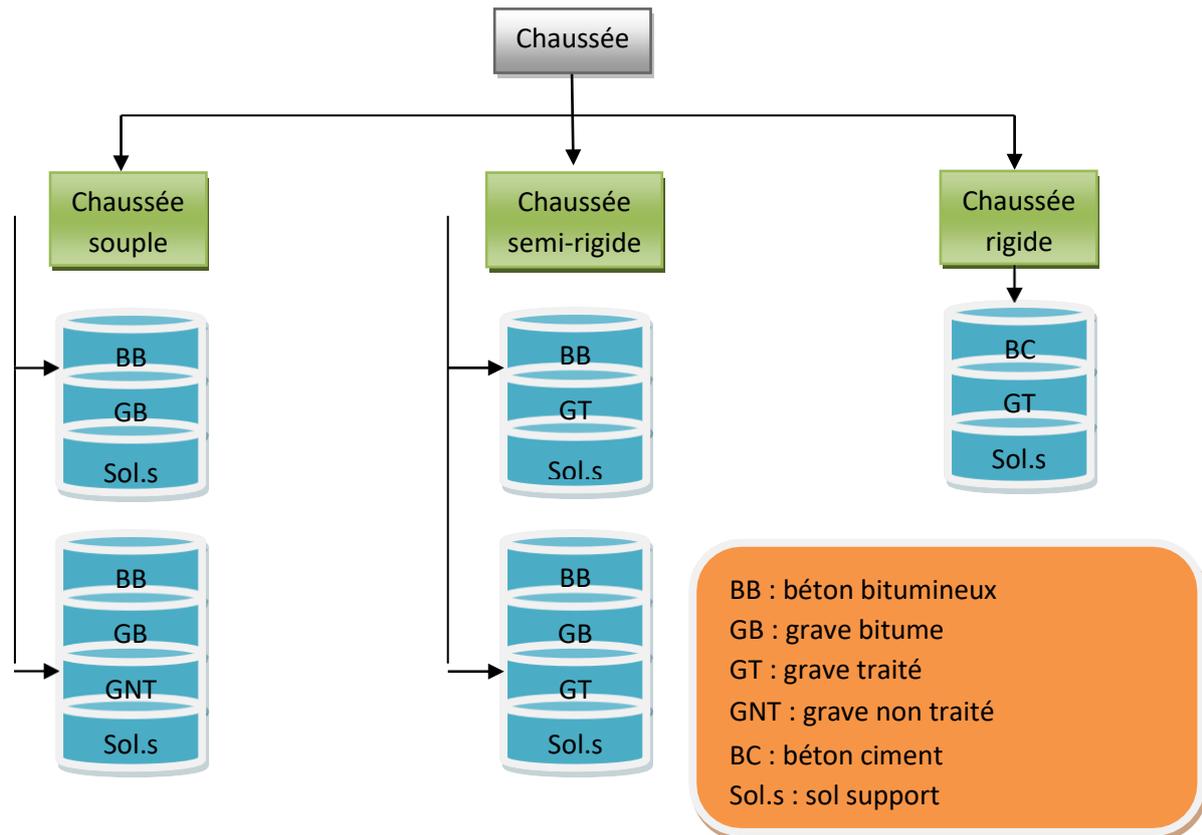


Figure 3.4 : Schéma récapitulatif de la chaussée

3. Les principales méthodes de dimensionnement :

3.1 Méthode C.B.R « California – Bearing – Ratio »:

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de L'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

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.

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

Avec :

- e : épaisseur équivalente.
- I_{CBR} : indice CBR (sol support).
- P : charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).
- N : désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide = $T_H \cdot \%PL$.
- T_H : trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans. « $T_H = (T_0/2) \cdot (1 + \tau)^m$ »

Avec :

- T_0 : trafics actuel (v/j).
- m : année de prévision.

- Log : logarithme décimal.
- L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante : « $e_{eq} = \sum a_i \times e_i$ »
- $c_1 \times e_1$: couche de roulement.
- $c_2 \times e_2$: couche de base.
- $c_3 \times e_3$: couche de fondation.
- c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.
- e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe 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	0.80 0.90

Tableau 3.8 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau.

3.2 Méthode du catalogue des chaussées neuves « CTPP » :

Les paramètres utilisés dans la méthode du catalogue des chaussées sont : trafic, sol support, environnement et zone climatique.

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

Le réseau principal noté RP : il se compose de route reliant :

- Les chefs-lieux de wilaya tes.
- Les ports, les aérodomes et les postes frontaliers.
- Les principales agglomérations et important zone industrielles.

Ce réseau principal se décompose en deux niveaux.

- RP1 ($T > 1500V/J$) \Rightarrow RN, Autoroute, CW.
- RP2 ($T < 1500V/J$) \Rightarrow RN, CW....

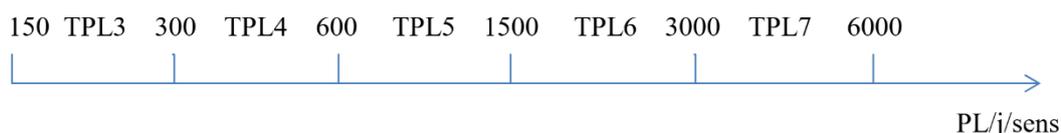
Le linéaire total du réseau principal RP est de l'ordre de 18.400Km.

Le réseau secondaire RS : Il se compose du reste des routes qui ne sont pas en RP, son linéaire total de 7.900 Km.

Répartition transversale du trafic : On adoptera les valeurs suivantes :

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

Détermination de la classe de trafic TPLi : Les classes sont données pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), en nombre de PL/J/sens à l'année de mise en service (fascicule N01).



RP1	150	TPL3	300	TPL4	600	TPL5	1500	TPL6	3000	TPL7	6000
RP2	0	TPL0	50	TPL1	100	TPL2	150	TPL3	300	/	/

Détermination des classes de portance de sols :

Classe de sol (Si)	Indice C.B.R
S0	>40
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

Tableau 3.9 : Classement de sole en fonction de l'indice de CBR.

Détermination des classes de portance de sols support :

Pour les sols sensibles à l'eau : la portance du sol support est déterminée par :

- L'essai CBR imbibé à 4 jours pour les zones climatiques I et II.
- L'essai CBR immédiat pour les zones climatiques III et IV.

Pour les sols insensibles à l'eau :

Sols grossiers contenant plus de 25 % d'éléments > 20mm, la portance sera déterminée à partir des essais de chargement à la plaque ou des mesures de déflexions ($W_{nat} > W_{opm}$).

L'essai de plaque \Rightarrow le module de sol EV2 la déflexion \Rightarrow dc (déformation).

Les deux sont reliés par la relation empirique : $EV2 \times dc = 10340$.

Avec : EV2 en (MPa). Et dc en (1/100mm).

Les différentes expériences ont fait ressortir la relation : **E (MPa) = 5 . CBR**

CLASSE	S3	S2	S1	S0
E (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

Tableau 3.10 : Tableau exprimé les classes de sol en fonction de la déflexion.

Il existe différents types de couches de forme suivant le cas de portance du sol terrassé (Si) et la classe du sol support visée (Sj).

Classe portance du sol terrassé (Si)	Matériaux de C.F	Épaisseur de C.F	Classe portance du sol support visée (Sj)
<S4	Matériau NT	50cm (en 2c)	S3
S4	Matériau NT	35cm	S3
S4	Matériau NT	60cm (en 2c)	S2
S3	Matériau NT	40cm (en 2c)	S2
S3	Matériau NT	70cm(en 2c)	S2

Tableau 3.11 : Épaisseur de couche de fondation en fonction de la portance du sol.

Les zones climatiques : Les zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau suivant (B40) :

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	T _{eq}	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	Aride	30	Sud

Tableau 3.12 : Les zones climatiques de l'Algérie.

4. APPLICATION AU PROJET : On a :

4.1 Méthode de l'indice CBR : On a déjà calculé les Données de l'étude « Trafics »

Répartition de trafic

$$\checkmark \text{ TPL}_{2040} = (\text{TJMA}_{2040}/2) \times Z \times 0,9 = (25856/2) \times 0,3 \times 0,9 = 3491 \text{ PL/j/sens.}$$

$$\checkmark \text{ NPL}_{2040} = 3491 \text{ PL/j/sens.}$$

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

Calcul d'épaisseur

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

$$\checkmark e = 61,5 = 62 \text{ cm}$$

On à : « E_{eq} = a₁×e₁ + a₂×e₂ + a₃×e₃ »

Pour résoudre l'équation précédente, on fixe 2 épaisseurs et on calcule la 3^{ème}

- Couche de roulement en béton bitumineux (BB) : a₁×e₁ = 8×2 = 16 cm.
- Couche de base (GB) : a₂×e₂ = 15×1,5 = 22,5 cm.

- Couche de fondation (GNT) : $a_3 \times e_3 = 25 \times 1 = 25 \text{ cm}$.

E_{eq} = a₁×e₁ + a₂×e₂ + a₃×e₃ = 63.5cm > 62cm

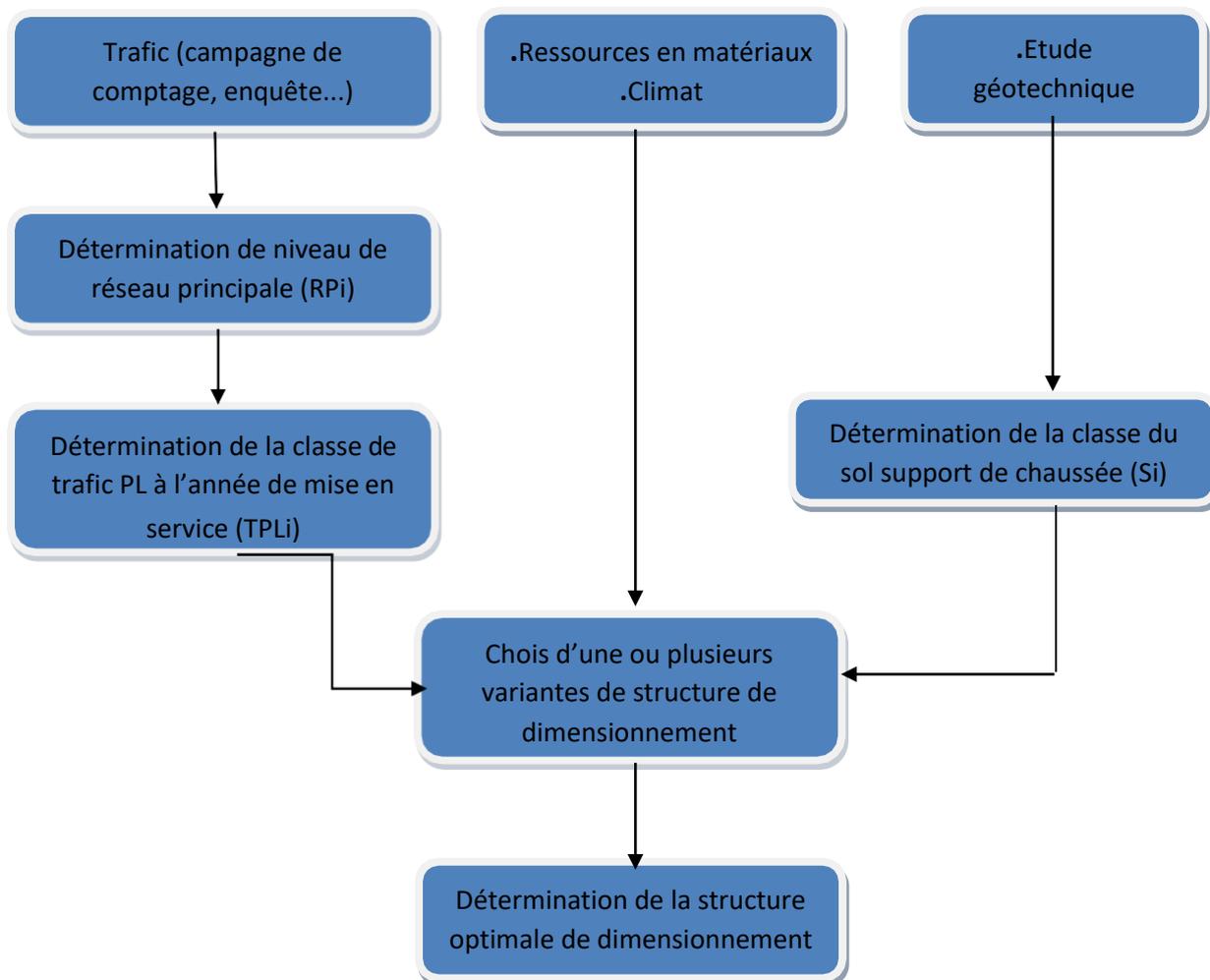
Résultat de dimensionnement par la Méthode CBR : « **8BB+15GB+25GNT** ».

4.2 Méthode Du Catalogue Des Chaussées Neuves « CTTP » :

Les paramètres utilisés dans la méthode du catalogue des chaussées sont : trafic, sol support, Environnement et zone climatique.

Données de l'étude

- TJMA2020=11800 v/j.
- Mise en service : 2020.
- Durée de vie : 20 ans.
- Taux d'accroissement = 4 %.
- Pourcentage de poids lourds : Z = 30 %.
- C.B.R = 5.
- Environnement '1' ; Catégorie '1'.
- Zone climatique II.



La démarche de catalogue

Classe de la portance du sol

- $E \text{ (MPa)} = 5 \times \text{CBR} = 5 \times 5 = 25 \text{MPa}$
- classe S3 → **S2 + 40TVO**

Classification des reseaux principaux

On a:

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

Tableau 3.13 : classification des réseaux principaux

- Donc : $11800 \text{ (V/j)} > 1500 \text{ (V/j)}$ le réseau principal est **RP1**.
- $TPL = (11800 \times 0.3 \times 0.9) / 2 = 1593 \text{ pl /j/sens}$. « (1500<1593<3000) pl /j/sens” ».

