



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université 20 Août 1955 de Skikda



Faculté de Technologie

Département de Génie Civil

Spécialité : Travaux Publics

Option : Voies et Ouvrage d'Art (VOA)

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Travaux publics

Par :

OUCHENANE SAFA

THEME

**Étude du dédoublement de route nationale de RN 79 entre
wilaya de MILA et CONSTANTINE du PK (6+439) au PK
(10+646)**

Sous la direction du : **Dr. FILALI KAMEL**

Devant le jury :

Mr. Messast Salah

Mr. Mendjel Djenette

Mr. Mebirouk Nadjib

Année 2023/2024



Dédicace


Je dédie ce travail aux personnes auxquelles je dois tout après Allah, Mon **père Rachid** et ma **mère Linda** ont sacrifiés tout pour moi, juste pour me réussir dans ma vie, qu'Allah leur bénisse.

Je leur remercie pour tout le soutien et l'amour qu'ils me donnent depuis mon enfance.

À Tous mes sœurs **Khouloud, Yasmine, Chahinez** qui m'ont consolées dans mon parcours scolaire et m'ont souhaitées beaucoup de succès dans ma vie.

Ainsi que tous mes enseignants du Département de génie civil de l'Université de Skikda.

À moi



Remerciement

En préambule à ce projet de fin d'études, je tiens à exprimer ma gratitude envers

Allah qui m'a aidé et m'a accordé la patience et le courage
durant ces longues années

d'étude. Je tiens à remercier sincèrement mon encadreur, Dr.
Filali kamel, qui était
toujours à l'écoute et disponible tout au long de la réalisation de
ce mémoire.

J'adresse également mes remerciements aux membres du jury
pour avoir accepté d'évaluer

ce travail. Enfin, j'exprime mes sincères remerciements à tous
ceux qui ont contribué, de

près ou de loin, à mon apprentissage et à mon aide.

ملخص

العمل المقدم في هذه الرسالة يتعلق بتوسيع جزء من الطريق الحالي رقم 79 بين ولاية ميلة وقسنطينة. تعاني هذه الطريق من زيادة في حركة المرور المسجلة، وبالتالي تم إجراء دراسة لتخفيف الأعباء وتسهيل حركة 10+646 إلى الكيلومتر 6+439 مفصلة لتكريسها من الكيلومتر المرور للمستخدمين. يتألف المشروع في مراحل الرئيسية من التصميم الهندسي للطريق (التخطيط الأفقي والتخطيط العمودي والتخطيط العرضي المُدخل رقمياً بواسطة البرنامج بيست)، والتصميم الهيكلي (يشمل تصميم الطريق) ودراسة قنوات المياه المستعملة.

الكلمات المفتاح: الازدواجية، طرق، حركة المرور، قنوات المياه المستعملة، إشارة المرور

RESUME

Le travail présenté dans ce mémoire concerne l'élargissement d'un tronçon de la route existante RN79 entre wilaya de Mila et Constantine. Cette route souffre du sur plus du trafic enregistré, d'où une étude détaillée du dédoublement a été établie du PK 06+439 au Pk 10+646 pour alléger les charges et rendre la circulation adoucissante aux usagers. Le projet, dans ses grandes phases, est constitué de la conception géométrique de la route (Tracé en plan, profil en long et profil en Travers numérisés par logiciel PISTE), de la conception structurale (composée de dimensionnement de la Chaussée) et de l'étude d'assainissement.

Mots Clés : Dédoublement, Chaussées, Trafics, Assainissement, Signalisation.

ABSTRACT

The work presented in this thesis concerns the widening of a section of the existing road RN79 between Mila and Constantine. This road suffers from excessive traffic, hence a detailed study of widening was established from PK 06+439 to PK 10+646 to alleviate the burden and provide a smoother traffic flow for users. The project, in its main phases, consists of the geometric design of the road (plan layout, longitudinal profile, and cross-sectional profile digitized by PISTE software), the structural design (including pavement design), and the drainage study.

Key words: Widening, Road Pavements, Traffic, Drainage, Signage.

Sommaire

Introduction général	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET ET ETUDE DE TRAFIC	2
I.1 Présentation du projet :	3
I.2 OBJECTIF DE L'ETUDE :	3
ETUDE DE TRAFIC	5
I.2 INTRODUCTION :	5
I.3. L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS :	5
I.3.1 LA MESURE DES TRAFICS :	5
I.3.2. Différents type de trafic :	8
I.4. CALCUL DE LA CAPACITE :	8
I.4.1 Définition de la capacité :	8
I.3.2 Projection future du trafic :	8
I.4.3. Calcul du trafic effectif :	9
I.4.4. Débit de point horaire normal :	10
I.4.5. Débit horaire admissible :	10
II.5. Application au projet :	12
I.6. Conclusion	16
CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA ROUTE.	17
II.1 Tracé en plan	18
II.1.1 Introduction :	18
II.1.2 Les règles à respecter dans le tracé en plan :	18
II.1.3 La vitesse de référence (de base) :	19
II.1.4 Choix de la vitesse de référence :	19
II.1.5 Les élément du tracé en plan :	19
II.1.5.1 Les alignement :	19
II.1.5.2 Règle concernent des alignements :	20
II.1.5.3 Arcs de cercle :	20
II.1.5.3. Courbe de raccordement (CR) :	25
II.6 Les conditions de raccordement :	27
II.7 Combinaison des éléments du tracé en plan :	29
II.8 Notion de devers :	31
II.9 Paramètre de fondamentaux :	32
II.10 Calcule d'axe :	34
II.2 Profil en long	37
II.2.1 Définition :	37

II.2.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :	37
II.2.3 Les éléments de composition du profil en long :	38
II.2.4 Coordination de la trace en plan et du Profil en long :	38
II.2.5 LES PALIERS ET LES DECLIVITES :	39
II.2.5.1 Déclivité minimale	39
II.2.5.2 Déclivité maximale	39
II.2.6 RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :	40
II.2.6.1 Raccordements Convexes (Angle Saillant) :	40
II.3 DÉTERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG :	43
II.3 Profil en travers	48
II.3.1 Définition.....	48
II.3.2 Les éléments de composition du profil en travers :	48
II.3.3 Classification du profil en travers :.....	52
II.4 CUBATURE	53
II.4.1 Méthode de calcul.....	53
II.4.2 Cubatures de terrassement de notre projet :	55
II.5 CONCLUSION	56
CHAPITRE III :	57
DIMENTINNEMENT DU CHAUSSEE.....	57
III.1. INTRODUCTION:	58
III.2-PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DE LA CHAUSSEE:.....	58
III.2.3- DÉFINITION DE LA CHAUSSEE:	58
III.2.4. LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE:	58
VI.2.5-LES DIFFERENTES COUCHES DE CHAUSSEE:.....	61
III.2.6-DIFFERENTFACTEURS DETERMINANT POUR LE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSE:	63
III.2.7-DIFFRENETS METHODES DE DIMENSIONNEMENT:.....	65
III.2.8-CHOIX DE LAMETHODEDE DIMENSIONNEMENT:.....	70
III.2.9-APPLICATION AU PROJET:	70
III.3-CONCLUSION:.....	83
CHAPITRE IV :	84
ASSAINISSEMENT	84
IV.1 Introduction.....	85
IV.2 Objectif de l'assainissement :	86
IV.3 Types de dispositif d'assainissement :	86
IV.4 Assainissement de la chaussée :	87
IV.5 Débit d'apports.....	88

IV.6 Choix de l'ouvrage hydraulique :	95
IV.6.1 Dimensionnement des dalots :.....	95
IV.7 Conclusion :	97
CHAPITRE V :	98
CARREFOR.....	98
V.1. Introduction :	99
V.2. Type de carrefour :.....	99
V.3 Eléments de base pour l'aménagement des carrefours	102
V.4 Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire :.....	102
V.5. Données apprendre pour l'aménagement d'un carrefour :.....	103
V.6 principes généraux d'aménagement d'un carrefour :.....	103
V.7. Visibilité aux carrefours :	105
V.8. Ilots séparateurs :	107
V.9 Application au projet :	108
V.10 Conclusion :.....	109
CHAPITRE VI :	110
SIGNALISATION ET ECLIRAGE PUBLIC.....	110
I. Signalisation routier	111
Introduction	111
I.1 L'objectif de la signalisation routière :	111
I.2 Types de signalisation :.....	111
II- Eclairage public	116
Introduction	116
II.1 Catégories d'éclairage.....	116
II.2 Paramètre de l'implantation des luminaires.....	117
CONCLUSION	119
DEVIS	121
BIBLIOGRAPHIE.....	124
ANNEXE.....	126

Liste de figure

Figure 1.1 : situation géographique de Mila	4
Figure 1.2 : tracé de la RN79	4
Figure 2.1 : force centrifuge	21
Figure 2.2 : courbe de raccordement clothoïde.....	26
Figure II.3: courbe à sommet	29
Figure II.4 : courbe en C	30
Figure II.5: courbe en ove	30
FigureII.6: courbe en S	30
Figure II.7 : Profil en long	42
Figure II.8 : Pratiques du profil en long	43
Figure II.9: éléments de profil en travers	48
Figure II.10: Profil en travers	52
Figure II.11. Surfaces en déblai et remblai.....	53
Figure II.12 : Surface des deux cas	54
Figure II.12: Positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné.....	54
FigureIII.1. Résumé des différents types de chaussée.....	59
Figure III.2. Structure type d'une chaussée souple	60
Figure III.3. Structure type d'une chaussée semi-rigide	60
FigureIII.4. Structure type d'une chaussée rigide	60

Figure III.5. Coupe d'une chaussée souple	63
Figure III.6. Démarches de dimensionnement du catalogue	67
Figure. III.7. Structures de chaussées pour différents classes de trafic	77
Figure IV.1 Affaissement et Glissement	87
Figure IV.2 : Les bassins versants dans la variante 01	96
Figure IV.3 : Schéma d'un dalot	97
Figure.V.1. Types de carrefours.....	100
Figure V.2 : carrefour en T	101
Figure V.3 : Carrefour en Y	101
Figure V.4 : Carrefour en Croix.....	102
Figure V.5 : Carrefour Giratoires	102
Figure V.6 : Les demi-carrefours.....	103
Figure. V.7. Distance de visibilité sur l'itinéraire prioritaire.....	107
Figure. V.8. Géométrie d'un ilot séparateur	109
Figure. V.9. Giratoire PK 6+443 de rayon 25 m	109
Figure. V.10. Giratoire Pk 4+685 de rayon 25 m	110
Figure. V.11. Giratoire PK8+887 de rayon 15 m	110
Figure VI.1 : ligne continue.....	113
Figure VI.2 : ligne discontinue	114
Figure VI.3 : Les signaux routiers adoptés pour le giratoire	115