Donc la classe TPL pour RP1 (fascicule N01) La classe de trafic est : « **TPL6** »

Amélioration de la portance du sol support :

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

Dans notre cas on a **un sol à faible portance S3**, alors l’utilisation d’une couche de forme d’épaisseur **40cm**, en 2 couches de TVO permet un sur classement de portance du sol qui sera d’une **classe S2**. Pour des raisons techniques le couche de forme sera composée de deux couches de 20cm « TVO+GNT ».

Nous sommes dans le réseau principal (**RP1**), la zone climatique II, durée de vie de **20 ans**, taux d’accroissement (**4%**), portance du sol (**S2**) et une classe du trafic (**TPL6**). Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (**fascicule 3**) propose la structure suivante :

La structure finale par la méthode de dimensionnement des chaussée neuves sera donc :

Couche de surface	BB	8.0 cm
Couche de base	GB	12.0 cm
Couche de base	GB	13.0 cm
Couche de Fondation	GNT	20.0 cm
Couche de forme	TVO	20.0 cm

Tableau 3.14 : La structure étudié par la méthode de dimensionnement des chaussée neuves

Tableau Récapitulatif :

	TJMA2020 (V/J/sens)	TPL (PL/J/sens)
2*2	11800	1593

Tableau 3.15 : Résultats.

5. Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :

La vérification : $\epsilon_t < \epsilon_{tadm}$ et $\epsilon_z < \epsilon_{zadm}$

Donnée d’après le B40 on a

- $\epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{HZ})$: déformation limite détenue au bout de 106 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz.
- K_θ : facteur lie à la température.
- K_{ne} : facteur lié au nombre cumulé d’essieux équivalents supporté par la chaussée.
- K_r : facteur lié au risque et aux dispersions.
- K_c : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement absorbé sur la chaussée.
- b : pente de la droite de fatigue ($b < 0$).
- $E(10^\circ\text{C})$: module complexe du matériau bitumineux à 10°C.
- $E(\theta_{eq})$: module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est en fonction de la zone climatique considérée.
- SN : dispersion sur la loi de fatigue.
- Sh : dispersion sur les épaisseurs.
- C : coefficient égal à 0.02.
- t : fractale de la loi normale qui est en fonction du risque adopté ($r\%$).

A : coefficient d’agressivité de poids lourd par rapport à l’essieu de référence de 13 tonnes. En fonction de réseau principal R_{pi} .

Niveau de réseau principal (R_{pi})	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GC, GB/TUF, GB/GC	0.6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL, BC/GC	1

Tableau 3.16 : Valeur du coefficient d’agressivité A (fascicule N° 2)

Application

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

a) Calcul $\epsilon z, adm$: « $\epsilon z, adm = 22 \times 10^{-3} \times (TCEi)^{-0.235}$ »

➤ $TCEi = TCI \times A = TPLi \times 365 \times \frac{(1+\tau)^n - 1}{\tau} \times A = 1593 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} \times 0.6 = 1.04 \times 10^7$

b) Calcul $\epsilon t, adm$: « $\epsilon t, adm = \epsilon_6(10^\circ C, 25He) \times K_{ne} \times K_\theta \times K_r \times K_c$ »

✓ $k_c = 1.3$

✓ $k_{ne} = (TCEi / 10^6)^b = (1.04 \times 10^7 / 10^6)^{-0.146} = 0.71$

✓ $k_r = 10^{-tb\delta}$

Avec : La dispersion $\delta = \sqrt{SN^2 + \left(c \times \frac{Sh}{b}\right)^2}$ $\delta = \sqrt{0.45^2 + \left(0.02 \times \frac{3}{-0.146}\right)^2} = 0.609$

✓ $k_r = 10^{-(1.645 \times -0.146 \times 0.609)} = 0.714$

✓ $k_\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}} = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = 1.34$

Finalement

❖ $\epsilon z, adm = 22 \times 10^{-3} \times (1.04 \times 10^7)^{-0.235} = 493.65 \times 10^{-6}$

❖ $\epsilon t, adm = 100 \times 10^{-6} \times 1.3 \times 0.71 \times 0.714 \times 1.34 = 88.3 \times 10^{-6}$

Résultats de calcul par alizé LCPC

Principe du programme ALIZE

ALIZE III est un programme mis au point au laboratoire central des ponts et chaussée paris (1975).il permet de déterminer à partir d'un modèle multicouche, élastique et linéaire fondé sur l'hypothèse de BURIMESTER, les contraintes et les déformations aux différentes interfaces de la structure ayant jusqu'à six couches supposées infinies en plan.

A. Application par logiciel :

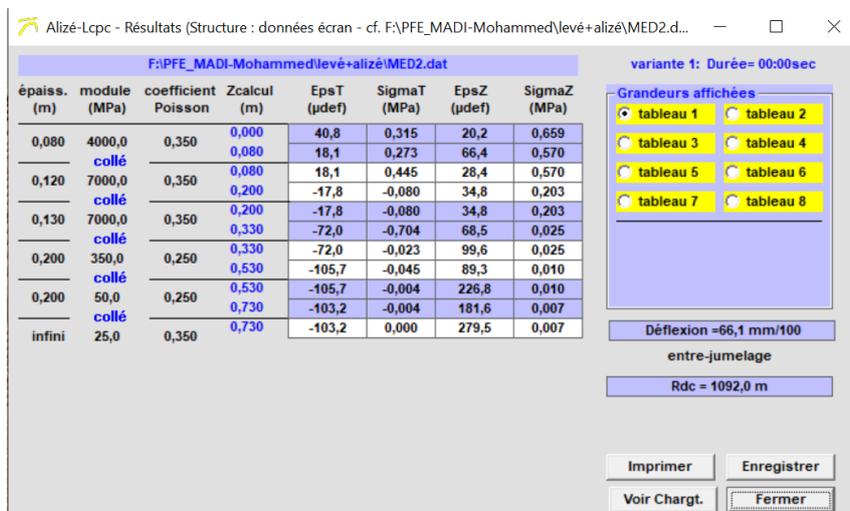


Figure 3.5 : Vérification avec alizé

	Déformations admissible	Déformations calculées
ez sol support	493.65×10^{-6}	279.5
et de GB	88.3×10^{-6}	72.0

Tableau 3.17 : vérification Alizé.

La structure de chaussée à adopter pour vérifier les déformations admissibles de la GB est : 8BB+12GB+13GB+20GNT+20TVO est vérifier lorsque :

- Ez calculée < Ez admissible.
- Et calculée < Et admissible.

Le calcul avec ALIZE montre que les valeurs admissibles sont vérifiées largement. Par ailleurs il faut peut-être, optimiser l'épaisseur de GB avec -1cm.

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,080	4000,0 collé	0,350	0,000	49,2	0,369	10,9	0,659
			0,080	21,1	0,296	62,1	0,567
0,120	7000,0 collé	0,350	0,080	21,1	0,487	24,3	0,567
			0,200	-22,3	-0,137	37,9	0,187
0,120	7000,0 collé	0,350	0,200	-22,3	-0,137	37,9	0,187
			0,320	-84,6	-0,833	79,5	0,018
0,200	125,0 collé	0,250	0,320	-84,6	-0,007	168,0	0,018
			0,520	-104,5	-0,014	135,1	0,010
0,200	50,0 collé	0,250	0,520	-104,5	-0,003	238,9	0,010
			0,720	-108,6	-0,005	196,5	0,008
infini	25,0	0,350	0,720	-108,6	0,000	302,3	0,008

Grandeurs affichées: tableau 1, tableau 2, tableau 3, tableau 4, tableau 5, tableau 6, tableau 7, tableau 8

variante 1: Durée= 00:00sec

Déflexion =70,9 mm/100 entre-jumelage

Rdc = 993,4 m

Imprimer Enregistrer Voir Chargt. Fermer

6. Conclusion

A la lumière de résultats obtenus par les deux méthodes, on adopte pour la totalité des travaux neufs les épaisseurs obtenues à travers la méthode CTPP, pour des raisons techniques la couche de forme sera composée de deux couches de 20cm « TVO+GNT » :

Couche de surface	BB	8.0 cm
Couche de base	GB	12.0 cm
Couche de base	GB	12.0 cm
Couche de fondation	GNT	20.0 cm
Couche de forme	TVO	20.0 cm

Tableau 3.18 : La structure finale par la méthode de dimensionnement des chaussée neuves.

CHAPITRE 4

ETUDE

GEOMETRIQUE

TRACE EN PLAN – PROFIL EN LONG – PROFIL EN TRAVERS – CUBATURES – CARREFOUR

Notions sur le logiciel « Covadis » :

Covadis est un applicatif AutoCAD, c'est à dire complètement intégré à ce logiciel et ne peut pas fonctionner sans. Cet applicatif possède un module pour les calculs topométries, qui permet tous les calculs. Un module "2D" regroupe toutes les fonctions de gestions des points topographiques, de dessins géométriques, listings etc...

Le module "3D" quand propose le calcul de MNT, le dessin de profils et tous les outils nécessaires à la conception de projet VRD.

COVADIS est spécialement dédié aux bureaux d'études en infrastructure, aux entreprises de travaux publics, aux collectivités locales et territoriales, ainsi qu'aux cabinets de géomètres. Il permet de traiter un projet d'infrastructure de sa phase initiale à sa phase finale.

Il contient en un seul logiciel, l'ensemble des modules « métiers » exploités quotidiennement par les bureaux d'études VRD et les entreprises de BTP. COVADIS fonctionne sur toutes les versions récentes d'AutoCAD.

Les étapes de calculs avec « COVADIS AUTOPISTE »

- 1) Covadis 2D points topographiques, chargement de semis sur le levé ' T. Existent'
- 2) Covadis 3D. Calcul de M.N.T, calcul et dessin de M.N.T, dessin des contours.
- 3) Autopiste nouveau projet.
- 4) Axe en plan droite.
- 5) Axe en plan arc de cercle : Raccordement par arc, 2 droites rayon.
- 6) Axe en plan clothoïde : Raccordement avec clothoïdes, 2 droites cloth + arct + cloth.
- 7) Axe en plan Assemblage de l'axe en plan.
- 8) Axe en plan : Création Profil en long TN, sur triangles.
- 9) Tabulations profils intervalles constants.
- 10) Profil en long dessin profil en long TN, échelle 1 :1000, droite par 2 points.
- 11) Profil en long : Raccordement avec parabole, tangente.t rayon, assemblage P. Long Projet.
- 12) Dévers/Décapage décapage constant.
- 13) Devers/Décapage dévers, calcul automatique, table des dévers ARP T100 2 voies >6m.
- 14) Profils types création, par couches avancé, Nouveau, « donnez un nom » remplir les onglets.
- 15) Profils types : affectation, Tout sélectionner, Par couches.
- 16) Affecter Affecter OK.
- 17) Profil type : Mise à jour.
- 18) Dessin listing : Dessin.

N.B Vérifier que l'option « ajustement automatique » est activée en tracé en plan et en profil en long.

1. TRACE EN PLAN

1.1. Introduction

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence appelée ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier. Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles d'autre part, elle se fait à l'aide de Clothoïdes qui assurent un raccordement progressif par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route.

1.2. Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour un tracer en plant normaliser il nous faut :

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais.
- Appliquer les normes de B40 si possible.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour de raison économique.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la cote des plus hautes eaux. Et la longueur minimale de l'alignement droit.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter
- Se raccorder sur les réseaux existants

1.3. Les éléments de trace en plan :

Un tracé en plan est constitué de trois éléments (comme il est schématisé ci-dessous) :

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

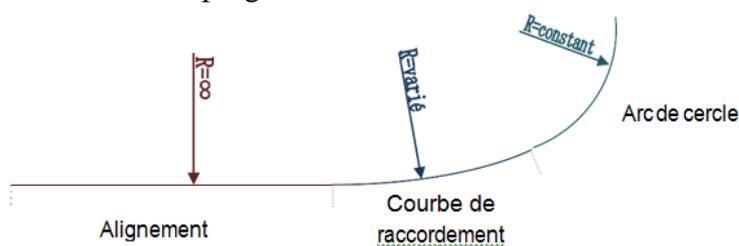


Figure 4.1 : les éléments de tracé en plan.

1.3.1 Alignements : La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités
- La longueur minimale est celle correspondant à un chemin parcouru durant un temps d'adaptation (t)

Une longueur minimale d'alignement L_{min} devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant cinq (5) secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs de cercle.

✓ $L_{min} = T \times V_B / 3.6$ avec : $T = 5$ sec.

V_B : vitesse de base en km/h

Une longueur maximale L_{max} est prise égale à la distance parcourue pendant soixante (60) Secondes.

✓ $L_{max} = T \times V_B / 3.6$ avec : $T = 60$ sec.

1.3.2 Arcs De Cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Pour cela on essaie de choisir des rayons les plus grands possibles pour éviter de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

Stabilité En Courbe

2 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.

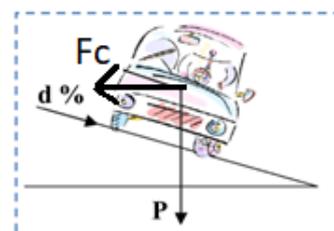


Figure 4.2 : Stabilité En Courbe

Les rayons en plans dépendant des facteurs suivants :

- V_R : vitesse de référence (m/s).
- g : gravitation (m/s^2).
- f_t : coefficient de frottement transversal = 0.11.
- d : devers.

✓ L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante : $R \geq V_R^2/g(f_t+d)$

a) Rayon horizontal minimal absolu (RHM) :

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal :

$$RH_{\min} = \frac{V_r^2}{127 (f_t + d_{\max})}$$

- f_t : coefficient de frottement transversal.
- Ainsi pour chaque V_r on définit une série de couple (R, d).

b) Rayon minimal normal (RHN) :

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

$$R_{Hn} = \frac{(V_r+20)^2}{127 (f_t+d_{\max})}$$

c) 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 $d_{\min} = 2.5\%$ en catégorie 1 – 2 ; $d_{\min} = 3\%$ en catégorie 3 – 4.