Figure VI.4 : Les signaux routiers utilisés pour l'évitement 116

Figure VI.5 : Éclairage composé 118

Figure VI.6 : éclairage simple 119

Liste de tableau :

Tableau I.1 : coefficient d'équivalence P (L/UVP	10
Tableau 2 : valeur de K1.....	11
Tableau 3 : valeur de k2.....	11
Tableau I.4 : valeur de la capacité théorique.....	11
Tableau I.5 : résultat d'étude de trafic.....	15
Tableau II.1 : rayon en plan et dévers associés (B40	24
Tableau II.2 : paramètre de fondamentaux	33
Tableau II.3 : Coordonnées et rayon du sommet choisi.....	34
Tableau II.4 : Valeurs des déclivités maximales-Normes B40	40
Tableau II.5 : Caractéristiques du profil en long.....	41
Tableau III.1 : Coefficient d'équivalence pour chaque matériau	66
Tableau II.2 : Détermination de la classe du sol	68
Tableau III.3 : différents couches et ses épaisseurs réelles et le coefficient d'équivalent et son épaisseur équivalente Couches	72
Tableau III.4 : type de réseaux principaux.....	73
Tableau III.5 : Classe TPLI pour RPI	75
Tableau III.6 : Les classes de portance des sols.....	75
Tableau III.7 . Classe de sol en fonction de portance de sol.....	76
Tableau III.8 . Valeurs du coefficient d'agressivité A (D'après fascicule 2, tableau 11	79

Tableau III.9. Performances mécanique des matériaux bitumineux (d'après fascicule 2 CTTT tableau 13	80
Tableau III.10. Risque adoptés pour le réseau RP1 (d'après le tableau 16, fascicule 2	81
Tableau III.11. Valeur de $t=f(R\%)$ (D'après le tableau 5, fascicule 2.....	81
Tableau IV.1 : surface de bassin versant.....	94
Tableau IV.2 : Dimensionnement des ouvrages hydrauliques (Dalots, $K_{st}=70$).....	98
Tableau IV.3 : Distance de visibilité d_p sur l'itinéraire prioritaire avec un signal de stop à la balise B1 (véhicule en position d'arrêt) (B40.....	106
Tableau IV.4. Distance de visibilité d_p et d_{np} (B40.....	107
Tableau IV.5 : Paramètres techniques des entrées et des sorties (B40.....	107
Tableau IV.6 : Paramètres techniques d'îlot séparateur.....	109



**INTRODUCTION
GENERAL**

Introduction général

L'histoire des routes (appelées auparavant routes) est étroitement liée au développement économique de la civilisation. Les chemins de connexion entre ces lieux (villages) domineront le réseau de communication à mesure que la technologie évolue : on les appelle routes. En plus des routes, il existe d'autres modes de connexion, comme le rail, la mer et l'air ; mais nous constatons que le transport routier est important et domine donc les autres réseaux de communication, il est étroitement lié à la vie quotidienne et constitue une réalité qui profite aux personnes déplacées ; Les routes jouent un rôle important et contribuent à l'implantation d'activités économiques et industrielles et à la création de lieux (aménagement du territoire). Dans ce contexte, cette étude intègre le doublement de la route existante (RN 79) entre Mila et Constantine, prenant en compte que le volume du trafic routier est devenu très élevé. La question est donc de savoir comment accroître la capacité des routes à faire face aux volumes de trafic croissants actuels et futurs. La section de recherche s'étend sur (4 kilomètres) de tronçon du Pk 6+439 au Pk 10+646 de ce tracé est l'objet de notre étude.



**CHAPITRE I :
PRESENTATION DU
PROJET ET ETUDE DE
TRAFIC**

I.1 Présentation du projet :

Dans le cadre du renforcement du réseau d'infrastructure de base routier de la Wilaya de Mila la direction des travaux publics de la wilaya de Mila à confier au bureau d'étude Chantiers d'Algérie/ le contrat intitulé « Étude de dédoublement de la RN 79 sur 11.5km entre Mila et Constantine ». Le tronçon du Pk 6+439 au Pk 10+646 de ce tracé est l'objet de notre étude.

Le tracé objet de l'étude sur 18km est situé dans le territoire de la Wilaya de Mila. Située au nord-est de l'Algérie. La Wilaya de Mila est distant de 380km de la capitale Alger,

La wilaya de Mila se caractérise par un relief varié et présente trois grandes zones distinctes : au nord, les montagnes et collines du Nord Constantinois : M'Sid Aïcha, Zouagha et El-Halfa traversé par l'Oued-el-Kabîr. Au sud, les plaines fertiles de Mila, arrosées par le plus grand cours d'eau de l'Est algérien, le Rhummel.

L'extrême Sud qui présente un relief des hauts plateaux.

Est limitée :

- Au Nord par la Wilaya de Djijel et Skikda
- De l'Ouest par la Wilaya de Sétif
- De l'Est par la Wilaya de Constantine
- Au Sud par la Wilaya de Batna.

I.2 OBJECTIF DE L'ETUDE :

Ce présent rapport concerne la présentation de l'étude d'avant-projet détaillé du tracé de dédoublement de la RN79 sur 11km à savoir la variante 03 retenue.^[1]



Figure 1.1 : situation géographique de Mila

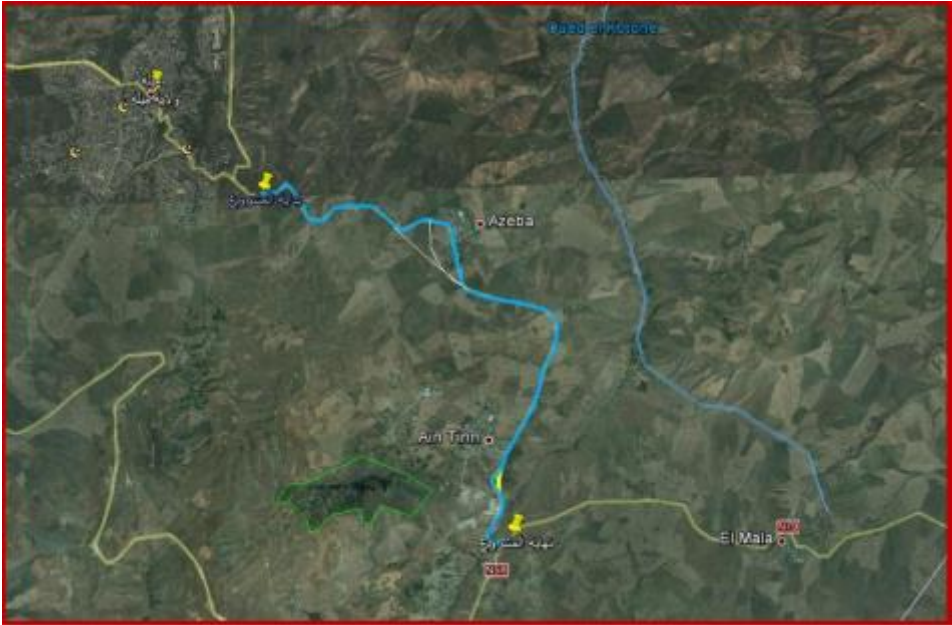


Figure 1.2 : tracé de la RN79

ETUDE DE TRAFIC

I.2 INTRODUCTION :

Une étude de trafic est un élément essentiel qui doit être réalisé avant tout projet pour construction ou d'aménagement d'infrastructures de transport, elle identifie le type d'aménagement adapté et l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui composent la chaussée en plus de lui donner son caractère quantitativement . Les études de trafic sont un moyen important de saisir les principaux flux à travers un pays ou une région, elles représentent une partie importante de la recherche sur le trafic et constituent en même temps une approche fondamentale de la conception des réseaux routiers. Cette conception est basée sur le volet « stratégie, planification », prévision de trafic, réseau routier, il faut : Évaluer la valeur économique du projet. Estimer les coûts d'entretien du réseau routier en fonction du volume de trafic. ^[2]

I.3. L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS :

Les études de trafic sont une étape importante dans le développement des projets routiers et incluent la caractérisation des conditions de trafic pour les usagers de la route (volume, composition, conditions de trafic, saturation, origines et destinations). Cette étude commence par la collecte de données. ^[2]

- La statique générale.
- Le comptage sur les routes (manuels, automatique).
- Une enquête de circulation. ^[3]

I.3.1 LA MESURE DES TRAFICS :

Cette mesure est réalisée à travers plusieurs processus complémentaires différent :

❖ **Les comptages.**

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

❖ **Les enquêtes.**

a.1. Comptage manuel :

Ils sont effectués par des agents qui enregistrent la composition du trafic pour compléter les métriques fournies par le comptage automatique. Le comptage manuel permet de connaître les pourcentages de poids lourds et de transports en commun. Flux exprimés en moyennes journalières annuelles.

a.2 Comptage automatique :

Ils ont été effectués à l'aide d'un équipement d'enregistrement comprenant une détection pneumatique à travers des tubes en caoutchouc tendus sur la route. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires :

a.3 Comptage permanent :

Sélectionnez des points représentatifs sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national, route la plus fréquentée de Wilaya. (TJMA)

a.4 Comptage temporaire :

Cela se fait annuellement pendant un mois pendant les périodes de trafic intense où d'autres réseaux routier s'utilisent des bornes de comptage rotatives.

Inconvénients de cette méthode.

Oui, tous les appareils de comptage utilisés aujourd'hui sont incapables de faire la différence entre un véhicule léger et un véhicule lourd.

b. Enquête origine destination :

Il est plus courant de compléter les informations recueillies par comptage par des données relatives à la nature et au sens du trafic. Selon les besoins, différentes méthodes peuvent être utilisées pour recenser l'ensemble des visites programmées sur un territoire (toute une agglomération, une ville ou juste une région) appelée enquête cordon. En particulier, cette approche permet d'identifier les flux de trafic interrégionaux en définissant leurs sources et leurs destinations. Il existe plusieurs types d'enquêtes :

b.1.Relevé ou répartition des papillons :

Le principe est de délimiter le secteur d'investigation et de définir les différentes entrées et sorties. Un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque voiture (ou distribue des permis de conduire), sachant que ces papillons sont différents à chaque entrée, et un autre Un agent identifie le l'origine du véhicule en repérant le papillon ou en récupérant la carte.