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

d) 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.

$$RH_{nd} = \frac{V_r^2}{127 \times 0.0035}$$

Avec :

- $f^* = 0.06$ cat 1 et 2
- $f^* = 0.07$ cat 3 et 4 E1
- $f^* = 0.075$ cat 4 -5 E2 E3

e) Visibilité masquée dans une sinuosité :

Un virage d'une route peut être masqué de côté intérieur de la courbe par le talus du déblai si la route est en tranchée, par une construction ou un foret, 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 « $S = L^2 / 2R$ ».

Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant des valeurs de rayon à \geq RHn que possible.
- Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près entre dmax et d (RHm).

C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant

Si : $RHm < R < RHN$
$$d = d_{max} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHm}\right) \frac{d_{max} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

Si : $RHN < R < RHd$
$$d = d_{min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}\right) \frac{d_{min} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHN}}$$

- Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal dmin.
- Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.
- Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.

1.3.3 Des courbes de raccordement progressives :

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.

a) Rôle Et Nécessité Des Courbes De Raccordement :

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (Courbe dont la courbure croit linéairement de $R=INFINI$ jusqu'à $R=constant$), pour assurer :

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

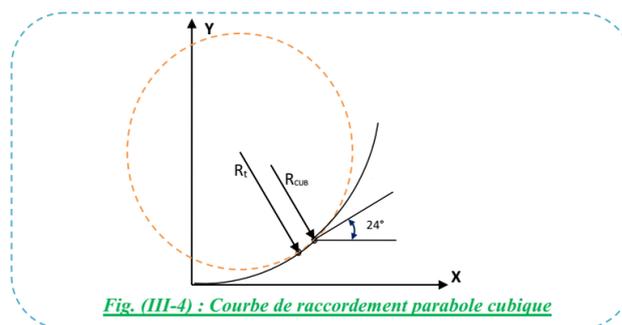
b) Types De Courbe De Raccordement :

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

Parabole cubique :

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



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

Figure 4.3 : Courbe de raccordement parabolique cubique

Lemniscate :

Cette courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.

Clothoïde :

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul. La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

Expression mathématique de la Clothoïde :

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L . « $K = C \times L$ »

On pose : $1/C = A^2 \Rightarrow L \times R = A^2$

Eléments de la Clothoïde :

- T : Grande tangente.
- ΔR : Ripage.
- KA : Début de clothoïde.
- KE : Fin de clothoïde.
- σ : Angle polaire.
- X_m : Abscisse du centre de cercle.
- X : Abscisse de KE.
- Y : Ordonnée de KE.
- α : Angle d'arc de cercle
- τ : Angle de tangente.

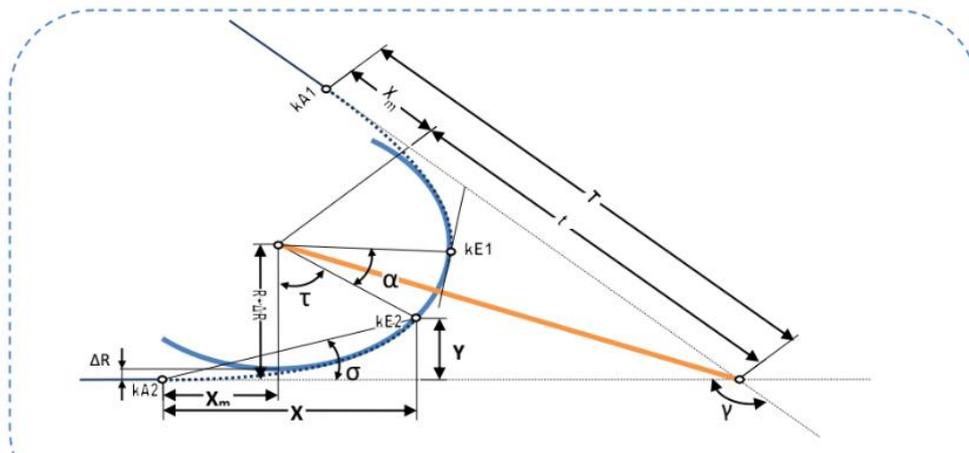


Figure 4.4 : Courbe de raccordement clothoïde.

c) Les Conditions de raccordement

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

Condition de confort optique :

La clothoïde doit aider à la lisibilité de la route on amorce le virage, la rotation de la tangente doit être $\geq 3^\circ$ pour être perceptible

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

à l'œil.

REGLE GENERALE (B40) :

- $R \leq 1500\text{m}$ $\Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m)

$$L = \sqrt{24R\Delta R}$$
- $1500 < R \leq 5000\text{m}$

$$L \geq R/9$$
- $R > 5000\text{m}$ $\Delta R = 2.5 \text{ m}$

$$L = 7.75$$

Condition de confort dynamique :

Cette condition Consiste a limite pendant le temps de parcoure $\square t$ du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale

- V_r : vitesse de référence en (Km /h).
- R : rayon en (m).
- Δd : variation de dévers.

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

Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers. Elle s'explique dans le rapport à son axe.

- L : longueur de raccordement.
- l : Largeur de la chaussée.
- Δd : variation de dévers.

$$L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_R$$

Note : La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demie – chaussée extérieure au virage. Cette variation est limitée à 2%.

1.4. Combinaison Des élément du tracé en plan

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

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

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.

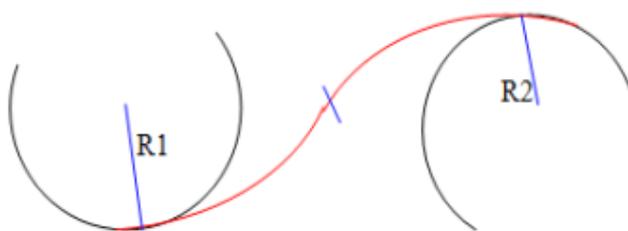


Figure 4.5 : Courbe en S.

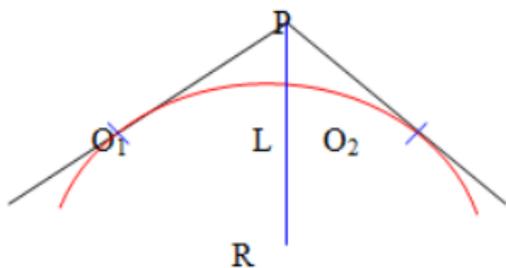


Figure 4.6 : Courbe à sommet.

Courbe à sommet :

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

Courbe en C :

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

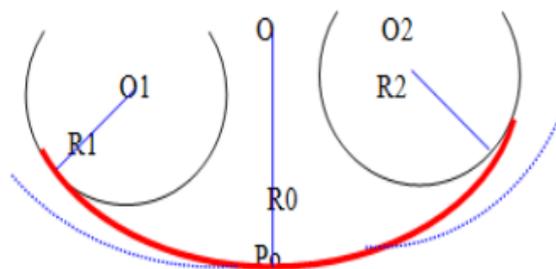


Figure 4.7 : Courbe en C.

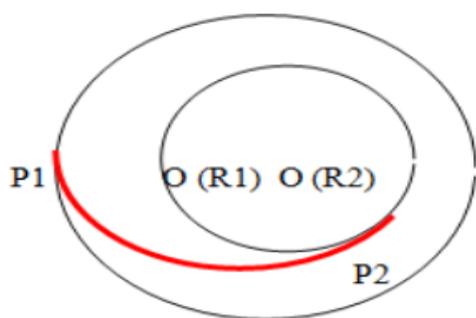


Figure 4.8 : Ove

Ove :

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

1.5. La vitesse de référence de base :

La vitesse de référence (V_r) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres 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....).

Choix de la vitesse de référence

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

Vitesse de projet

La vitesse de projet V_r est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque 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 bonne conditions normales.

1.6. Paramètres fondamentaux :

Pour notre projet qui situé dans un environnement (E1), classé en catégorie (C1) avec une vitesse de référence 100 km/h et à partir du règlement Algérien B40 on peut déterminer le tableau suivant :

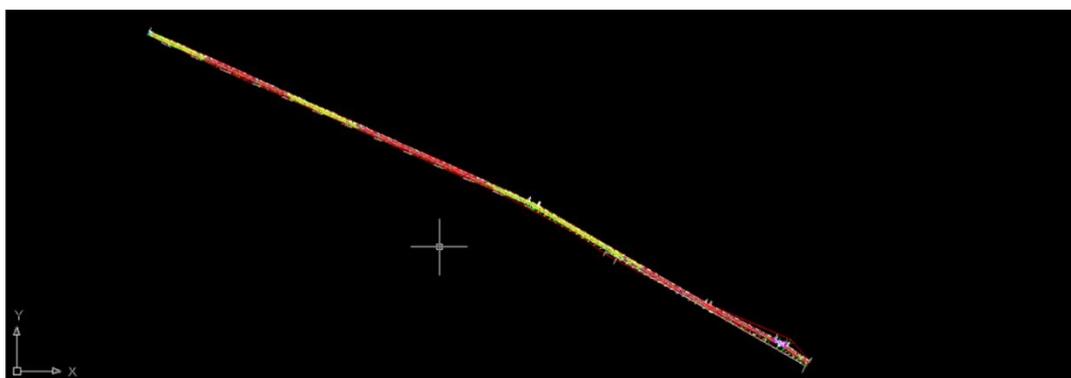
Paramètre	Symboles	Valeurs
Vitesse de référence (Km/h)	V_r	80
Divers maximal (%)	D_{max}	7
Rayon horizontal minimal (m)	RH_m (7%)	450
Rayon horizontal normal (m)	RH_n (5%)	708.66
Rayon horizontal déversé (m)	RH_d (2.5%)	1574.8
Rayon horizontal non déversé (m)	RH_{nd} (- 2.5%)	2249.71

Tableau 4.1 : les rayons de tracé en plan

1.7. Calcul d'axe :

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie. Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes :

- Calcul de gisements.
- Calcul de l'angle entre alignements.
- Calcul de la tangente T.
- Calcul de la corde SL.
- Calcul de l'angle polaire.
- Calcul de l'arc de cercle.
- Calcul des coordonnées des points singuliers.



Axe En Plan

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	126.8646 g	4451.515	102.000	17799.318	1882.169
Clothoïde 1	Paramètre	-100.538	10.108	4553.515	21860.329	58.938
Arc 1	Rayon	-1000.000 m	96.419	4563.622	21869.543	54.782
	Centre X	21455.362 m				
	Centre Y	-855.412 m				
Clothoïde 2	Paramètre	100.538	10.108	4660.041	21955.243	10.682
Droite 2	Gisement	133.6463 g	2064.407	4670.149	21963.981	5.599
Clothoïde 3	Paramètre	100.538	10.108	6734.556	23746.713	-1035.382
Arc 2	Rayon	1000.000 m	43.732	6744.664	23755.450	-1040.464
	Centre X	24255.331 m				
	Centre Y	-174.370 m				
Clothoïde 4	Paramètre	-100.538	10.108	6788.396	23793.792	-1061.490
Droite 3	Gisement	130.2188 g	787.765	6798.504	23802.774	-1066.125
Clothoïde 5	Paramètre	-100.538	10.108	7586.269	24503.445	-1426.173
Arc 3	Rayon	-1000.000 m	127.813	7596.377	24512.427	-1430.808
	Centre X	24050.888 m				
	Centre Y	-2317.928 m				
Clothoïde 6	Paramètre	100.538	10.108	7724.189	24621.739	-1496.874
Droite 4	Gisement	138.9991 g	286.747	7734.297	24630.019	-1502.672
				8002.000	24864.623	-1667.550
Longueur totale de l'axe 8002.000 mètre(s)						

Tableau 4.2 : Axe En Plan de projet.

2. PROFIL EN LONG

2.1 Définition :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci. C'est en général une succession d'alignement droit (rampes et pentes) raccordés par courbe circulaires.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

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

2.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur :

- Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des devers nuls dans une pente du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais dans la partie de tracé neuve.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

2.3 Coordination du tracé en plan et du profil en long

Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin.

- Une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- De prévoir de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs...etc.).

Pour éviter les défauts résultants d'une mauvaise coordination tracé en plan-profil en long, les règles suivantes sont à suivre :

- Si le profil en long est convexe, augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan.
- Avant un point haut, amorcer la courbe en plan.
- Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- Faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long.

2.4 Déclivité

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nombre de pente pour les descentes et rampe pour montées.

Déclivité minimum

Dans un terrain plat on n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement au long de la route au bord de la chaussée.

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- Au moins 0,5% et de préférences 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 profondément.
- $I_{min} = 0,5\%$ dans les sections en remblai prévues avec des descentes c'eau.

Déclivité maximum

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

- La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

Donc, La déclivité maximale dépend de :

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

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

Tableau 4.3 : la pente maximale I_{max}

Pour notre cas la vitesse $VR=100$ Km/h donc la pente maximale $I_{max} = 5\%$.

2.5 Raccordement 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 :

Raccordement convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant 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 visibilité d'autre part.

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 : $g/40$: pour Cat 1 -2 $g/30$: pour Cat 3- 4- 5

- $V_r^2/R_v < g/40$ Pour $g=10m/s^2$: Pour $g= 10 m/s^2$
- $R_v \min = \begin{cases} 0,3. V_r^2 \text{ pour cat } (1 - 2) \\ 0,23. V_r^2 \text{ pour cat } (3 - 4 - 5) \end{cases}$

Dans notre cas : $R_v \min = 0.3 V_R^2$

Avec :

- R_v : rayon vertical (m).
- V_R : vitesse référence (km/h)

Condition de visibilité

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

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

Le rayon de raccordement est donné par l'expression :

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

Avec :

- d_0 : 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 : $h_0 = 1.1$ m, $h_1 = 0.15$ m On trouve : $R_v = 0,24.D_1^2$.

Raccordement concave (angle rentrant) :

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

$$R'_v = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

Avec :

- R'_v : rayon minimum du cercle de raccordement.
- d_0 : distance d'arrêt.

Condition esthétique

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

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

- Δd : changement de dévers.
 - R_{vmin} : rayon verticale minimale.
- Pour le cas de la RN28, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge, et sont donnés par le tableau suivants (selon le B40) :

Catégories		C1
Environnement		E1
Vitesse de référence (Km/h)		100
Rayon en angle saillant RV	Route unidirectionnelle : (2x2 voies)	
	RV _{m1} (minimal absolu) en m	6000
	RV _{n1} (minimal normal) en m	12000
Rayon en angle rentrant RV	Route unidirectionnelle : (2x2 voies)	
	R'V _m (minimal absolu) en m	3000
	R'V _n (minimal normal) en m	4200

Tableau 4.4 : Les rayons de profil en long

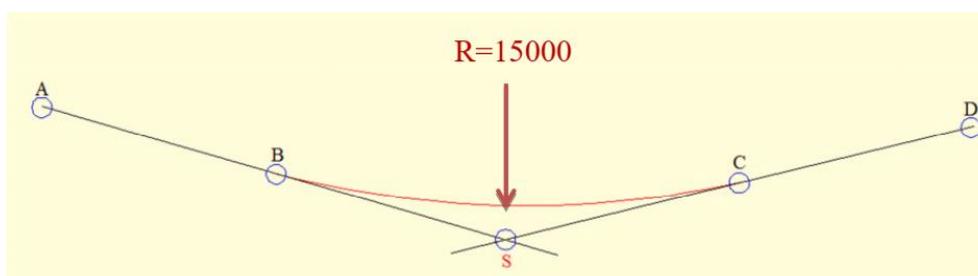
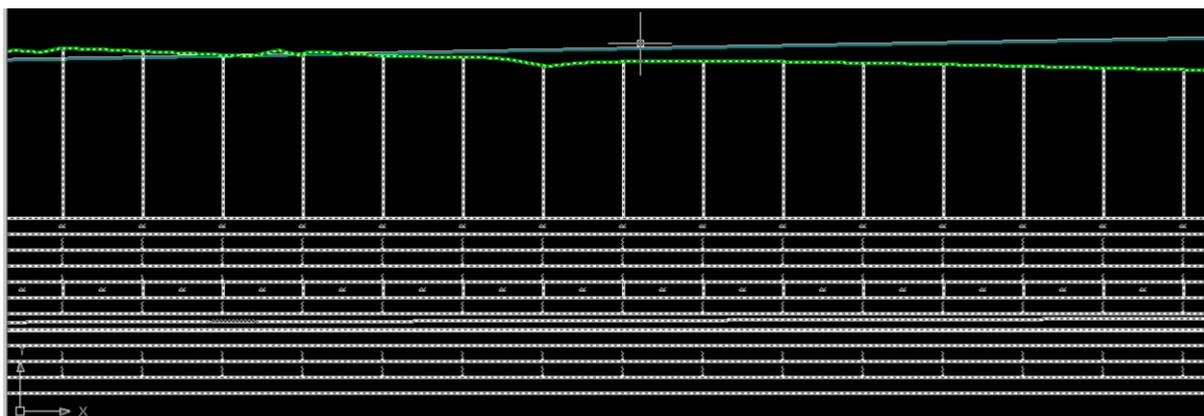


Figure : Courbe convexe.



Profil En Long Projet

Els Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 0.31 %	590.618	102.000	1003.486
Parabole 1	Pente 0.31 %	54.320	692.618	1005.308
	Rayon -9000.000 m			
	Sommet Absc. 720.380 m			
	Sommet Alt. 1005.351 m			
	Pente -0.30 %			
Pente 2	Pente -0.30 %	1947.095	746.937	1005.312
Parabole 2	Pente -0.30 %	65.935	2694.033	999.566
	Rayon 10000.000 m			
	Sommet Absc. 2723.541 m			
	Sommet Alt. 999.523 m			
	Pente 0.36 %			
Pente 3	Pente 0.36 %	1390.314	2759.967	999.589
Parabole 3	Pente 0.36 %	123.192	4150.282	1004.654
	Rayon -15000.000 m			
	Sommet Absc. 4204.922 m			
	Sommet Alt. 1004.753 m			
	Pente -0.46 %			
Pente 4	Pente -0.46 %	1431.637	4273.474	1004.596
Parabole 4	Pente -0.46 %	115.644	5705.111	998.054
	Rayon 15000.000 m			
	Sommet Absc. 5773.663 m			
	Sommet Alt. 997.897 m			
	Pente 0.31 %			
Pente 5	Pente 0.31 %	880.619	5820.755	997.971
Parabole 5	Pente 0.31 %	101.208	6701.375	1000.736
	Rayon -15000.000 m			
	Sommet Absc. 6748.467 m			
	Sommet Alt. 1000.810 m			
	Pente -0.36 %			
Pente 6	Pente -0.36 %	1218.461	6802.583	1000.712
			8002.000	996.316
Longueur totale de l'axe 8002.000 mètre(s)				

3. PROFIL EN TRAVERS

3.1 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 eaux etc....).

3.2 Différents types de Profil en travers :

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers :

a) Profil en travers type :

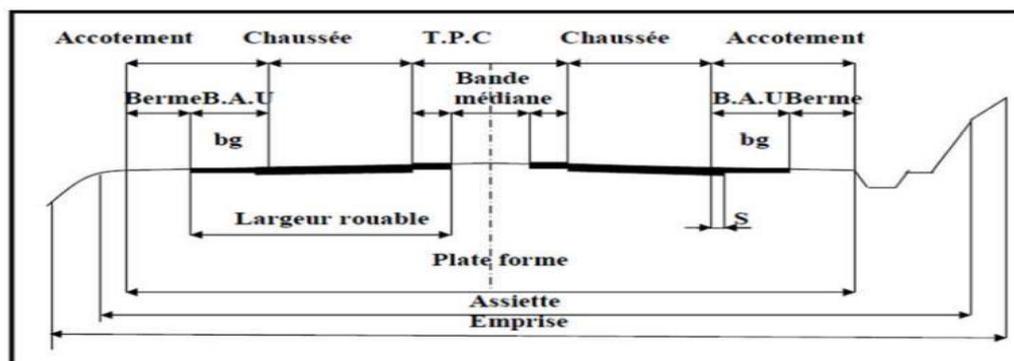
Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en remblai, en déblai, en alignement et en courbe).

b) Profil en travers courants :

Ce sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (Accidenté ou plat).

3.3. Les éléments de composition de Profil en travers

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



Figure

4.9 :

les éléments de profil en travers.

- T.P.C : Terre-Plein Central – B.A.U : Bande d'Arrêt d'Urgence – B.D.G : Bande Dérasée de Gauche

La 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.

La largeur roulable

- Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Surlargeur.
- Structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

La plateforme

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussée et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.

Assiette

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

L'emprise

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances elle coïncidant généralement avec le domaine public.

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.

Le terre-plein central

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

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

Le fossé

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

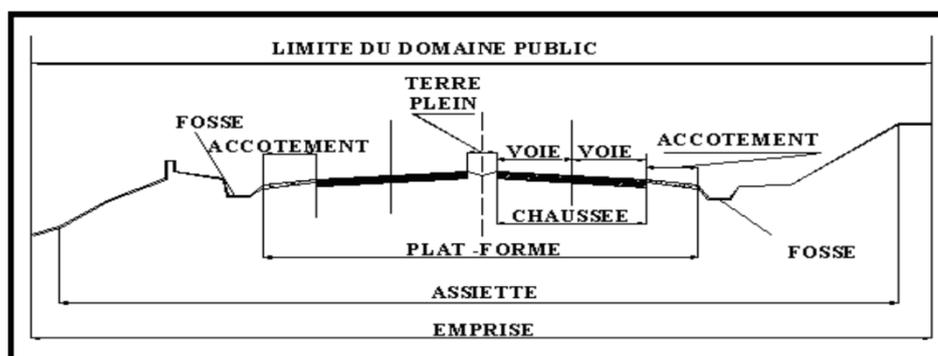


Figure 4.10 : présentation des profils en travers

Les accotements

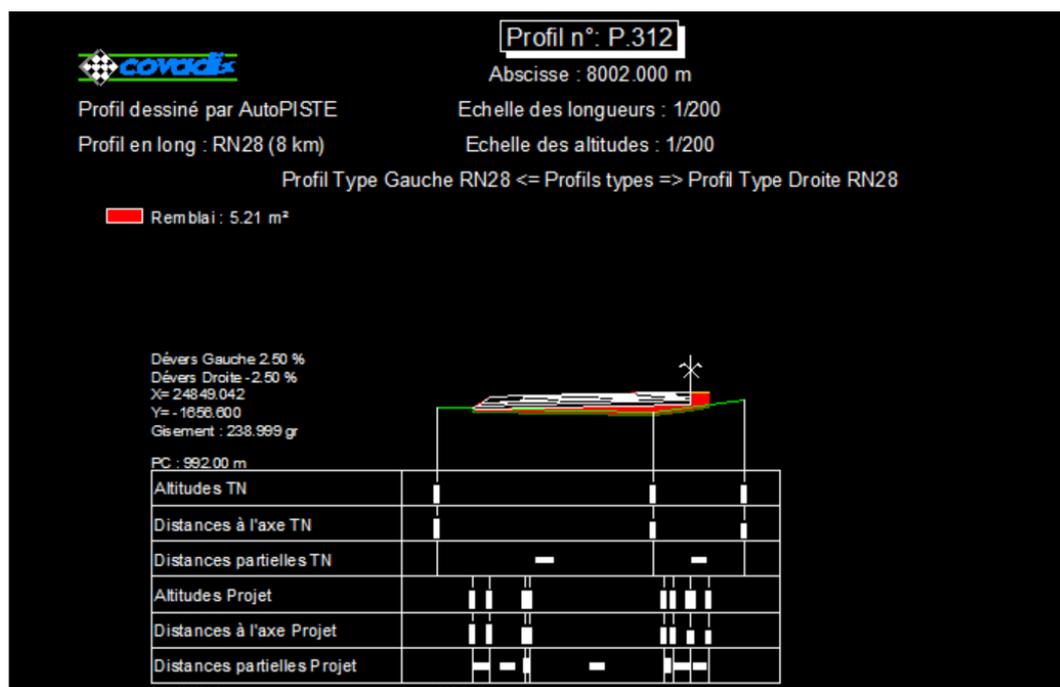
Les accotements sont les zones latérales de la plateforme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

3.4. Résultats : Le dédoublement la RN28 est constituée de :

- $L_{\min} = 138.88 \text{ m}$
- $L_{\max} = 1666.6 \text{ m}$

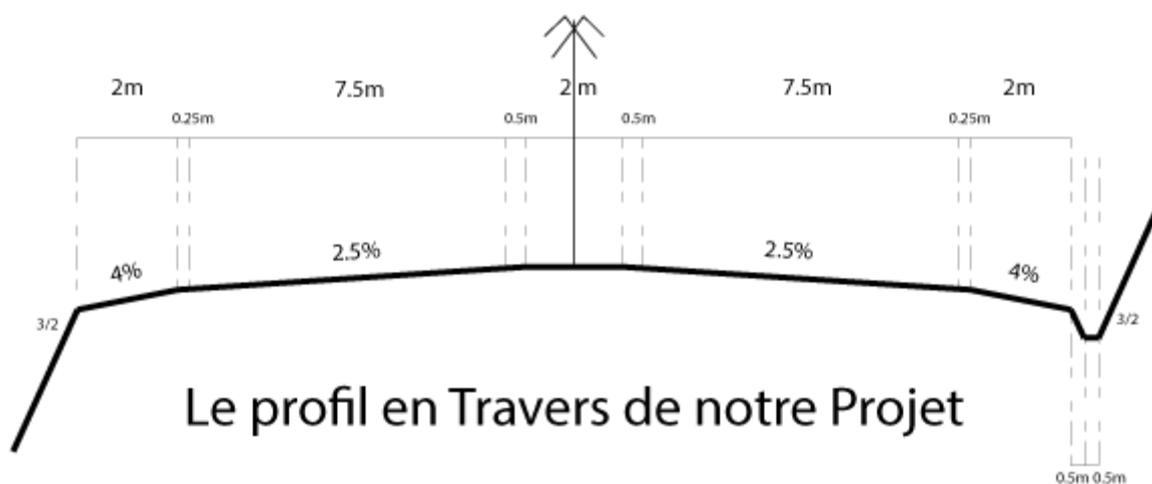


PROFIL EN TRAVERS de PROJET

Description	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale (m)
<ul style="list-style-type: none"> • Voie de circulation 2×2. • Terre-plein central (T.P.C). • Surlargeur (coté T.P.C). • Surlargeur (coté Accotement). • Accotement. 	<ul style="list-style-type: none"> • 3.75 • 2 • 0.5 • 0.25 • 2 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 • 1 • 2 • 2 • 2 	<ul style="list-style-type: none"> • 15.00 • 2.00 • 1.00 • 0.5 • 4.00
Dévers.			
<ul style="list-style-type: none"> • Chaussée. • Terre-plein central (T.P.C). • Accotement. 		<ul style="list-style-type: none"> • 2.5% vers l'extérieur. • Devers de la chaussée. • 4% vers l'extérieur. 	

Tableau 4.6 : Résultats Finale pour les 2 voies.

Remarque : « On a aussi 2 ouvertures de TPC "20m par ouverture" pour l'entrée et sortie d'une station ».



CUBATURES

1. Définitions

Terrassement : On appelle terrassement, les différents mouvements de terre qui ont pour objet de creuser des fouilles ou de modifier la configuration du sol en vue de :

- La construction des ouvrages.
- L'aménagement des routes.
- L'établissement des branchements d'égout et des branchements de canalisations (Assainissements des routes).

Cette modification des niveaux du sol est réalisée par l'exécution de déblais et de remblais :

- Déblai : Consiste à abaisser le niveau du terrain par enlèvement des terres.
- Remblai : Matériaux de terrassement mis en œuvre par compactage et destinés à surélever le profil d'un terrain ou à combler une fouille. Le remblai Consiste à rapporter des Terres afin de relever le niveau.

Cubaturs

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

Cubaturs de terrassement

On entend par cubature le calcul des volumes déblais remblais à déplacer pour respecter les profils en long et travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux.

Comme notre est réutilisable, on cherche un équilibre entre les volumes déblais remblais.

Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

2. Les méthodes du calcul des cubatures

« Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi lesquelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité. »

Les cubatures sont les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.

Le travail consiste a calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

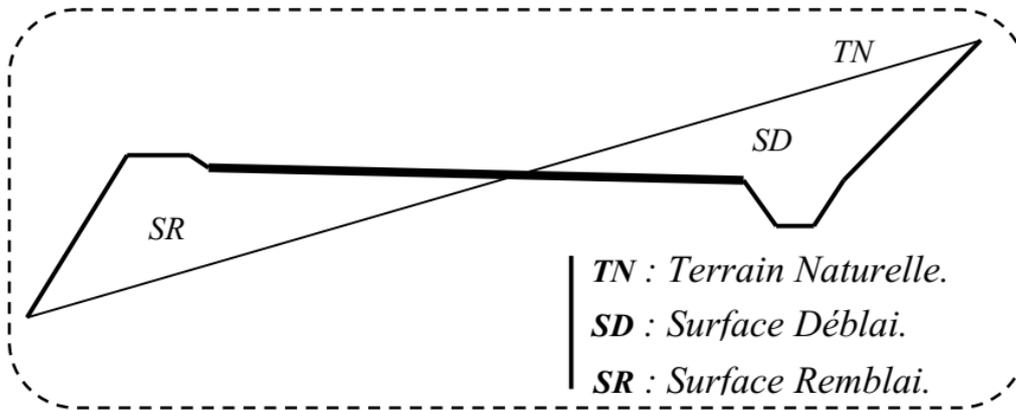


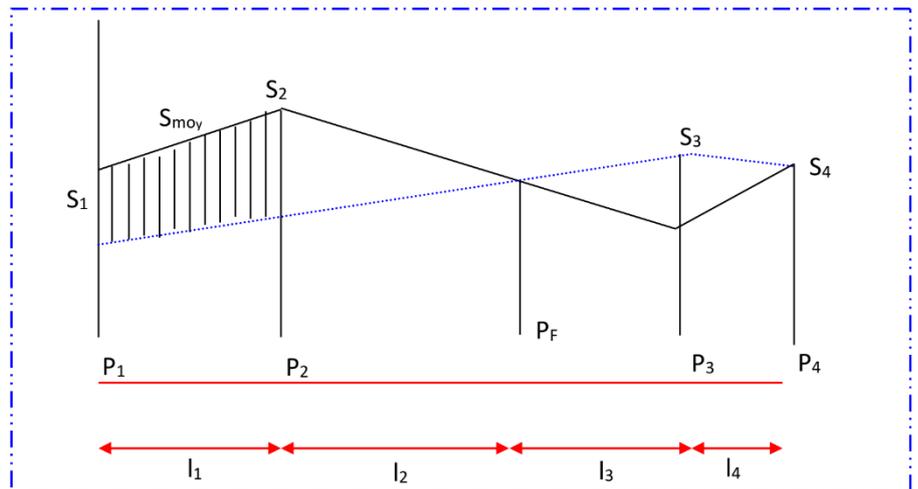
Figure 4.11 : présentation des volumes de cubatures.

On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

Formule de Mr SARRAUS

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste a calculé le volume déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

- PF : profil fictive, surface nulle.
- Si : surface de profil en travers Pi.
- Li : distance entre ces deux profils.
- SMOY : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li).



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

$$V1 = L1 \cdot \frac{(S1 + S2)}{2}$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant $\frac{(S1 + S2)}{2}$ comme très voisines les deux expressions S_{moy} et Ceci donne : »

- Entre p1 et p2 : $V1 = L1. 2 (S1 + S2)$
- Entre p2 et pf : $V2 = L2. 2 (S2 + 0)$
- Entre pf et p3 : $V3 = L3. 2 (0 + S3)$

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

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

Calcul des cubatures de projet

Méthode classique

Dans cette méthode on distingue deux différents sous méthodes de calcul dont la première est celle dite de GULDEN où les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil. Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure).

Calcul des cubatures de terrassement :

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel Covadis nous avons utilisé la méthode de GULDEN et les résultats obtenus sont en annexe mais ici (ci – dessous) nous donnons les résultats finals du volume de remblais et déblais.

- ✓ Le volume de déblais est de : **VD = 115453 m³**
- ✓ Le volume de remblai est de : **VR = 87400 m³**

« **La liste des cubatures générales dans l'annexe** »

CONCEPTION DE CARREFOUR

1. Introduction :

Un carrefour est un lieu d'intersection deux ou plusieurs routes au même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables. L'analyse des carrefours sera basée sur les données recueillies lors des enquêtes directionnelles, qui doivent fournir les éléments permettant de faire le diagnostic de leur fonctionnement.

2. Types des carrefours : Les principaux types des carrefours sont :

2.1 Carrefour en T : Carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires unique et orthogonale, ou aussi (20°), à l'axe principal. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

2.2 Carrefour en Y ou type (Y) : Carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°).

2.3 Carrefour en croix : Carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi).

2.4 Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire : Carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinture par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique.

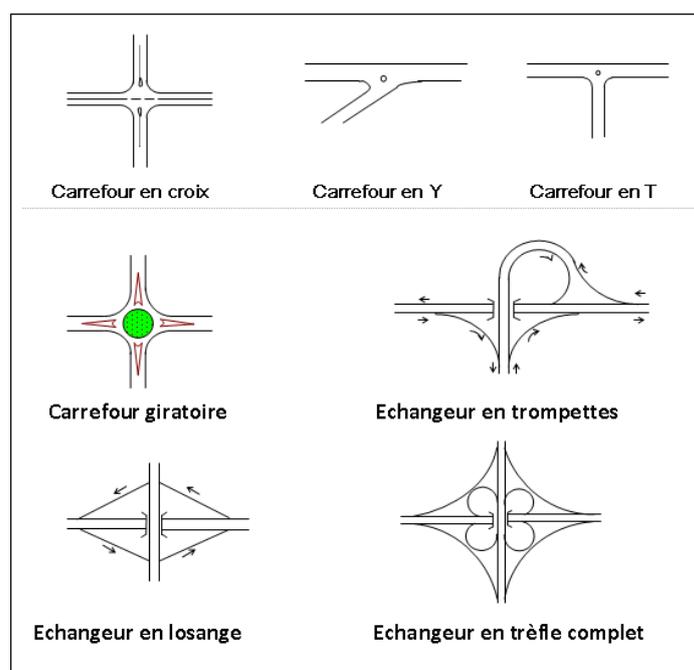


Figure 4.12 : Types des Carrefours.

3. Les avantages et Les inconvénients du CARREFOUR GIRATOIRE :

3.1 Les avantages :

- L'adaptation au trafic est automatique, par la priorité donnée aux véhicules déjà insérés.
- La vitesse est limitée par l'infrastructure, et la sécurité routière est donc améliorée.
- Il n'y a pas besoin de feux, donc pas besoin d'électrifier le carrefour, ce qui est intéressant en zone très rurale.
- Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise de l'espace.
- Diminution des nuisances.
- Faciliter d'insertion d'un grand nombre des branches.

3.2 Les inconvénients :

- Consommation d'emprise importante.
- Transport public non prioritaire.
- Absence de régulation du trafic (non-respect du régime de priorité).

4. Données apprendre pour l'aménagement d'un carrefour

Pour Les choix d'un aménagement de carrefour on doit suivre un certain nombre des données essentielles concernant :

- Les caractéristiques du site d'implantation (le trafic et leur révolution prévisible dans le futur, Environnement, sécurité).
- Les genres et les causes des accidents constatés dans les cas de l'aménagement d'un carrefour existant. Les vitesses d'approche à vide pratique.
- Des caractéristiques sections adjacentes et des carrefours voisins.
- Condition topographique.
- Le respect de l'homogénéité de tracé.
- La valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans la future.

5. Principes généraux pour l'aménagement d'un carrefour

- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de 90 ± 20 à in d'obtenir de meilleure condition de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale.
- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- Regrouper les points d'accès à la route principale.
- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.

La visibilité :

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possibles, la vitesse d'approche à vide remplace la vitesse de base à l'approche des carrefours.

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

- Une signalisation appropriée dont le but est soit d'imposer une réduction de vitesse soit de changer les régimes de priorité.
- Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlot séparateur ou débouché des voies non prioritaires.

Triangle de visibilité :

Un triangle de visibilité peut être associé à un con lit entre deux courants. Il a pour sommets :

- Le point de conflit.
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse.

Les îlots :

Les îlots sont aménagés sur les bras secondaires du carrefour pour séparer les directions de la circulation, ou aussi de limiter les vois de circulation.

Îlot séparateur :

Les éléments principaux de dimensionnement sont :

- Décalage entre la tête d'îlot séparateur de la route secondaire et la limite de la chaussée : 1m.
- Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1m.
- Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5m à 1m.
- Longueur de l'îlot : 15m à 30m.

Îlot directionnel :

- Les îlots directionnels sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrées Et de sortie.
- Leur nez est en saillie et ils doivent être arrondis avec des rayons de 0.5 à 1 m.

Les couloirs d'entrée et de sortie :

- Longueur de couloirs Entrée 4m (accotement dérasé 1.5m).
- Sortie 5m (accotement dérasé 0.5m).

SIGNALISATION DU CARREFOUR :

- La signalisation du carrefour est composée de quatre éléments complémentaires :
- La signalisation de priorité : On trouve le panneau de route prioritaire Sur la route principale.
- Les panneaux de prescription : On trouve les panneaux de priorité de passage, Céder passage et Stop sur la route secondaire.

- Le marquage au sol et les plots.
- La signalisation de direction.

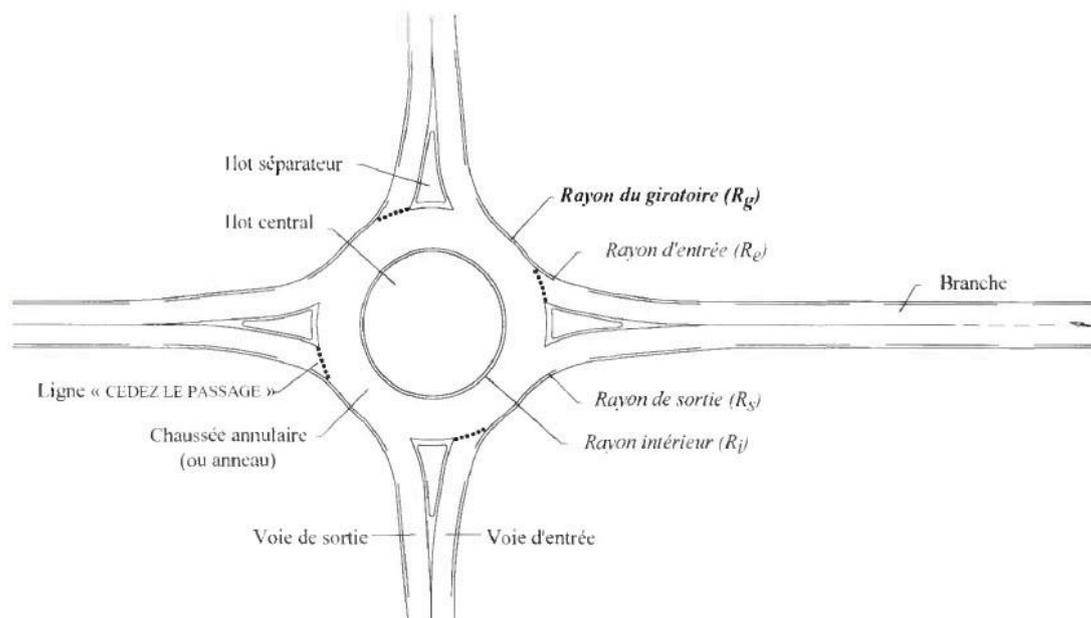


Figure 4.13 : Terminologie d'un carrefour giratoire.

6.. Application au projet :

Données de base :

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.
 - La vitesse d'approche à vide (V_0) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de base.
 - Les conditions topographiques.
- D'après le B40 : En catégorie 1 et environnement 1, et $V_B=100\text{Km/h}$.

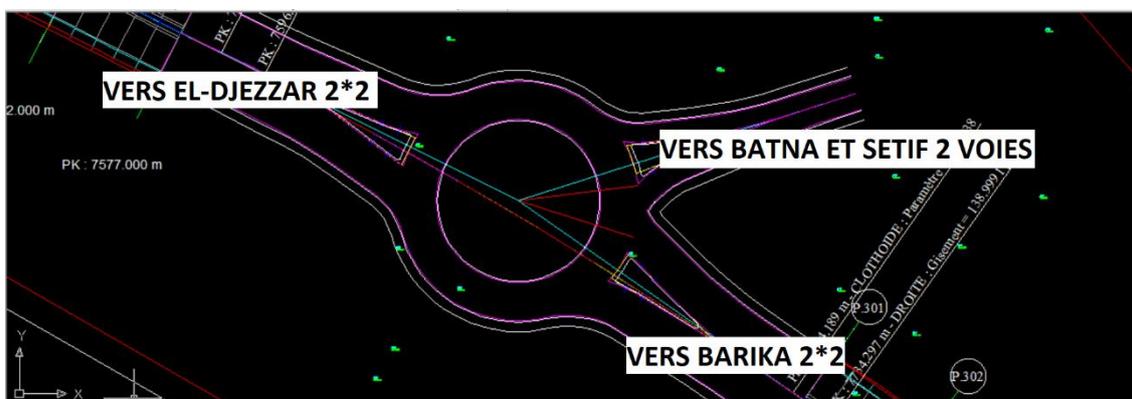


Figure 4.14 : Carrefour giratoire de projet.