- Avantages de cette méthode :

C'est la rapidité de fonctionnement et la possibilité de pouvoir le faire de jour comme de nuit.

Les inconvénients de la méthode :

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

b.2. Relevé des plaques minéralogiques :

On remarque qu'en enregistrant sur un magnétophone, en différents points du réseau (choisir avec soin), le numéro d'immatriculation du véhicule ou au moins un (en séquence de quatre chiffres ou lettres), la comparaison de toutes les phrases donne une idée du processus. Cette méthode permet d'obtenir le résultat sans aucun obstacle à la circulation, par contre la lecture des nombres présente un grand risque d'erreur.

b.3. Entretien avec le chauffeur :

Cette méthode est lourde et coûteuse, mais donne des informations précises, on arrête (avec l'aide de la gendarmerie pour la sécurité) des échantillons de véhicules à différents points du réseau, on interroge (le temps est court, pas plus que quelques-uns ne devraient être furieux Puniton de l'utilisateur) le conducteur collecte les données requises : (source, motif, fréquence et durée, itinéraire emprunté). Ajoutez ces informations aux informations que les enquêteurs peuvent collecter directement, telles que le type de véhicule.

b.4. Les enquêteurs domicile - Enquête Ménage :

Les ménages de l'échantillon sélectionnés dans les archives sont interrogés par du personnel qualifié. Le temps n'est plus limité comme les entretiens le long de la route. Beaucoup de questions peuvent être posé et beaucoup d'informations peuvent être obtenues en général, ce

type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.^[2]

I.3.2. Différents type de trafic :

En général, on distingue quatre types de trafic :

- **Le trafic normal** : c'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte le nouveau projet
- **Le trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant la dérivation de trafic. Ce n'est qu'un transfert vers un autre moyen pour atteindre la même destination.
- **Le trafic induit** : c'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autre déviation
- **Le trafic total** : c'est la somme du trafic induit et du trafic dévié.^[4]

I.4. CALCUL DE LA CAPACITE :

I.4.1 Définition de la capacité :

La capacité routière fait référence au débit horaire maximal qui peut raisonnablement passer par un point ou s'écouler sur une section uniforme (ou dans deux directions) d'une route avec sa propre géométrie et ses propres caractéristiques de trafic dans un certain laps de temps. La capacité dépend de :

- état du trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Types d'utilisateurs habitués ou non à l'itinéraire.
- Distance de sécurité (dont temps de réaction variable du conducteur d'une route à l'autre)
- Caractéristiques géométriques du tronçon routier considéré (nombre et largeur des voies).^[2]

II.3.2 Projection future du trafic :

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

$$TJMA_h = TJMA_0 (1 + \tau)^n \quad (1.1)$$

Avec :

TJMA_h : Le trafic à l'année horizon.

TJMA₀ : Le trafic à l'année de référence.

n : Nombre d'année.

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

I.4.3. Calcul du trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicule particulier (**uvp**), selon le type de route et l'environnement. Pour cela, nous transformons PL en utilisant le coefficient équivalent (**uvp**).
[2]

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + P.Z] TJMA_h \quad (1.2)$$

Avec :

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

Z : Pourcentage de poids lourd.

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

Tableau I.1 : coefficient d'équivalence P (L/UVP).

Route	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies	2	4	8

I.4.4. Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (**uvp**) et donné par la formule :

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

Avec :

Q : débit de point horaire.

n : nombre d'heure (en général n=8 heures).

T_{eff} : trafic effectif.

I.4.5. Débit horaire admissible :

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

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

Tableau I.2 : valeur de k1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau I.3 : valeur de k2

Catégorie					
Environnement	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau I.4 : valeur de la capacité théorique

Dégagement Latéral ou accotement	Capacité théorique des routes en UVP/heure (1)								
	2 voies				3 voies		4 voies		2 chaussées Autoroute
	4m	5m	6m	7m	9m	10.5 m	12m	14m	
>1.80m	110 0	130 0	160 0	200 0	260 0	3200	3000 (4500)	3400 (5100)	1800 (5400)
1.20 m	100 0	120 0	150 0	190 0	240 0	3000	2950 (4400)	3000 (5000)	1750 (5300)
0.6 m	X	110 0	135 0	170 0	220 0	2700	2900 (4300)	3200 (4800)	1700 (5100)

00.0 m	X	x	120	150	200	24	2650	3000	1500
			0	0	0	00	(4000)	(4500)	(4500)

Nombre des voies :

➤ **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :**

On compare Q à Q_{adm} et en 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 avec :

$$N = S.Q / Q_{adm}$$

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3

Q_{adm} : débit admissible par voie.

II.5. Application au projet :

• **Les données du projet :**

Trafic de l'année de comptage 2018,

$$TJMA\ 2018 = 11120\ v/j.$$

Année de mise en service : 2024.

Le pourcentage de poids lourds : z=20%.

Taux croissance annuelle de trafic τ=4%.

L'année d'horizon est 10 ans.

La durée de vie 20ans.

Vitesse de référence V_r= 80km/h.

Catégorie 1 environnement E2.

- **Année de mise en service (2024) :**

$$\text{TJMA}_{2024} = \text{TJMA}_{2018} \cdot (1+0.04)^6 = 14070 \text{ v/j.}$$

- **Année d'horizon (2034) :**

$$\text{TJMA}_{2034} = \text{TJMA}_{2024} \cdot (1+0.04)^{10} = 20827 \text{ v/j}$$

- **Trafic effectif à l'année de mise en service (2024) :**

$P=6$ (route de 2 voie et de moyenne caractéristique E2).

Z : Le pourcentage de poids lourds : $z=20\%$.

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + Z \cdot P] \cdot \text{TJMA}_{2024}$$

$$T_{\text{eff}2024} = [(1-0.20) + 0.20 \times 6] \cdot 14070 = 28140 \text{ v/j}$$

- **Trafic effectif à l'année d'horizon (2034):**

$P=6$ (route de 2 voie et de moyenne caractéristique E2).

Z : Le pourcentage de poids lourds : $z=20\%$.

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + Z \cdot P] \cdot \text{TJMA}_{2034}$$

$$T_{\text{eff}2034} = [(1-0.20) + 0.20 \times 6] \cdot 20827 = 41654 \text{ v/j}$$

- **Débit de pointe horaire normale :**

$$Q = (1/n) \cdot T_{\text{eff}2034}$$

$1/n$: coefficient de pointe horaire pris est égale à **0.12**.

$$Q = 0.12 \times 41654 = 4998 \text{ uvp/h}$$

- **Débit admissible :**

Ce débit est estimé à la dixième année après la mise en service selon B40

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}} \text{ (uvp/h)}$$

K1 : coefficient correcteur pris égal à 0.85 pour E2

K2 : coefficient correcteur pris égal à 0.99 pour environnement E2 et catégorie C1.

Avec : capacité théorique C_{th} (uvp/h).

On a une route à chaussées séparées.

La capacité théorique par voie doit être entre : $1500 < C_{th} < 2000$ uvp/h/voie.

Si on prend $C_{th}=2000$ (avec accotement des deux côtés de la chaussée égale à 2 m) le débit horaire admissible sera donc :

$$Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 2000$$

$$\text{Donc : } Q_{adm} = 1683 \text{ uvp/h}$$

D'après le B40, le profil en travers retenu est celui pour lequel le débit admissible est supérieur ou égal au débit de pointe horaire prévisible.

Pour notre cas, cette condition n'est pas vérifiée vu que $Q_{adm} < Q$. Autrement dit, après 10 ans, la route est saturée.

Alors, la solution proposée pour remédier à ce problème est d'opter pour une route unidirectionnelle à chaussée séparée (dédoublement).

Dans ce cas : $C_{th}=1800$ et $p=4$, on aura donc :

$$T_{eff} = 33324, Q_{adm} = 1515 \text{ et } Q = 3998$$

Les nombre des voies :

$$N = S \times (Q/Q_{adm}) \longrightarrow S = 2/3$$

$$N = (2/3) \times (3998/1515) = 1.76$$

Donc : $N = 2$ voies par sens

Calcul de l'année de saturation de 2×2 voies :

$$Q_{2024} = 0.12 \times 22512 = 2701 \text{ uvp/h}$$

Donc : $Q_{2024} = 2701 \text{ uvp/h}$

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

$$Q_{\text{saturation}} = 4 \times 1515 = 6060 \text{ uvp/h}$$

Donc : $Q_{\text{saturation}} = 6060 \text{ uvp/h}$

$$n = \frac{\text{Ln}\left(\frac{Q_{\text{saturation}}}{Q_{2024}}\right)}{\text{Ln}(1+\tau)}$$

$$n = \frac{\text{ln}\left(\frac{6060}{2701}\right)}{\text{ln}(1+0.04)} = 28 \text{ ans}$$

n=28 ans

$$n = \frac{\text{Ln}\left(\frac{6060}{2701}\right)}{\text{Ln}(1+0.04)} = 20.6 \text{ ans}$$

Donc : **n=21 ans.**

D'où notre route sera saturée 21 ans après la mise en service donc :

L'année de saturation est : 2024+21=2045

Tant que la saturation en trafic dépasse les 20 ans, on calcul la route pour une durée de vie de 20 ans

Tableau I.5 : résultat d'étude de trafic

TJMA ₂₀₁₈ (v/j)	TJMA ₂₀₂₄ (v/j)	T _{eff}	Q _{adm}	N
11120	14070	33324	1515	2

I.6. Conclusion

Le profil en travers retenu pour le projet est défini par :

- Route unidirectionnelle sera 2x2 voies de circulation de 7 m.
- Accotement d'une largeur de 2 m de chaque côté.
- Terre-plein central de 2m.



**CHAPITRE II :
CARACTERISTIQUES
GEOMETRIQUES DE
LA ROUTE**

II.1 Tracé en plan

II.1.1 Introduction :

Le tracé en plan est la projection verticale sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée. C'est une succession de droite, d'arcs de cercle et de courbe de raccordement. La combinaison de ces éléments, en coordination avec le profil en long, vise à garantir de bonnes Conditions de sécurité et de confort, et qui sont donnée directement par les règles de dimensionnement du tracé en plan.