Il est constitué de trois branches :

Branches	Direction	Profil chaussée	Rayon d'entrée	Rayon de sortie
1	BATNA ET SETIF	Bidirectionnelle 2 voies	15.00 m	20.00 m
2	EI-DJEZZAR	Unidirectionnelle 2×2 voies	15.00 m	20.00 m
3	BARIKA	Unidirectionnelle 2×2 voies	15.00 m	20.00 m

Tableau 4.7 : Les Données des branches

Les caractéristiques annulaires sont :

Rayon de giration extérieur	Rayon de giration intérieur	Largeur de chaussée
25.00 m	16.75 m	8.25 m

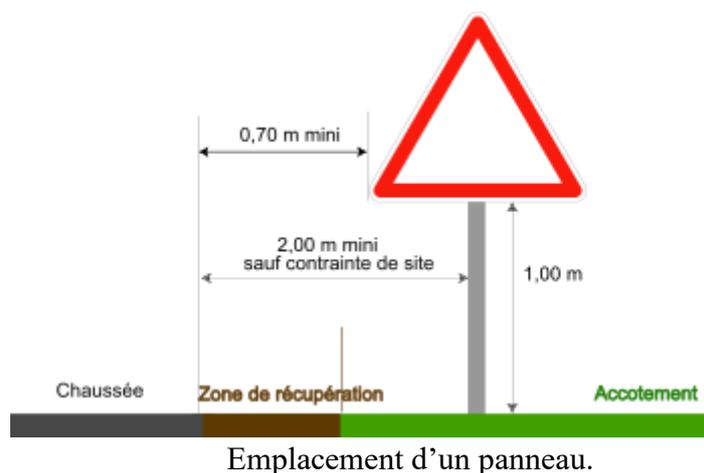
« Pour les caractéristiques des carrefours l'annexe. »

CHAPITRE 5 SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1. Signalisation

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.



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.

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.

1.4. Catégories de signalisation

Lorsqu'on considère les types de dispositifs utilisés par la signalisation, on distingue :

- La signalisation par panneau.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.

- La signalisation par bornage.
- La signalisation permanente.
- La signalisation temporaire.
- La signalisation dynamique.

1.5. Types de Signalisation : On distingue deux types de signalisation

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

1.5.1 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.

1.5.2 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 :

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 différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de 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 nominale de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

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

Tableau 5.1 : modulation des lignes discontinues.

Marquage transversal :

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

Autre marquage

- **Flèche de rabattement :** Une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.
- **Flèches de sélection :** Flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

Les différents types de panneaux de signalisation :

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de pré signalisation (type G1).
- Panneaux de signalisation type (E3 E4).
- Panneaux donnant les indications utiles pour les conduites de véhicules (Type E14, E15).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

1.6. Application au projet :

Signalisation Horizontale :



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

3 Panneaux de Carrefour Giratoire	
7 Panneau de restriction	
3 Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).	
7 Panneaux de signalisation (type J5).	
3 Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).	
2 Panneaux donnant les indications	
2 Panneaux de restriction	
2 Panneaux de restriction	
2 Panneaux pour le ralentissement	

+ Les Panneaux des directions avant l'entrée du giratoire.

2. Eclairage

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.

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.

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.

2.4 Application au projet : Éclairage de la voie (le long de la route) :

La bordure du TPC doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux on 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 30m donc on peut prendre **25m** de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré avec **320** dispositifs lumineux d'une catégorie A + 6 pour le giratoire.

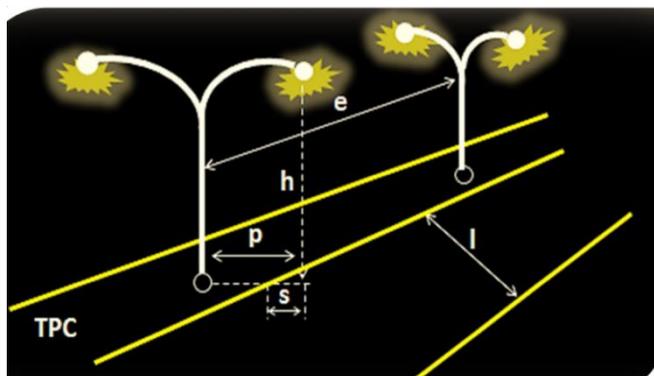


Figure 5.2: paramètre de l'implantation des luminaires.

DETAIS ESTIMATIF ET QUANTATIF

BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES					
N°	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIXU(DA)	MONTANT
1. terrassement					
1.1	Déblais en terrain meuble	m ³	115453	300.00	34635900.00
1.2	Remblais d'emprunt	m ³	87400	400.00	34960000.00
TOTAL 1 : 69 595 900.00					
2. corps de chaussées					
2.2	Couche de base en grave bitume GB	T	31683.96	5000.00	158419800.00
2.3	Couche de roulement en BB	T	10562.64	6000.00	63372000.00
2.4	Couche de Fondation GNT	m ³	26209.32	1800.00	47176776.00
2.5	Couche de forme + Accotement en TVO	m ³	42401.54	600.00	25440924.00
2.6	Couche d'accrochage à l'émulsion	m ²	132033	100.00	13203300.00
2.7	Couche d'imprégnation au cut back 0/1	m ²	66016.5	100.00	6601600.00
TOTAL 2 : 314 214 400.00					
3. Terre-plein central					
3.1	Terre végétale		3352.7	800.00	2682160.00
3.2	Bordures	ml	16004	1000.00	16004000.00
TOTAL 3 : 17 668 472.00					
4. aménagement de carrefours					
4.1	Aménagement de carrefours	U	1	1000000	1000000.00
5. Signalisation et bordures					
5.1	Signalisation verticale	U	40	7800.00	312000.00
5.2	Ligne continue	ml	16000	50.00	424000.00
5.3	Ligne discontinue	ml	32000	40.00	1280000.00
5.4	Eclairage	U	326	80000.00	26080000.00
Total HT (DA) : 440 588 460.00					
TVA (19%) (DA) : 83 711 807.4					
Total TTC (DA) : 524 300 267.4					

Tableau Devis Quantitatif Et Estimatif.

CONCLUSION GENERALE

Le projet concerne Le dédoublement de la route nationale 28 entre Barika (Batna) vers El-Djezzar (Batna) « 102+000 – 110+000 » wilaya de Batna vers Msila. Il donne un nouveau souffle au développement durable de la région et permet d'assurer le confort et la sécurité des usagers.

De plus, cette étude nous a permis d'être en face des problèmes techniques et administratifs qui peuvent se présenter dans un projet routier. Il était aussi une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier.

En outre, ce travail de fin d'études nous a permis d'appliquer nos connaissances théoriques requises pendant le cycle de formation et de mieux maîtriser les logiciels tels que « AUTOCAD », « COVADIS » et « Alizé » ...

Finalement, grâce à ce projet, on s'immerge dans le milieu professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.

BIBLIOGRAPHIE

1. Cours

- Cours de routes de 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} année Travaux Publics.
- Les cours des routes + Mini Projet M₁ avec (MR. MED REMADNA).

3. 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 LBAGDIM.
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P).
- ARP : Aménagement des routes principales.

4. Outils informatiques

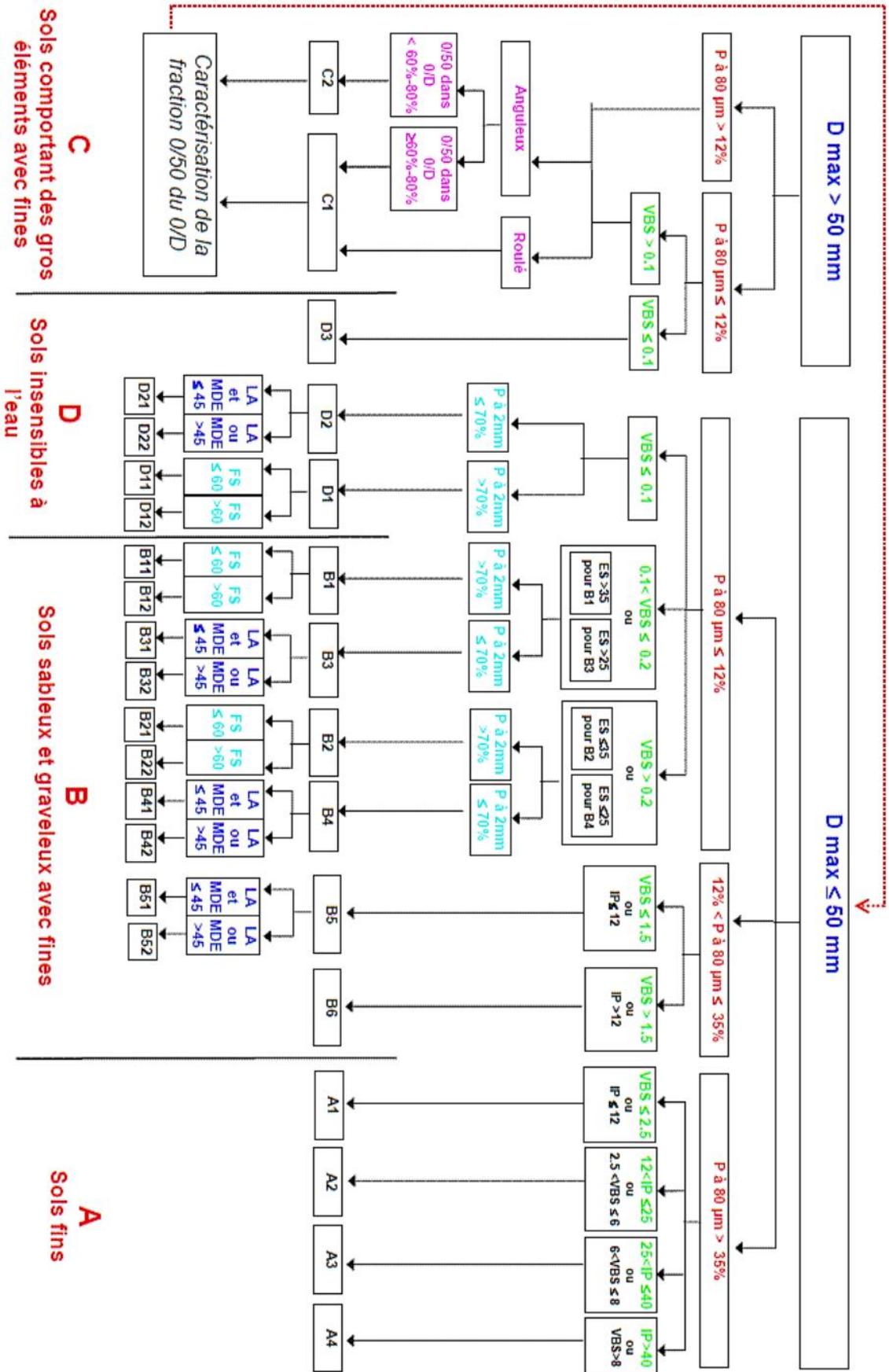
- Logiciel Covadis 10.1.
- AutoCAD 2008.
- Alizé LCPC.
- Microsoft PowerPoint.
- Microsoft Word.

5. Webographie

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

ANNEXE

La classification GTR pour les sols A, B, C et D.



Carrefour giratoire : Giratoire

Géométrie de l'anneau		
Coordonnées du centre	X	24565.033 m
	=	
	Y	-1457.016 m
	=	
Rayon extérieur		25.000 m
Rayon intérieur		17.000 m
Largeur d'anneau		8.000 m
Surlargeur franchissable		0.000 m
Distance marquage extérieur		0.250 m
Distance marquage intérieur		0.250 m

Géométrie de la branche 'Branche1' (1)					
Point de référence	X	=24565.033 m	Angle	80.211 gr	
	Y	= -1457.016 m			
Triangle de construction		Ilot central			
Hauteur	25.000 m	Rayon de raccord	0.500 m		
Base	6.250 m	Distance de l'anneau	1.000 m		
Déport	0.500 m	Distance de marquage	0.250 m		
Caractéristiques des voies		Entrée	Sortie		
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m	20.000 m		
Largeur voie sur anneau		4.000 m	5.000 m		
Largeur voie courante		3.500 m	3.500 m		
Rayon de raccord sur voie courante		100.000 m	100.000 m		
Terre-plein		0.000 m	0.000 m		
Distance départ passage piéton		4.000 m	4.000 m		
Largeur passage piéton		4.000 m	4.000 m		
Branche(s) en conflit					
Conflit avec : Branche2					
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche3		277.060 m	24529.002 m	-1713.305 m	
Branche2		21.811 m	24568.505 m	-1457.808 m	
Branche1		21.005 m	24567.671 m	-1456.222 m	

ANNEXE

Géométrie de la branche 'Branche3' (2)					
Point de référence	X	24565.033 m	Angle	329.960 gr	
	Y	-1457.016 m			
Triangle de construction		Ilot central			
Hauteur	25.000 m	Rayon de raccord	0.500 m		
Base	6.250 m	Distance de l'anneau	1.000 m		
Déport	0.500 m	Distance de marquage	0.250 m		
Caractéristiques des voies		Entrée	Sortie		
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m	20.000 m		
Largeur voie sur anneau		8.250 m	8.250 m		
Largeur voie courante		9.500 m	8.500 m		
Rayon de raccord sur voie courante		100.000 m	100.000 m		
Terre-plein		1.000 m	1.000 m		
Distance départ passage piéton		4.000 m	4.000 m		
Largeur passage piéton		4.000 m	4.000 m		
Branche(s) en conflit					
Pas de conflit					
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche2		47.667 m	24579.826 m	-1431.589 m	
Branche1		26.132 m	24565.140 m	-1449.134 m	
Branche3		21.146 m	24562.441 m	-1455.727 m	
Géométrie de la branche 'Branche2' (3)					
Point de référence	X	24565.033 m	Angle	139.156 gr	
	Y	-1457.016 m			
Triangle de construction		Ilot central			
Hauteur	25.000 m	Rayon de raccord	0.500 m		
Base	6.250 m	Distance de l'anneau	1.000 m		
Déport	0.500 m	Distance de marquage	0.250 m		
Caractéristiques des voies		Entrée	Sortie		
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m	20.000 m		
Largeur voie sur anneau		8.250 m	8.250 m		
Largeur voie courante		9.000 m	9.000 m		
Rayon de raccord sur voie courante		100.000 m	100.000 m		
Terre-plein		1.000 m	1.000 m		
Distance départ passage piéton		4.000 m	4.000 m		
Largeur passage piéton		4.000 m	4.000 m		
Branche(s) en conflit					
Conflit avec : Branche1					
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche1					
Branche3		35.806 m	24556.195 m	-1472.184 m	
Branche2		21.147 m	24567.412 m	-1458.668 m	