II.1.2 Les règles à respecter dans le tracé en plan :

- Appliquer les normes de B40 si possible.
- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- Adapter au maximum le terrain naturel.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- S'inscrire dans le couloir choisi.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Il est recommandé que les alignements représentent 60% au plus de la longueur totale du trajet.
- En présence des lignes électriques aérienne prévoir une hauteur minimale de 10m.³

II.1.3 La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence est la vitesse à laquelle les véhicules circulent généralement sur une route normalement fluide, et en dessous de laquelle les véhicules plus rapides peuvent toujours circuler sans problème en dehors des périodes de pointe. Elle est définie en considération de l'importance des connexions fournies par la route et des conditions géographiques. Ainsi, cette vitesse dépend de la catégorie de la route et de l'environnement dans lequel elle se trouve.

II.1.4 Choix de la vitesse de référence :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Condition économiques d'exploitation et d'exploitation. ^[5]

II.1.5 Les élément du tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

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

II.1.5.1 Les alignement :

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint.

La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé des phases.
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.

- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement se justifie :

- En plaine ou des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans les vallées étroites.
- Le long de constriction existantes.
- En zone urbaine, où existent des passages imposés des plans d'alignement.
- Pour donner la possibilité de dépassement.

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédant et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.^[6]

II.1.5.2 Règle concernant des alignements :

La longueur d'alignement minimale L (min) doit séparer les deux courbes circulaires dans le même sens et sera égale à la distance parcourue en **cinq secondes** à la vitesse maximale autorisée par le rayon maximale des deux arcs de cercle.

$$L_{\min} = 5 \times \frac{v_b}{3.6} \Rightarrow$$

$$L_{\min} = 5 \times \frac{80}{3.6} = 111.11 \text{ m}$$

V_b : vitesse de base en km/h

Une longueur maximal L (max) est prise égale à la distance parcourue pendant **soixante secondes**.

$$L_{\max} = 60 \times \frac{v_b}{3.6} \Rightarrow$$

$$L_{\max} = 60 \times \frac{80}{3.6} = 1333.33 \text{ m}$$

II.1.5.3 Arcs de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- Stabilité des véhicules circulant à grand vitesse.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible. [3]

a. stabilité en courbe :

Dans la courbe R, le véhicule est soumis à une force centrifuge, susceptible de provoquer une instabilité du système. Afin de réduire la force centrifuge, la chaussée est inclinée latéralement vers l'intérieur de la courbe (pour éviter le phénomène de patinage), et la pente dite devers représentée par sa tangente. ³

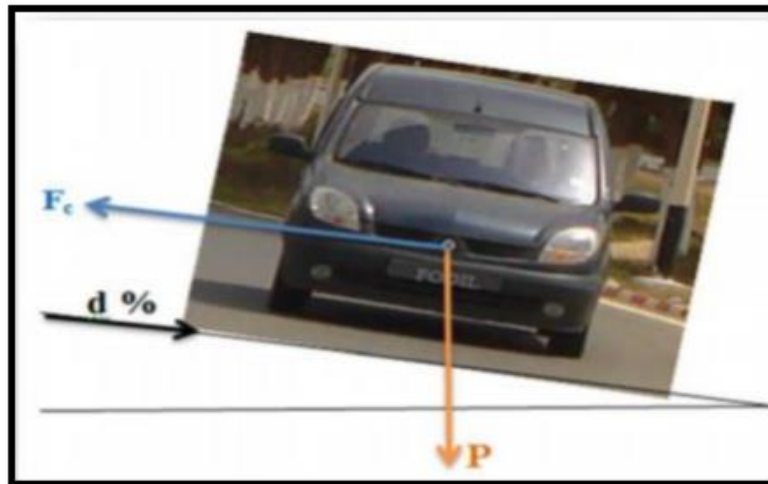


Figure II.2 : force centrifuge

- ❖ **F_c** : force centrifuge
- ❖ **P** : Poids de véhicule
- ❖ **d** : Devers
- ◆ **Rayon horizontal minimal absolu (RHM) :**

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal

$$\text{RHM} = \frac{Vr^2}{127(ft + d_{max})}$$

II.1

F_t : coefficient de frottement transversal

Ainsi pour chaque V_b on définit une série du couple **(R, d)**.

♦ **Rayon minimal normal (RHN) :**

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

Pour les catégories 1-2-3-4, un dévers égal à $(d_{max}-2)$

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

II.2

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

$$RHd = \frac{Vr^2}{(127 \times 2 \times dmin)}$$

II.3

Dévers :

$d_{min} = 2.5\%$ en catégorie 1-2

$d_{min} = 3\%$ en catégorie 3-4

♦ **Rayon minimal non dévers (RHnd) :**

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

II.4

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(f'' - dmin)} \text{catégorie 1-2}$$

Calcul de rayons :

on prend $Vr=80\text{km/h}$

Rayon horizontal minimal absolu (RHM)

$$Rhm = \frac{Vr^2}{127(ft+dmax)} = \frac{80^2}{127(0.13+0.07)} = 251.96 \text{ m}$$

Rayon minimal normal (RHN)

$$RHN = \frac{(Vr+20)^2}{127(ft+(dmax-2))} = \frac{(80+20)^2}{127(0.13+(0.07-2))} = 437.44 \text{ m}$$

Rayon au dévers minimal (RHd)

$$RHd = \frac{Vr^2}{(127 \times 2 \times dmin)} = \frac{80^2}{(127 \times 2 \times 0.025)} = 1007.87 \text{ m}$$

Rayon minimal non dévers (RHnd)

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(f'' - dmin)} = \frac{80^2}{127(0.13 - 0.025)} = 1439.82 \text{ m}$$

Pour notre projet (dédoublément de la RN79) situé dans un environnement (E2), et classé en catégorie (C1) avec une vitesse de référence de 80km/h, donc à partir du règlement B40 on peut avoir le tableau suivant :

Tableau II.1 : rayon en plan et dévers associés (B40).

	Symbole	E2
<u>Catégorie 1-2</u>	V_b(km/h)	80
-Mini absolu	RHm (7%)	250
-Mini normal	RHn (5%)	450
-Au d _{min}	RHd (2.5%)	1000
-Non déversé	RHnd (-2.5%)	1400

b. Visibilité en courbe :

Les courbes de la route peuvent être masquées par des pentes coupées, des bâtiments ou des forêts sur la face inférieure de la courbe. Afin d'assurer une bonne visibilité aux conducteurs de véhicules, le remblai doit être reculé ou une certaine largeur d'obstacle retirée, à déterminer. Au lieu de cela, une alternative consiste à augmenter le rayon de braquage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.^[6*]

c. Sur larguer :

Les véhicules extra longs doivent calculer la largeur supplémentaire pour éviter

Cette partie de leur corps a empiété sur la route adjacente. Nous consacrons à la route

La voiture parcourt une largeur supplémentaire par rapport à sa largeur normale pour améliorer la sécurité et éviter le contact avec le trafic venant en sens inverse. Ce problème se produit dans les petites courbes avec des rayons généralement inférieurs à 200 m, la largeur supplémentaire sera toujours décalée vers l'intérieur de la courbe.

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

II.5

L : longueur de véhicule (valeur moyen $L=10\text{m}$)

R : rayon de l'axe de la route.

II.1.5.3. Courbe de raccordement (CR) :

La liaison des voies rectilignes avec les courbes circulaires devait être réalisée par une courbure progressive pour permettre l'introduction d'inclinaisons ainsi que des conditions de confort et de sécurité. La courbe de connexion la plus couramment utilisée est la courbe clothoïde, grâce à sa particularité que sa courbure augmente linéairement. Il garantit que la voie a un aspect agréable, en particulier dans les régions de changement de dévers (conditions de gauchissement), et que le dévers et la courbure sont introduits d'une manière qui respecte la stabilité liée à l'unité et les conditions de confort dynamique. Modifications des contraintes latérales du véhicule. [2]

a. Rôle et nécessité des courbe de raccordement :

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

- Stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passages du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- 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 suivant :

- Parabole cubique.
- Lemniscate.
- Clothoïde.

a.1 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).

a.2 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.

a.3 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 la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers. [7]

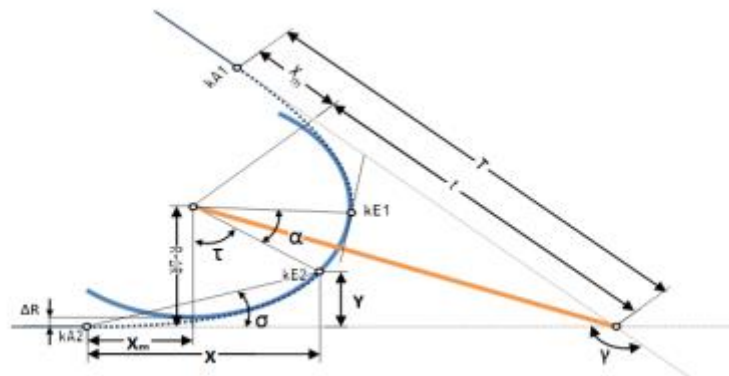


Figure II.2 : courbe de raccordement clothoïde

τ : Angle de tangente.

σ : Angle polaire.

KE : Fin de clothoïde.

KA : Début de clothoïde.

ΔR : Ripage.

T : Grand tangente.

γ : Angle entre alignement.

α : Angle d'arc de cercle.

X_m : Abscisse du centre de cercle.

X : Abscisse de KE.

Y : Ordonnée de KE.

a.3.1 Expression mathématique de la clothoïde :

$$K=C.L \quad \text{avec : } K=\frac{1}{R} \Rightarrow L.R=\frac{1}{C} \Rightarrow \frac{1}{R}=C.L$$

$$\text{On pose : } \frac{1}{R}=A^2 \Rightarrow L.R=A^2$$

II.6 Les conditions de raccordement :

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

a. Condition de confort optique :

Cette condition permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels. L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.⁵

$$\tau = \frac{A^2}{2R^2} = \frac{L}{2R} > \frac{1}{8} \quad \text{Où } A > R/3 \quad \text{et } L > R/9$$

$$\frac{A}{R} = \left(\frac{24 \cdot \Delta R}{R}\right)^{\frac{1}{4}} \quad \text{et } L = \sqrt{24 \cdot R \cdot \Delta R}$$

- $R < 1000 \text{ m}$ \rightarrow $\Delta R = 1 \text{ m à } 1.75 \text{ m}$
- $1000 \text{ m} < R < 2000 \text{ m}$ \rightarrow $\Delta R = 1 \text{ m à } 1.75 \text{ m}$
- $2000 \text{ m} < R < 5000 \text{ m}$ \rightarrow $\Delta R = 1.75 \text{ m à } 2.5 \text{ m}$
- $R > 5000 \text{ m}$ \rightarrow $\Delta R = 2.5 \text{ m}$

b. Condition de confort dynamique :

Cette condition Consiste à limite pendant le temps de parcoure Δt du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale de véhicule.

$$L = \frac{Vr^2}{18} \left(\frac{Vr^2}{127.R} - \Delta d \right) \quad \text{II.6}$$

Vr : Vitesse de référence km/h.

R : Rayon en (m).

ΔR : Variation de dévers.

c. Condition de gauchissement :

Cette condition à 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. ^[5]

$$L \geq 1. \Delta d. Vr \quad \text{II.7}$$

L : Longueur de raccordement.

L : Longueur de la chaussée.

Δd : Variation de dévers.

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 demi-chaussée extérieure au virage. Cette variation est limitée à 2%.

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

II.8

II.7 Combinaison des éléments du tracé en plan :

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

a. courbe à sommet :

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

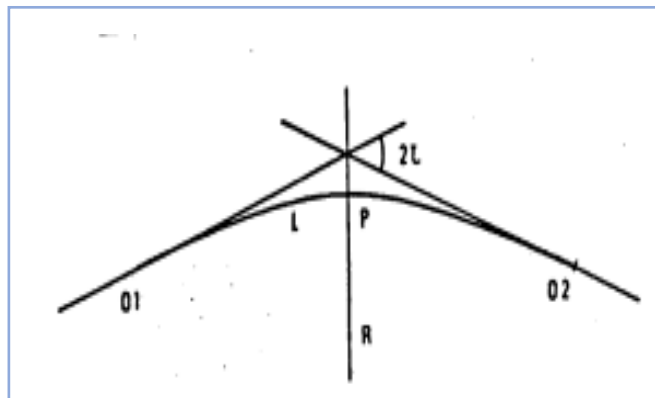


Figure II.3: courbe à sommet

b. courbe en C :

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

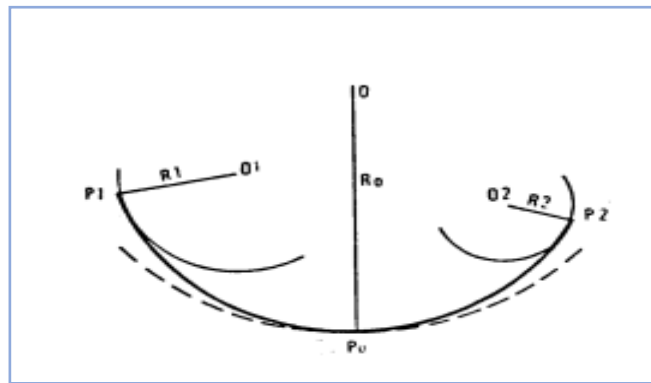


Figure II.4 : courbe en C

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

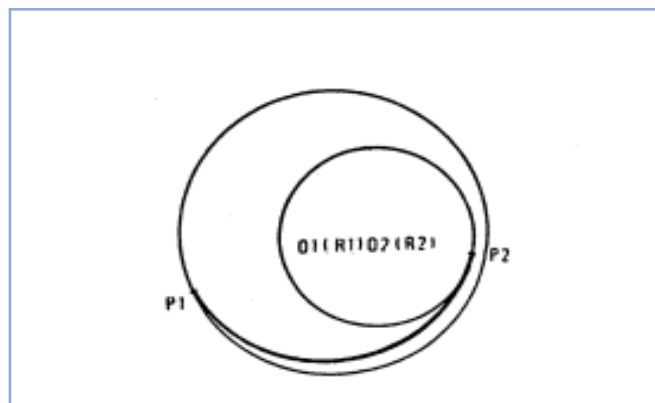


Figure II.5: courbe en ove

d. 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.

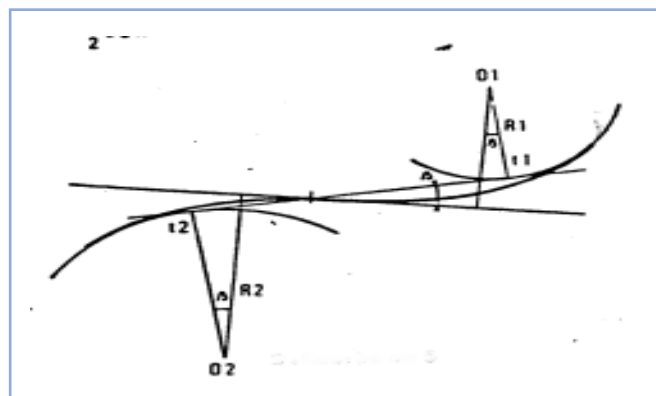


Figure II.6: courbe en S

II.8 Notion de devers :

La déclivité transversale de la route, connue sous le nom de devers, est conçue pour faciliter le drainage des eaux de pluie et assurer la stabilité des véhicules lors des virages. Le choix de cette inclinaison est un équilibre entre la réduction de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'une inclinaison à l'autre et la promotion d'un écoulement efficace des eaux de pluie.

a. devers en alignement :

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

$$d_{\min}=2.5\%$$

b. Devers en courbe :

En courbe permet de :

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

c. Rayon de courbure :

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

d. Calcule des dévers :

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

« 1/R ». II.9

$$RHm < R < RHn \text{ on a : } d = d_{\max} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHm} \right) \frac{d_{\max} - d_{RHn}}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHn}}$$

$$RHn < R < RHd \text{ on a : } d = d_{\min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) \frac{d_{\min} - d_{RHn}}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHn}}$$

Les rayons compris entre RHd et RHnd sont au devers minimal mais des rayons supérieur à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage. [6]

e. Raccordement de devers :

En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (**2.5%**), en courbe ils ont des valeurs supérieures de (**3 à 7%**). Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des Clothoïdes :

- Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la Clothoïde jusqu'au début de l'arc de cercle.
- Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement droit au devers de l'arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé en général à une distance **D_{min}**.

$$D_{\min} = \frac{5}{36} \times V_b \times \Delta d$$

II.10

- Appelée l'ongueur de gauchissement.
- Pour les courbes en S, il est souhaitable de prendre le devers nul au point d'inflexion.
- Pour les courbes de raccordement de devers entre deux courbes de même sens le devers peut unique peut être conservé.

II.9 Paramètre de fondamentaux :

D'après le règlement des normes algériennes B40, pour un environnement E2, catégorie C1, et vitesse de base $V_b = 80\text{km/h}$, on définit les paramètres suivants :

Tableau II.2 : paramètre de fondamentaux

paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V_r	80
Longueur minimale (m)	L_{min}	111.11
Longueur maximale (m)	L_{max}	1333.33
Devers minimal (%)	D_{min}	2.5
Devers maximal (%)	D_{max}	7
Temps de perception réaction (s)	t_l	2
Frottement longitudinal	f_L	0.39
Frottement transversal	f_t	0.13
Distance de freinage (m)	d_0	65
Distance d'arrêt (m)	d_1	109
Rayon horizontale minimale absolu (7%) (m)	RH_m	251.96
Rayon minimal normal (5%) (m)	RH_n	437.44

Rayon au devers minimal (2.5%) (m)	RHd	1007.87
Rayon non déversé (-2.5%) (m)	RHnd	1439.82

II.10 Calcule d'axe :

Dans les calculs d'arbres, la partie principale est la courbe de Clothilde, qui est un élément géométrique spécifique défini par une formule mathématique approximative. L'opération de calcul d'axe n'est effectuée qu'après que le couloir par lequel passera la voie a été déterminé. Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points d'un axe en exprimant leurs coordonnées ou leur orientation dans un repère fixe. Le calcul s'effectue à partir d'un point fixe dont les coordonnées sont connues et doit suivre les étapes :

- Détermination la longueur de clothoïde L
- Calcul du paramètre
- Calcul des gisements.
- Calcul de l'angle compris entre les alignements.
- Calcul de la tangente T.
- Vérification de non- chevauchement.
- Calcul de l'arc du cercle.
- Calcul des coordonnées de points particuliers.^[2]

Le calcul d'axe de notre projet a été fait par le logiciel Piste et les résultats sont illustrés en annexe (01).

Il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison. La liaison que l'on a choisie est définie par les coordonnées du sommet et le rayon présentés par le tableau suivant :

Tableau II.3 : Coordonnées et rayon du sommet choisi.

Sommets	X (m)	Y (m)	R(m)
P1	53308,8956	13959,3449	
P2	53652,9684	14464,2283	250
P3	53479,599	14851,55	

➤ Détermination la longueur de clothoïde L

▪ Condition de confort optique :

$R/3 \leq A_{min} \leq R$ d'où $83.33 \leq A_{min} \leq 250$

$L > \sqrt{24 \times R \times \Delta d}$ comme $R=250 \leq 1500$ $\Delta R=1$

Donc $L \geq \sqrt{24 \times 250 \times 1} = 77.46 \text{ m} \dots\dots\dots (1)$

▪ Condition de gauchissement :

$L \geq \frac{7\Delta d.V_r}{50}$; $\Delta d = d - (-2.5\%)$

$d = 7\%$ $R=250\text{m} = R_{Hm}$

Alors ; $\Delta d = 7 - (-2.5\%) = 9.5\%$

$L \geq \frac{7 \times 9.5 \times 80}{50} = 61.7 \text{ m}$; Donc : $L = 106.4 \text{ m} \dots\dots\dots (2)$

▪ Condition de confort dynamique

$$L \geq \left(\frac{V_2^2}{18}\right) \left[\frac{V_r^2}{127.R} - \Delta d\right]$$

- V_r : 80 km/h
- R : 250 m
- Δd : 9.5% ;

$L \geq \left(\frac{80^2}{18}\right) \left[\frac{80^2}{127.250} - 0.095\right] = 37.9 \text{ m}$; Donc : $L = 37.9 \text{ m} \dots\dots\dots (3)$