Cubatures Déblai Remblai (compensé)

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.1	102.000	12.50	5.72	0.00	71.457	0.000	71	0
P.2	127.000	25.00	88.86	0.00	2221.502	0.000	2293	0
P.3	152.000	25.00	97.22	0.00	2430.510	0.000	4723	0
P.4	177.000	25.00	97.33	0.00	2433.210	0.000	7157	0
P.5	202.000	25.00	95.25	0.00	2381.356	0.000	9538	0
P.6	227.000	25.00	90.61	0.00	2265.212	0.000	11803	0
P.7	252.000	25.00	84.34	0.02	2108.496	0.465	13912	0
P.8	277.000	25.00	77.77	0.02	1944.251	0.503	15856	1
P.9	302.000	25.00	74.86	0.02	1871.514	0.473	17728	1
P.10	327.000	25.00	72.28	0.02	1806.898	0.473	19534	2
P.11	352.000	25.00	68.58	0.02	1714.453	0.473	21249	2
P.12	377.000	25.00	64.61	0.02	1615.274	0.516	22864	3
P.13	402.000	25.00	60.07	0.02	1501.701	0.516	24366	3
P.14	427.000	25.00	55.71	0.02	1392.713	0.516	25759	4
P.15	452.000	25.00	51.25	0.02	1281.169	0.516	27040	4
P.16	477.000	25.00	48.01	0.02	1200.329	0.514	28240	5
P.17	502.000	25.00	45.74	0.02	1143.596	0.514	29384	5
P.18	527.000	25.00	44.35	0.02	1108.799	0.446	30492	6
P.19	552.000	25.00	39.54	0.02	988.382	0.503	31481	6
P.20	577.000	25.00	34.32	0.02	857.922	0.503	32339	7
P.21	602.000	25.00	28.95	0.02	723.710	0.516	33062	7
P.22	627.000	25.00	23.73	0.02	593.261	0.516	33656	8
P.23	652.000	25.00	17.92	0.02	447.987	0.517	34104	8
P.24	677.000	25.00	18.39	0.02	459.717	0.502	34563	9
P.25	702.000	25.00	14.55	0.02	363.735	0.502	34927	9
P.26	727.000	25.00	8.38	0.24	209.470	6.004	35137	15
P.27	752.000	25.00	6.48	0.38	162.083	9.489	35299	25
P.28	777.000	25.00	5.59	0.50	139.755	12.461	35438	37
P.29	802.000	25.00	4.51	0.61	112.834	15.285	35551	53
P.30	827.000	25.00	2.46	0.73	61.598	18.255	35613	71
P.31	852.000	25.00	1.34	0.96	33.467	24.042	35646	95
P.32	877.000	25.00	0.43	1.86	10.782	46.606	35657	142
P.33	902.000	25.00	0.42	1.77	10.514	44.128	35668	186
P.34	927.000	25.00	0.21	1.64	5.299	41.023	35673	227
P.35	952.000	25.00	0.12	1.79	3.031	44.648	35676	271
P.36	977.000	25.00	0.00	2.29	0.000	57.369	35676	329
P.37	1002.000	25.00	0.00	3.33	0.000	83.247	35676	412
P.38	1027.000	25.00	0.00	4.58	0.000	114.440	35676	526
P.39	1052.000	25.00	0.00	6.13	0.000	153.287	35676	680
P.40	1077.000	25.00	0.00	10.45	0.000	261.215	35676	941
P.41	1102.000	25.00	0.00	13.45	0.000	336.335	35676	1277
P.42	1127.000	25.00	0.00	14.76	0.000	368.949	35676	1646
P.43	1152.000	25.00	0.00	17.09	0.000	427.314	35676	2074
P.44	1177.000	25.00	0.00	12.33	0.000	308.264	35676	2382
P.45	1202.000	25.00	0.00	19.03	0.000	475.824	35676	2858
P.46	1227.000	25.00	0.00	11.37	0.000	284.290	35676	3142
P.47	1252.000	25.00	1.59	0.71	39.812	17.859	35716	3160
P.48	1277.000	25.00	2.78	0.31	69.519	7.731	35785	3168
P.49	1302.000	25.00	5.40	0.38	134.931	9.379	35920	3177
P.50	1327.000	25.00	9.68	0.25	242.120	6.159	36162	3183
P.51	1352.000	25.00	12.97	0.06	324.257	1.521	36487	3185
P.52	1377.000	25.00	17.90	0.02	447.457	0.503	36934	3185
P.53	1402.000	25.00	15.83	0.02	395.784	0.503	37330	3186
P.54	1427.000	25.00	15.14	0.02	378.511	0.523	37708	3186
P.55	1452.000	25.00	15.52	0.02	387.924	0.523	38096	3187
P.56	1477.000	25.00	15.47	0.02	386.790	0.505	38483	3187
P.57	1502.000	25.00	13.41	0.02	335.368	0.470	38818	3188
P.58	1527.000	25.00	11.72	0.02	292.947	0.497	39111	3188
P.59	1552.000	25.00	17.72	0.02	442.960	0.497	39554	3189

ANNEXE

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.60	1577.000	25.00	19.81	0.02	495.319	0.515	40050	3189
P.61	1602.000	25.00	20.95	0.02	523.642	0.515	40573	3190
P.62	1627.000	25.00	23.20	0.02	580.084	0.509	41153	3190
P.63	1652.000	25.00	25.13	0.02	628.283	0.509	41782	3191
P.64	1677.000	25.00	23.70	0.02	592.553	0.518	42374	3191
P.65	1702.000	25.00	24.47	0.02	611.661	0.500	42986	3192
P.66	1727.000	25.00	24.74	0.02	618.453	0.500	43604	3192
P.67	1752.000	25.00	26.14	0.02	653.471	0.500	44258	3193
P.68	1777.000	25.00	27.23	0.02	680.814	0.503	44939	3193
P.69	1802.000	25.00	29.34	0.02	733.418	0.493	45672	3194
P.70	1827.000	25.00	29.70	0.02	742.578	0.619	46415	3194
P.71	1852.000	25.00	30.10	0.02	752.522	0.497	47167	3195
P.72	1877.000	25.00	30.49	0.02	762.190	0.495	47929	3195
P.73	1902.000	25.00	30.08	0.02	751.898	0.498	48681	3196
P.74	1927.000	25.00	31.77	0.02	794.325	0.498	49476	3196
P.75	1952.000	25.00	33.96	0.02	848.925	0.498	50325	3197
P.76	1977.000	25.00	37.92	0.02	948.015	0.498	51273	3197
P.77	2002.000	25.00	40.03	0.02	1000.719	0.503	52273	3198
P.78	2027.000	25.00	44.17	0.02	1104.177	0.503	53377	3198
P.79	2052.000	25.00	50.14	0.02	1253.620	0.475	54631	3199
P.80	2077.000	25.00	49.98	0.02	1249.605	0.475	55881	3199
P.81	2102.000	25.00	50.11	0.02	1252.817	0.491	57133	3200
P.82	2127.000	25.00	52.55	0.02	1313.719	0.509	58447	3200
P.83	2152.000	25.00	53.91	0.02	1347.744	0.509	59795	3201
P.84	2177.000	25.00	56.26	0.02	1406.414	0.499	61201	3201
P.85	2202.000	25.00	53.68	0.02	1342.118	0.504	62543	3202
P.86	2227.000	25.00	52.98	0.02	1324.539	0.495	63868	3202
P.87	2252.000	25.00	52.21	0.02	1305.182	0.484	65173	3203
P.88	2277.000	25.00	50.77	0.02	1269.235	0.500	66442	3203
P.89	2302.000	25.00	52.79	0.02	1319.700	0.487	67762	3204
P.90	2327.000	25.00	50.76	0.02	1269.037	0.501	69031	3204
P.91	2352.000	25.00	49.23	0.02	1230.717	0.501	70262	3205
P.92	2377.000	25.00	49.98	0.02	1249.553	0.484	71511	3205
P.93	2402.000	25.00	49.26	0.02	1231.381	0.484	72743	3206
P.94	2427.000	25.00	49.58	0.02	1239.377	0.484	73982	3206
P.95	2452.000	25.00	47.75	0.02	1193.659	0.484	75176	3207
P.96	2477.000	25.00	47.38	0.02	1184.475	0.482	76360	3207
P.97	2502.000	25.00	46.96	0.02	1174.019	0.482	77534	3208
P.98	2527.000	25.00	43.37	0.02	1084.296	0.498	78619	3208
P.99	2552.000	25.00	43.61	0.02	1090.238	0.498	79709	3209
P.100	2577.000	25.00	44.23	0.02	1105.873	0.497	80815	3209
P.101	2602.000	25.00	43.16	0.02	1079.006	0.500	81894	3210
P.102	2627.000	25.00	39.31	0.02	982.803	0.503	82877	3210
P.103	2652.000	25.00	37.91	0.02	947.700	0.503	83824	3211
P.104	2677.000	25.00	38.10	0.02	952.520	0.503	84777	3211
P.105	2702.000	25.00	39.78	0.02	994.555	0.496	85771	3212
P.106	2727.000	25.00	39.22	0.02	980.565	0.501	86752	3212
P.107	2752.000	25.00	37.49	0.02	937.154	0.500	87689	3213
P.108	2777.000	25.00	39.33	0.02	983.316	0.500	88672	3213
P.109	2802.000	25.00	39.25	0.02	981.161	0.490	89654	3214
P.110	2827.000	25.00	37.04	0.02	925.932	0.491	90579	3214
P.111	2852.000	25.00	33.52	0.02	837.962	0.500	91417	3215
P.112	2877.000	25.00	30.99	0.02	774.751	0.494	92192	3215
P.113	2902.000	25.00	28.85	0.02	721.200	0.494	92913	3216
P.114	2927.000	25.00	27.51	0.02	687.714	0.492	93601	3216
P.115	2952.000	25.00	26.36	0.02	659.082	0.492	94260	3217
P.116	2977.000	25.00	24.40	0.02	609.918	0.492	94870	3217
P.117	3002.000	25.00	23.14	0.02	578.549	0.492	95449	3218
P.118	3027.000	25.00	23.09	0.02	577.278	0.493	96026	3218
P.119	3052.000	25.00	23.17	0.02	579.157	0.493	96605	3219

ANNEXE

P.120	3077.000	25.00	22.99	0.02	574.665	0.496	97180	3219
P.121	3102.000	25.00	22.76	0.02	569.004	0.496	97749	3220
P.122	3127.000	25.00	23.21	0.02	580.131	0.497	98329	3220

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.123	3152.000	25.00	24.26	0.02	606.449	0.490	98935	3221
P.124	3177.000	25.00	26.83	0.02	670.857	0.490	99606	3221
P.125	3202.000	25.00	27.23	0.02	680.721	0.490	100287	3222
P.126	3227.000	25.00	26.97	0.02	674.165	0.490	100961	3222
P.127	3252.000	25.00	26.36	0.02	658.951	0.507	101620	3223
P.128	3277.000	25.00	25.83	0.02	645.633	0.486	102266	3223
P.129	3302.000	25.00	24.92	0.02	622.934	0.486	102889	3223
P.130	3327.000	25.00	23.21	0.02	580.174	0.501	103469	3224
P.131	3352.000	25.00	20.49	0.02	512.244	0.501	103981	3224
P.132	3377.000	25.00	17.23	0.02	430.646	0.501	104412	3225
P.133	3402.000	25.00	16.90	0.02	422.600	0.491	104834	3225
P.134	3427.000	25.00	12.64	0.02	316.028	0.491	105150	3226
P.135	3452.000	25.00	8.12	0.08	202.973	2.051	105353	3228
P.136	3477.000	25.00	8.90	0.07	222.576	1.748	105576	3230
P.137	3502.000	25.00	4.37	0.39	109.295	9.766	105685	3240
P.138	3527.000	25.00	0.34	6.11	8.486	152.764	105694	3392
P.139	3552.000	25.00	0.00	6.05	0.000	151.283	105694	3544
P.140	3577.000	25.00	0.00	2.34	0.030	58.597	105694	3602
P.141	3602.000	25.00	0.00	3.05	0.000	76.296	105694	3678
P.142	3627.000	25.00	0.00	4.68	0.000	116.929	105694	3795
P.143	3652.000	25.00	0.00	6.30	0.000	157.532	105694	3953
P.144	3677.000	25.00	0.00	7.96	0.000	199.091	105694	4152
P.145	3702.000	25.00	0.00	10.57	0.000	264.164	105694	4416
P.146	3727.000	25.00	0.00	13.29	0.000	332.134	105694	4748
P.147	3752.000	25.00	0.00	16.00	0.000	400.119	105694	5148
P.148	3777.000	25.00	0.00	18.51	0.000	462.856	105694	5611
P.149	3802.000	25.00	0.00	20.14	0.000	503.542	105694	6115
P.150	3827.000	25.00	0.00	21.90	0.000	547.530	105694	6662
P.151	3852.000	25.00	0.00	31.64	0.000	790.927	105694	7453
P.152	3877.000	25.00	0.00	41.42	0.000	1035.450	105694	8489
P.153	3902.000	25.00	0.00	37.06	0.000	926.603	105694	9415
P.154	3927.000	25.00	0.00	21.25	0.000	531.140	105694	9946
P.155	3952.000	25.00	0.00	18.02	0.000	450.604	105694	10397
P.156	3977.000	25.00	0.00	15.68	0.000	392.056	105694	10789
P.157	4002.000	25.00	0.00	15.91	0.000	397.653	105694	11187
P.158	4027.000	25.00	0.00	16.13	0.000	403.196	105694	11590
P.159	4052.000	25.00	0.00	16.72	0.000	418.076	105694	12008
P.160	4077.000	25.00	0.00	16.48	0.000	411.916	105694	12420
P.161	4102.000	25.00	0.00	16.77	0.000	419.169	105694	12839
P.162	4127.000	25.00	0.00	16.23	0.000	405.664	105694	13245
P.163	4152.000	25.00	0.00	17.94	0.000	448.609	105694	13693
P.164	4177.000	25.00	0.00	19.01	0.000	475.255	105694	14169
P.165	4202.000	25.00	0.00	18.95	0.000	473.700	105694	14642
P.166	4227.000	25.00	0.00	18.78	0.000	469.557	105694	15112
P.167	4252.000	25.00	0.00	18.33	0.000	458.231	105694	15570
P.168	4277.000	25.00	0.00	17.60	0.000	439.919	105694	16010
P.169	4302.000	25.00	0.00	16.58	0.000	414.451	105694	16425
P.170	4327.000	25.00	0.00	15.81	0.000	395.158	105694	16820
P.171	4352.000	25.00	0.00	19.59	0.000	489.803	105694	17310
P.172	4377.000	25.00	0.00	27.58	0.000	689.515	105694	17999
P.173	4402.000	25.00	0.00	27.37	0.000	684.125	105694	18683
P.174	4427.000	25.00	0.00	21.07	0.000	526.644	105694	19210
P.175	4452.000	25.00	0.00	14.21	0.000	355.369	105694	19565
P.176	4477.000	25.00	0.00	10.00	0.000	250.079	105694	19815
P.177	4502.000	25.00	0.00	6.82	0.000	170.412	105694	19986
P.178	4527.000	25.00	0.11	3.41	2.866	85.131	105696	20071