- D'après les résultats (1) et (2) et (3) on saura : $L_{max} = 106.4 \text{ m}$

Donc on prend : $L = 107 \text{ m}$

➤ **Calcul du paramètre de clothoïde A :**

$$A = \sqrt{L \cdot R}$$

$$A = \sqrt{107 * 250} = 163.55 \Rightarrow \text{On prend : } A = 164 \Rightarrow L = 107.584 \text{ m}$$

$$A = \sqrt{L \cdot R} \quad (A \geq R/3; A < R) \text{ condition vérifier.}$$

➤ **Calcul des gisements G :**

$$\Delta x_{12} = X_{S_2} - X_{S_1} = 344.073 \text{ m}$$

$$\Delta y_{12} = Y_{S_2} - Y_{S_1} = 504.883 \text{ m}$$

$$\text{Pour : } \frac{\Delta x_{12}}{\Delta y_{12}} > 0$$

$$G_{S_1}^{S_2} = \arctg \frac{\Delta x_{12}}{\Delta y_{12}} = 38.082 \text{ grades}$$

$$\Delta x_{23} = X_{S_3} - X_{S_2} = -173.369 \text{ m}$$

$$\Delta y_{23} = Y_{S_3} - Y_{S_2} = 387.322 \text{ m}$$

$$G_{S_2}^{S_3} = 400 + \arctg \frac{\Delta x_{23}}{\Delta y_{23}} = 373.206 \text{ grades}$$

➤ **Calcul des angles compris entre les alignements :**

a- **Calcul de l'angle τ :** $\tau = \frac{L}{2 \cdot R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{107}{2 \cdot 250} \times \frac{200}{\pi} = 13.62 \text{ grades}$

b- **Calcul de l'angle γ :** $|G_{S_1}^{S_2} - G_{S_2}^{S_3}| < 180^\circ$ donc : $\gamma = |G_{S_1}^{S_2} - G_{S_2}^{S_3}| = 35.125 \text{ grades}$

c- **Vérification de non chevauchement :** $\tau < \frac{\gamma}{2}$ (pas de chevauchement)

➤ **Calcul des distances :**

$$\overline{S_2 S_1} = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2} = 610.977 ; \overline{S_3 S_2} = \sqrt{\Delta X_2^2 + \Delta Y_2^2} = 424.353 \text{ m}$$

➤ **Caractéristique de la courbe de raccordement :**

a- **Abscisse du centre du cercle :** $X_M = \frac{A^2}{2 \cdot R} = \frac{L}{2} = 53.50 \text{ m}$

b- **Abscisse de KE :** $X = L \left(1 - \frac{L^2}{40 \times R^2}\right) = 106.51 \text{ m}$

c- Ordonnée de KE : $Y = \frac{L^2}{6.R} = 7.63 \text{ m}$

d- Calcul de σ : $= \arctg \frac{Y}{X} = 4.55 \text{ grades}$

e- Calcul de l'arc du cercle : $K_{E1}K_{E2} = \frac{\pi \times R(\gamma - 2\tau)}{200} = 30.9 \text{ m}$

➤ Calcul de la tangente T :

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg} \left(\frac{\gamma}{2} \right) = 124.81 \text{ m}$$

➤ Calcul de la corde polaire de la clothoïde :

$$S_L = \sqrt{X^2 + Y^2} = 106.78 \text{ m}$$

➤ Calcul des coordonnées des points particuliers :

$$K_{A1} \begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} + (\overline{S_1 S_2} - T) \times \sin G_{S1}^{S2} = 53543.404 \\ Y_{KA1} = Y_{S1} + (\overline{S_1 S_2} - T) \times \cos G_{S1}^{S2} = 14303.457 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{E1} \begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + S_L \times \sin(G_{S1}^{S2} + \sigma) = 53597.334 \text{ m} \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + S_L \times \cos(G_{S1}^{S2} + \sigma) = 14396.293 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{A2} \begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} + T \times \sin(G_{S2}^{S3}) = 53573.483 \text{ m} \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + T \times \cos(G_{S2}^{S3}) = 14641.806 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{E2} \begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - S_L \times \sin(G_{S2}^{S3} - \sigma) = 53610.190 \text{ m} \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - S_L \times \cos(G_{S2}^{S3} - \sigma) = 14540.912 \text{ m} \end{cases}$$

II.2 Profil en long

II.2.1 Définition :

Le profil en long représente une coupe longitudinale du terrain, illustrant la surface de la chaussée avec un plan vertical qui traverse l'axe de la route. Il se forme par l'intersection de cette surface avec ce plan. Ce profil se compose d'éléments linéaires caractérisés par leur inclinaison (pente ou rampe), ainsi que de transitions circulaires (ou paraboliques) définies par leur rayon. Ces profils sont établis à des échelles telles que 1/1000 ou 1/100, similaires à celles utilisées pour les relevés topographiques. L'objectif principal du profil en long est d'assurer une continuité spatiale sur la route, offrant ainsi au conducteur une vision anticipée de l'évolution de la trajectoire et une perception claire des points critiques.

II.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 rentrants 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 dévers nul dans une pente du profil en long.
- ❖ Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais. 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.
- ❖ Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- ❖ Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique. Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.³

II.2.3 Les éléments de composition du profil en long :

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

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

II.2.4 Coordination de la trace 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.
- D'envisager 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 :
 - D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
 - D'amorcer la courbe en plan avant un point haut. lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
 - Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition : $R_{\text{vertical}} > 6R_{\text{horizontal}}$ pour éviter un défaut d'inflexion.³

II.2.5 LES PALIERS ET LES DECLIVITES :

Un palier c'est une partie horizontale de la route, il se caractérise par son aspect désavantageux aux évacuations des eaux longitudinalement.

Une déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontale elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

Afin d'assurer une continuité entre les pentes et les rampes on a recours aux raccordements qui se font par un arc de cercle dont la nature est fixée par la différence m des deux déclivités Raccordement pente-rampe ($m < 0$) : arc concave Raccordement rampe-pente ($m > 0$) : arc convexe.

II.2.5.1 Déclivité minimale

Les tronçons de route absolument horizontaux, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 0,5%, de préférence inférieures à 1%.

- $I_{\text{min}} = 0,5 \%$ dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profond.
- $I_{\text{min}} = 0,5 \%$ dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.⁴

II.2.5.2 Déclivité maximale

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. ⁴

La déclivité max dépend de :

- l'adhérence entre pneus et chaussée.
- Vitesse minimum de PL.
- Condition économique Valeurs de la déclivité maximale.

Tableau II.4 : Valeurs des déclivités maximales-Normes B40

vr	80	100	120	140
I_{max}	6	5	4	4

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

II.2.6 RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

Les variations de pentes dans le profil en long représentent des points critiques ; ces transitions doivent être adoucies grâce à des aménagements de raccordement circulaire qui respectent les exigences en matière de visibilité et de confort. On distingue deux types de raccords pour répondre à ces besoins :

II.2.6.1 Raccords Convexes (Angle Saillant) :

Les rayons minimums autorisés pour les raccords paraboliques dans les angles saillants sont calculés en prenant en compte la position de l'œil humain et des obstacles, ainsi que les distances requises pour l'arrêt et la visibilité. Les valeurs adoptées sont données par la relation suivante :

❖ **Rayon vertical absolu (V_r) :**

$$RV_m = ad_1^2$$

II.2.1

Catégories 1 et 2 : $a=0.24$ ❖ Rayon vertical normal (V_r+20) :

$$RV_n = ad_1^2$$

II.2.2

 $d_1=161$ m pour $V=100$ km/h (pour notre cas)

II.2.6.2 Raccordements concaves (angle rentrant) : Les rayons minimaux absolus des raccordements paraboliques en angle rentrant assurent :

Pour $V \leq V'$ ($V' = 80$ km/h pour les catégories 1 et 2)

$$R'v = \frac{d_1^2}{1.5 + 0.035 \times d_1^2}$$

II.2.3

Pour $V \geq V'$:

$$R'v = C \cdot V_r^2$$

II.2.4

Pour la catégorie 1 et 2 : $C=0.30$.

Tableau II.5 : Caractéristiques du profil en long. ¹

CATEGORIE : 1

1 - Tracé en plan : Rayon et devers associés

	Symbole	Env. 1			Env. 2			Env. 3		
		120	100	80	100	80	60	80	60	40
VITESSE V_{VL} (km/h)										
Angle saillant - unidirectionnel										
. min. absolu	RVm1	12.000	6.000	2.500	6.000	2.500	1.000	2.500	1.000	300
. min. normal	RVN1	18.000	12.000	6.000	12.000	6.000	2.500	6.000	2.500	1.000
- bidirectionnel										
. min. absolu	RVm2	20.000	10.000	4.500	10.000	4.500	1.500	4.500	1.500	500
. min. normal	RVN2	20.000	20.000	10.000	20.000	10.000	4.500	10.000	4.500	1.500
Angle rentrant										
. min. absolu	R'Vm	4.200	3.000	2.400	3.000	2.400	1.200	2.400	1.200	500
. min. normal	R'VN	6.000	4.200	3.000	4.200	3.000	2.400	3.000	2.400	1.200
R assurant d_m	RVD	30.000	20.000	11.000	20.000	11.000	6.000	11.000	6.000	2.500

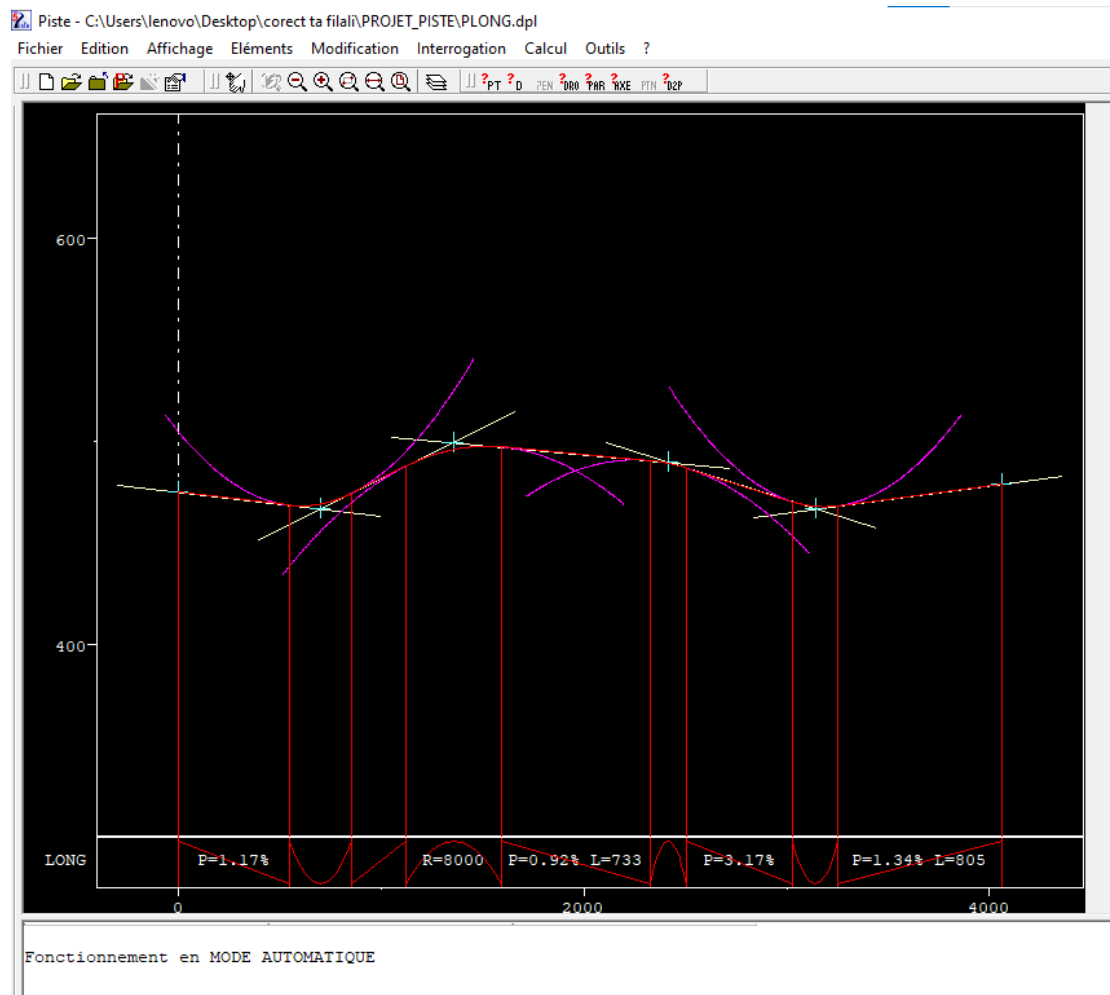


Figure II.7 : Profil en long

II.3 DÉTERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG :

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$$x^2 + y^2 - 2R * Y = 0$$

À l'équation de la parabole $X^2 - 2R Y = 0 \Rightarrow Y = \frac{X^2}{2R}$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points **A,D**.
- Donnée La pente **P1** de la droite (**AS**).
- Donnée la pente **P2** de la droite (**DS**).
- Donnée le rayon **R**.

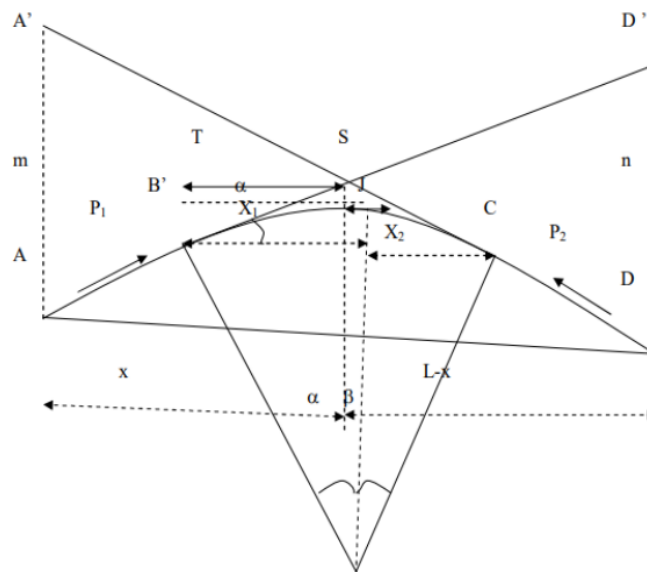


Figure II.8 : Pratiques du profil en long.

II.3.1 Détermination des déclivités :

$$P1 = \frac{Z2 - Z1}{X2 - X1}$$

$$P2 = \frac{Z4 - Z3}{X4 - X3}$$

II.3.2 Calcul du sommet des déclivités :

$$L = XD - XA$$

$$ZA' = ZD + L * P2$$

$$ZD' = ZA + L * P1$$

$$m = ZA' - ZA$$

$$n = ZD' - ZD$$

Donc :

$$X = \frac{m * L}{m + n}$$

$$Xs = X + XA$$

$$Zs = ZD - (L - X) * P2$$

II.3.3 Calculs de la tangente :

$$T = R/2 (p1 + p2)$$

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires, on prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C

$$B \begin{cases} X_B = X_S - T \\ Z_B = Z_S - T p_1 \end{cases} \quad C \begin{cases} X_C = X_S + T \\ Z_C = Z_S + T p_2 \end{cases}$$

II.3.4 Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T$$

II.3.5 Calcul de la flèche :

$$H = T^2 / 2R$$

II.3.6 Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M :

$$M \begin{cases} H_X = X^2 / 2R \\ Z_M = Z_B + X * P_1 - X^2 / 2R \end{cases}$$

Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (T)

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

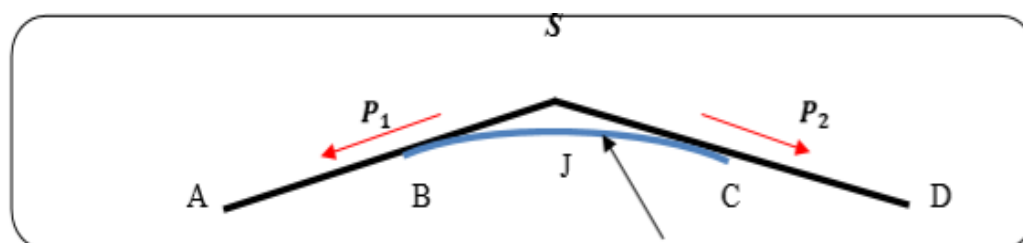
$$X_1 = R p_1$$

$$X_2 = R p_2$$

$$J \begin{cases} X_j = X_B - R \cdot p_1 \\ Z_j = Z_B + X * P_1 - X_1^2 / 2R \end{cases}$$

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne de projet et ne présente aucun intérêt par contre dans le cas des pentes de sens contraire, la connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, Le partage de seuils de ruissellement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J(A) et J(D).

-Exemple de calcul de l'axe du profil en long :



$$R = 5000 \text{ m}$$

Sommets	X (m)	Y (m)	R(m)
P1	0	474,97	
P2	698,08	466,79	5000
P3	1357,41	499,5	

-Calcul des pentes :

$$P1 = \frac{\Delta Z1}{\Delta S2} = \frac{466.79 - 474.97}{698.08 - 0.00} = -1.172\%$$

$$P2 = \frac{\Delta Z2}{\Delta S2} = \frac{499.50 - 466.79}{1357.41 - 689.08} = 4.961\%$$

$$L = XD - XA = 1357.41 - 0 = 1357.41 \text{ m}$$

$$Z'_A = ZD - L * P2 = 499.5 - (1357.41 * 0.04961) = 432.16 \text{ m}$$

$$Z'_D = ZA - L * P1 = 474.97 - (1357.41 * (0.01172)) = 459.061 \text{ m}$$

$$m = Z'_A - Z_A = \text{abs}(432.16 - 474.97) = 42.81 \text{ m}$$

$$n = Z'_D - Z_D = \text{abs}(459.061 - 499.5) = 40.439$$

Donc :

$$X = \frac{m * L}{m + n} = \frac{42.81 * 1357.41}{42.81 + (40.439)} = 698.08 \text{ m}$$

$$X_s = X + X_A = 698.08 + 0 = 698.08 \text{ m}$$

$$Z_s = 499.5 - (1357.41 - 698.08) * 0.04961 = 466.79 \text{ m}$$

-Calcul des tangentes :

$$T = \frac{R}{2} * (|P1| + |P2|) = \frac{5000}{2} * (1.172 + 4.961) = 153.32 \text{ m}$$

-Calcul des flèches :

$$H = \frac{T^2}{2R} = \frac{153.32^2}{2 \times 5000} = 2.35 \text{ m}$$

-Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$B \begin{cases} XB = X_s - T = 698.08 - 153.32 = 544.76 \text{ m} \\ ZB = Z - T * |P1\%| = 466.79 - 153.32 * 0.01172 = 468.59 \text{ m} \end{cases}$$

$$C \begin{cases} XC = X_s + T = 698.08 + 153.32 = 851.40 \text{ m} \\ ZC = Z_s + T * |P2\%| = 466.79 + 153.32 * (0.0117) = 474.40 \text{ m} \end{cases}$$

Calcul de la longueur de la courbe:

$$L = 2 * T = 2 * 153.32 = 306.64 \text{ m}$$

1- Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (J):

$$\begin{cases} X_{J/A} = R \times P_1 \\ Z_{J/A} = X_{J/A} \times P_1 - \frac{(X_{J/A})^2}{2 \times R} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{J/A} = 5000 \times 0,01172 = \mathbf{58.6 \text{ m}} \\ Z_{J/A} = 58.6 \times 0.01172 - \frac{(58.6)^2}{2 \times 5000} = 0.3433 \text{ m} \end{cases}$$

$$J \begin{cases} X_J = X_B + X_{J/A} = 544.76 + 58.6 = \mathbf{603.36 \text{ m}} \\ Z_J = Z_B + Z_{J/A} = 468.59 + (0.0459) = \mathbf{468.93 \text{ m}} \end{cases}$$

II.3 Profil en travers

II.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.⁵

II.3.2 Les éléments de composition du profil en travers :

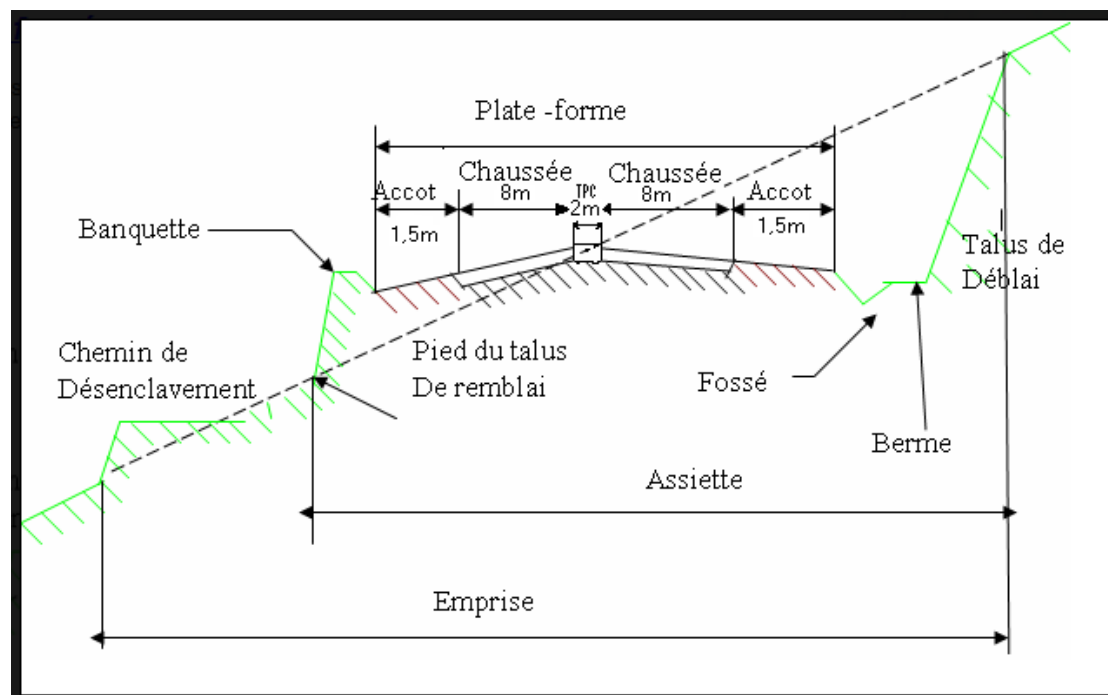


Figure II.9: éléments de profil en travers

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

◆ 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.