ANNEXE

P.179	4552.000	25.00	0.60	2.30	15.144	57.617	105712	20128
P.180	4577.000	25.00	4.79	0.94	120.720	23.398	105832	20152
P.181	4602.000	25.00	6.81	0.53	171.578	13.288	106004	20165
P.182	4627.000	25.00	6.63	0.54	166.913	13.533	106171	20179
P.183	4652.000	25.00	3.72	5.73	93.738	143.330	106265	20322
P.184	4677.000	25.00	4.39	0.39	109.893	9.693	106374	20332
P.185	4702.000	25.00	0.06	2.40	1.549	60.101	106376	20392

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.186	4727.000	25.00	0.00	5.49	0.000	137.138	106376	20529
P.187	4752.000	25.00	0.00	8.72	0.000	218.050	106376	20747
P.188	4777.000	25.00	0.00	11.40	0.000	285.089	106376	21032
P.189	4802.000	25.00	0.00	11.23	0.000	280.831	106376	21313
P.190	4827.000	25.00	0.00	12.57	0.000	314.213	106376	21627
P.191	4852.000	25.00	0.00	11.70	0.000	292.398	106376	21919
P.192	4877.000	25.00	0.00	12.76	0.000	319.119	106376	22239
P.193	4902.000	25.00	0.00	13.83	0.000	345.724	106376	22584
P.194	4927.000	25.00	0.00	13.49	0.000	337.334	106376	22922
P.195	4952.000	25.00	0.00	12.94	0.000	323.462	106376	23245
P.196	4977.000	25.00	0.00	12.11	0.000	302.755	106376	23548
P.197	5002.000	25.00	0.00	11.54	0.000	288.464	106376	23836
P.198	5027.000	25.00	0.00	11.85	0.000	296.154	106376	24132
P.199	5052.000	25.00	0.00	10.66	0.000	266.414	106376	24399
P.200	5077.000	25.00	0.00	8.07	0.000	201.822	106376	24601
P.201	5102.000	25.00	0.00	6.23	0.000	155.754	106376	24756
P.202	5127.000	25.00	0.00	4.73	0.000	118.126	106376	24875
P.203	5152.000	25.00	0.00	2.14	0.000	53.442	106376	24928
P.204	5177.000	25.00	0.48	1.09	11.967	27.284	106388	24955
P.205	5202.000	25.00	4.17	0.66	104.300	16.585	106492	24972
P.206	5227.000	25.00	8.72	0.30	217.946	7.484	106710	24979
P.207	5252.000	25.00	10.41	0.28	260.155	6.949	106970	24986
P.208	5277.000	25.00	6.76	0.22	168.927	5.610	107139	24992
P.209	5302.000	25.00	4.00	1.66	100.031	41.411	107239	25033
P.210	5327.000	25.00	4.91	1.45	122.653	36.278	107362	25070
P.211	5352.000	25.00	6.64	0.54	165.977	13.425	107528	25083
P.212	5377.000	25.00	8.74	0.36	218.390	8.948	107746	25092
P.213	5402.000	25.00	10.74	0.09	268.484	2.350	108015	25094
P.214	5427.000	25.00	12.69	0.02	317.294	0.471	108332	25095
P.215	5452.000	25.00	13.32	0.02	333.049	0.471	108665	25095
P.216	5477.000	25.00	13.66	0.02	341.467	0.471	109007	25096
P.217	5502.000	25.00	14.31	0.02	357.868	0.471	109365	25096
P.218	5527.000	15.00	13.14	0.02	197.151	0.283	109562	25097
P.218-1	5532.000	5.00	12.85	0.02	64.271	0.094	109626	25097
P.218-2	5537.000	5.03	13.43	0.02	67.620	0.095	109694	25097
P.218-3	5542.069	5.00	13.21	0.02	66.072	0.094	109760	25097
P.218-4	5547.000	4.97	13.02	0.02	64.669	0.094	109824	25097
P.219	5552.000	15.00	11.95	0.07	179.281	1.045	110004	25098
P.220	5577.000	25.00	11.10	0.09	277.568	2.321	110281	25100
P.221	5602.000	25.00	10.50	0.11	262.577	2.661	110544	25103
P.222	5627.000	25.00	10.65	0.02	266.207	0.573	110810	25103
P.223	5652.000	15.00	9.72	0.02	145.771	0.320	110956	25104
P.223-1	5657.000	5.00	41.48	0.02	207.378	0.095	111163	25104
P.223-2	5662.000	5.00	38.76	0.02	193.811	0.098	111357	25104
P.223-3	5667.000	5.00	39.82	0.01	199.106	0.074	111556	25104
P.223-4	5672.000	5.00	40.88	0.01	204.415	0.074	111760	25104
P.224	5677.000	15.00	8.57	0.10	128.604	1.544	111889	25106
P.225	5702.000	25.00	7.45	0.19	186.192	4.705	112075	25110
P.226	5727.000	25.00	7.41	0.02	185.244	0.544	112260	25111
P.227	5752.000	25.00	3.80	0.45	95.108	11.220	112356	25122
P.228	5777.000	25.00	9.33	0.41	233.331	10.161	112589	25132
P.229	5802.000	25.00	14.27	0.02	356.795	0.481	112946	25133
P.230	5827.000	25.00	14.35	0.02	358.860	0.498	113305	25133
P.231	5852.000	25.00	13.94	0.02	348.444	0.498	113653	25134
P.232	5877.000	25.00	13.38	0.02	334.614	0.498	113988	25134
P.233	5902.000	25.00	13.05	0.02	326.269	0.508	114314	25135
P.234	5927.000	25.00	12.30	0.02	307.622	0.508	114622	25135
P.235	5952.000	25.00	9.91	0.05	247.751	1.139	114869	25136
P.236	5977.000	25.00	7.90	0.13	197.409	3.362	115067	25140

ANNEXE

P.237	6002.000	25.00	3.28	0.23	81.978	5.809	115149	25146
P.238	6027.000	25.00	0.84	1.54	20.940	38.448	115170	25184
P.239	6052.000	25.00	0.31	2.39	7.655	59.791	115177	25244
P.240	6077.000	25.00	0.04	3.27	1.089	81.811	115178	25326

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.241	6102.000	25.00	0.00	3.46	0.000	86.575	115178	25412
P.242	6127.000	25.00	0.00	2.18	0.043	54.471	115178	25467
P.243	6152.000	25.00	0.10	1.94	2.623	48.402	115181	25515
P.244	6177.000	25.00	0.00	4.87	0.000	121.826	115181	25637
P.245	6202.000	25.00	0.00	8.74	0.000	218.555	115181	25856
P.246	6227.000	25.00	0.00	11.83	0.000	295.667	115181	26151
P.247	6252.000	25.00	0.00	12.30	0.000	307.625	115181	26459
P.248	6277.000	25.00	0.00	12.84	0.000	321.041	115181	26780
P.249	6302.000	25.00	0.00	13.91	0.000	347.631	115181	27127
P.250	6327.000	25.00	0.00	15.10	0.000	377.461	115181	27505
P.251	6352.000	25.00	0.00	16.40	0.000	410.108	115181	27915
P.252	6377.000	25.00	0.00	17.86	0.000	446.607	115181	28362
P.253	6402.000	25.00	0.00	19.45	0.000	486.265	115181	28848
P.254	6427.000	25.00	0.00	21.87	0.000	546.795	115181	29395
P.255	6452.000	25.00	0.00	24.05	0.000	601.344	115181	29996
P.256	6477.000	25.00	0.00	26.68	0.000	667.105	115181	30663
P.257	6502.000	25.00	0.00	29.49	0.000	737.372	115181	31401
P.258	6527.000	25.00	0.00	31.22	0.000	780.396	115181	32181
P.259	6552.000	25.00	0.00	35.47	0.000	886.725	115181	33068
P.260	6577.000	25.00	0.00	41.57	0.000	1039.340	115181	34107
P.261	6602.000	25.00	0.00	48.04	0.000	1200.892	115181	35308
P.262	6627.000	25.00	0.00	52.53	0.000	1313.143	115181	36621
P.263	6652.000	25.00	0.00	56.16	0.000	1403.913	115181	38025
P.264	6677.000	25.00	0.00	61.26	0.000	1531.491	115181	39556
P.265	6702.000	25.00	0.00	62.51	0.000	1562.659	115181	41119
P.266	6727.000	25.00	0.00	66.72	0.000	1667.375	115181	42786
P.267	6752.000	25.00	0.00	66.90	0.000	1660.932	115181	44447
P.268	6777.000	25.00	0.00	66.21	0.000	1643.323	115181	46091
P.269	6802.000	25.00	0.00	72.79	0.000	1817.455	115181	47908
P.270	6827.000	25.00	0.00	65.73	0.000	1643.269	115181	49551
P.271	6852.000	25.00	0.00	63.72	0.000	1593.054	115181	51144
P.272	6877.000	25.00	0.00	63.38	0.000	1584.392	115181	52729
P.273	6902.000	25.00	0.00	63.92	0.000	1598.026	115181	54327
P.274	6927.000	25.00	0.00	66.67	0.000	1666.641	115181	55994
P.275	6952.000	25.00	0.00	65.91	0.000	1647.818	115181	57641
P.276	6977.000	25.00	0.00	63.14	0.000	1578.487	115181	59220
P.277	7002.000	25.00	0.00	63.41	0.000	1585.233	115181	60805
P.278	7027.000	25.00	0.00	65.99	0.000	1649.688	115181	62455
P.279	7052.000	25.00	0.00	67.69	0.000	1692.342	115181	64147
P.280	7077.000	25.00	0.00	68.09	0.000	1702.243	115181	65849
P.281	7102.000	25.00	0.00	64.41	0.000	1610.353	115181	67460
P.282	7127.000	25.00	0.00	63.39	0.000	1584.626	115181	69044
P.283	7152.000	25.00	0.00	61.83	0.000	1545.689	115181	70590
P.284	7177.000	25.00	0.00	60.29	0.000	1507.142	115181	72097
P.285	7202.000	25.00	0.00	59.15	0.000	1478.857	115181	73576
P.286	7227.000	25.00	0.00	54.75	0.000	1368.710	115181	74945
P.287	7252.000	25.00	0.00	51.87	0.000	1296.652	115181	76241
P.288	7277.000	25.00	0.00	48.37	0.000	1209.182	115181	77451
P.289	7302.000	25.00	0.00	44.52	0.000	1113.041	115181	78564
P.290	7327.000	25.00	0.00	40.69	0.000	1017.157	115181	79581
P.291	7352.000	25.00	0.00	36.92	0.000	923.010	115181	80504
P.292	7377.000	25.00	0.00	33.23	0.000	830.646	115181	81334
P.293	7402.000	25.00	0.00	29.67	0.000	741.644	115181	82076
P.294	7427.000	25.00	0.00	26.28	0.000	656.988	115181	82733
P.295	7452.000	25.00	0.00	22.49	0.000	562.350	115181	83295
P.296	7477.000	25.00	0.00	18.42	0.000	460.416	115181	83756
P.297	7502.000	25.00	0.00	14.00	0.000	350.118	115181	84106
P.298	7527.000	25.00	0.00	15.24	0.000	381.104	115181	84487
P.299	7552.000	25.00	0.00	14.46	0.000	361.522	115181	84849
P.300	7577.000	15.00	0.00	11.86	0.000	177.867	115181	85026
P.300-1	7582.000	75.00	0.00	0.00	0.000	0.000	115181	85026
P.301	7727.000	85.00	0.00	5.57	0.000	475.139	115181	85502
P.302	7752.000	25.00	0.00	8.34	0.000	208.397	115181	85710

ANNEXE

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.303	7777.000	25.00	0.00	18.60	0.000	464.974	115181	86175
P.304	7802.000	25.00	0.00	16.67	0.000	416.846	115181	86592
P.305	7827.000	25.00	0.00	14.41	0.000	360.215	115181	86952
P.306	7852.000	25.00	0.00	9.30	0.000	232.515	115181	87185
P.307	7877.000	25.00	0.33	2.96	8.288	74.053	115189	87259
P.308	7902.000	25.00	4.33	0.63	108.316	15.859	115298	87274
P.309	7927.000	25.00	3.19	0.56	79.655	13.893	115377	87288
P.310	7952.000	25.00	2.10	0.67	52.554	16.642	115430	87305
P.311	7977.000	25.00	0.94	1.20	23.609	29.911	115453	87335
P.312	8002.000	12.50	0.00	5.21	0.000	65.117	115453	87400

Récapitulatif des Cubatures des Matériaux (compensé)

Matériau	Volume Cumulé
BETON BITUMINEUX	10562.64
GB	31683.96
GNT	26209.32
TERRE VEGETALE	3352.7
TVO	42401.54