Sur-largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

◆ La plate-forme :

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées 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 (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc...), elle coïncidant généralement avec le domaine public.

◆ Les accotements :

Les accotements sont les zones latérales de la plate-forme 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.

◆ Le terre-plein central :

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

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

◆ 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.

◆ Les trottoirs :

Dans les agglomérations les accotements sont spécialement aménagés pour la circulation des piétons, ils prennent le nom de trottoir.

◆ Banquette :

Lorsque le bord de l'accotement d'une route en remblai est plus de 1,00m au-dessus du sol naturel, on réduit les risques d'accident en établissant une levée de terre appelée banquette. De nos jours les banquettes sont remplacées par des glissières de sécurité.

◆ Descentes de l'eau :

Elles permettent l'évacuation des eaux de ruissellement le long des talus de remblai ou de déblai.

◆ Bande d'arrêt d'urgence :

Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.

◆ La berme :

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

◆ Terre-plein central (T.P.C) :

Il assure la séparation matérielles des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

◆ **Couche de surface ou de roulement :**

La couche de surface constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné permet d'encaisser les efforts et le cisaillement provoqués par la circulation et d'assurer l'imperméabilisation de la chaussée. Cette couche peut être simple c'est à dire réalisée en une seul couche d'un matériau, ou multiple, c'est à dire réalisée en plusieurs de matériaux diffèrent. Dans ce dernier cas, on appelle couche de roulement celle qui est en contact direct avec les roues ; les autre couches sont appelées couches de liaison.

◆ **Couche de base :**

La couche de base a pour objet de résister aux efforts verticaux et de répartir sur le terrain les pressions qui en résultent .elle est constituée d'un matériau non traité de bon caractéristiques mécanique.

◆ **Couche de fondation :**

La couche de fondation forme avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base .mais elle est constituée d'un matériau non traité de moindre qualité (le tuf).

◆ **Sous couche :**

Lorsque le corps de chaussée doit être préservé contre certains effets, on interpose entre celui-ci et le terrain une couche supplémentaire appelée sous couche (anti-contaminant pour empêcher les remontées d'argile, drainante pour assurer le drainage de la fondation, ou anticapillaire pour couper les remontées capillaires).

◆ **Couche de forme :**

La couche de forme est la surface de terrain préparée sur laquelle est édifiée la chaussée. Dans certains cas, on peut avoir intérêt à remplacer sur certaine épaisseur le sol naturel par un meilleur sol, sélectionné à cet effet on constitue ainsi une couche de forme qui améliore la portance du support en permettant entre autre la circulation des engins de chantier. ⁵

II.3.3 Classification du profil en travers :

Il y a deux types :

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

a- profil en travers type :

Le profil en travers type est un élément fondamental dessiné lors de la conception de nouvelles routes ou de l'aménagement de routes existantes. Il intègre tous les éléments de construction de la future route, couvrant toutes les conditions (remblais, déblais). En appliquant ce profil type sur le profil correspondant du terrain tout en respectant les altitudes du projet, on peut calculer les quantités de terrassement nécessaires. ⁴

b- Profil en travers courant : Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à des distances régulières (30 m), qui servent à calculer les cubatures.

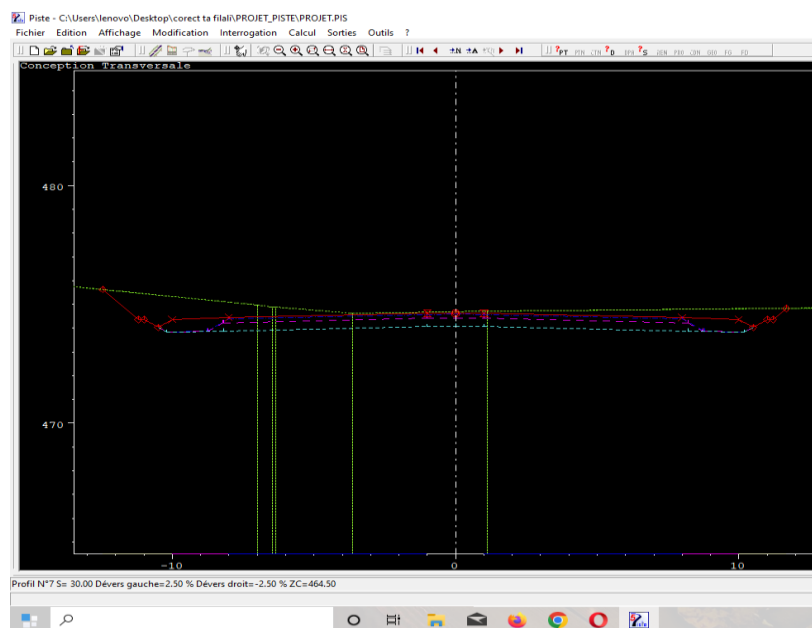


Figure II.10: Profil en travers

II.4 CUBATURE

La cubature des terrassements consiste à calculer les volumes de terre à enlever (déblais) et les Volumes à apporter (remblais) afin de minimiser le coût des terrassements et donner à la route une Allure uniforme et homogène pour recevoir un corps de chaussée qui permettra aux véhicules de Circuler en toute sécurité. Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes qui joignent ces points soit différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.⁷

II.4.1 Méthode de calcul

Les cubatures sont calculées 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.

TN : Terrain Naturelle.

SD : Surface Déblai.

SR : Surface Remblai.



Figure II.11. Surfaces en déblai et remblai.

- **Formule de SARRAUS** : On calcule séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule des trois niveaux.

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

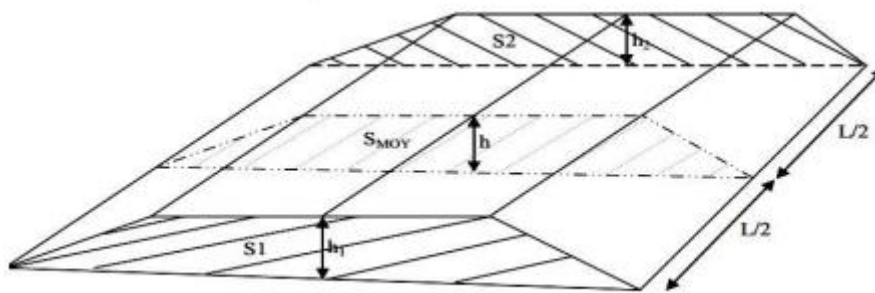


Figure II.12 : Surface des deux cas

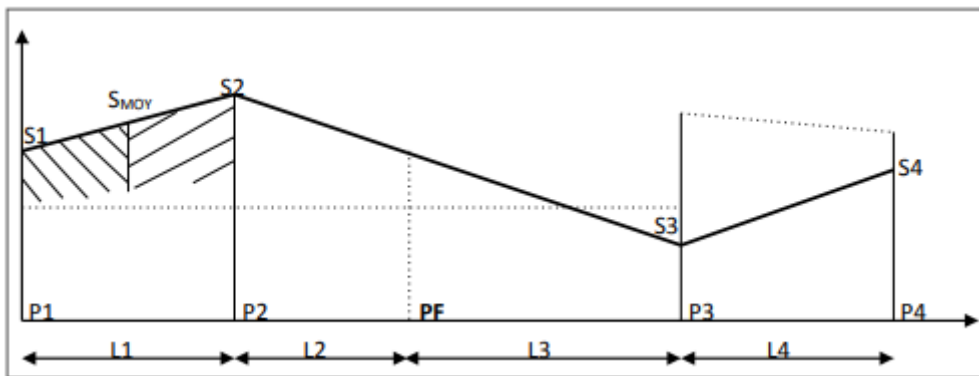


Figure II.12: Positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné.

- 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).

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions Smoy et (S1+S2)/2, ceci donne :

$$V = \frac{L_i}{2} (S_i + S_{i+1})$$

Donc les volumes seront :

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 : V_1 = \frac{L_1}{2} (S_1 + S_2)$$

$$\text{Entre } P_2 \text{ et } P_3 : V_2 = \frac{L_2}{2} (S_2 + 0)$$

$$\text{Entre } P_3 \text{ et } P_4 : V_3 = \frac{L_3}{2} (0 + S_3)$$

$$\text{Entre } P_4 \text{ et } P_5 : V_4 = \frac{L_4}{2} (S_3 + S_4)$$

Le volume total des terrassements :

$$V = \frac{L_1}{2} S_1 + \frac{L_1 + L_2}{2} S_2 + \frac{L_2 + L_3}{2} 0 + \frac{L_3 + L_4}{2} S_3 + \frac{L_4}{2} S_4$$

II.4.2 Cubatures de terrassement de notre projet :

Le calcul a été effectué à l'aide de logiciel (**Piste**).

Les résultats trouvés sont :

- **Volume des déblais** $v_d = 40178 \text{ m}^3$
- **Volume des remblais** $v_r = 63343 \text{ m}^3$

. Méthode de GULDEN :

Dans cette méthode les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée pour obtenir les volumes et les surfaces. Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné. Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée. Si on utilise la méthode de GULDEN, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens. ⁷

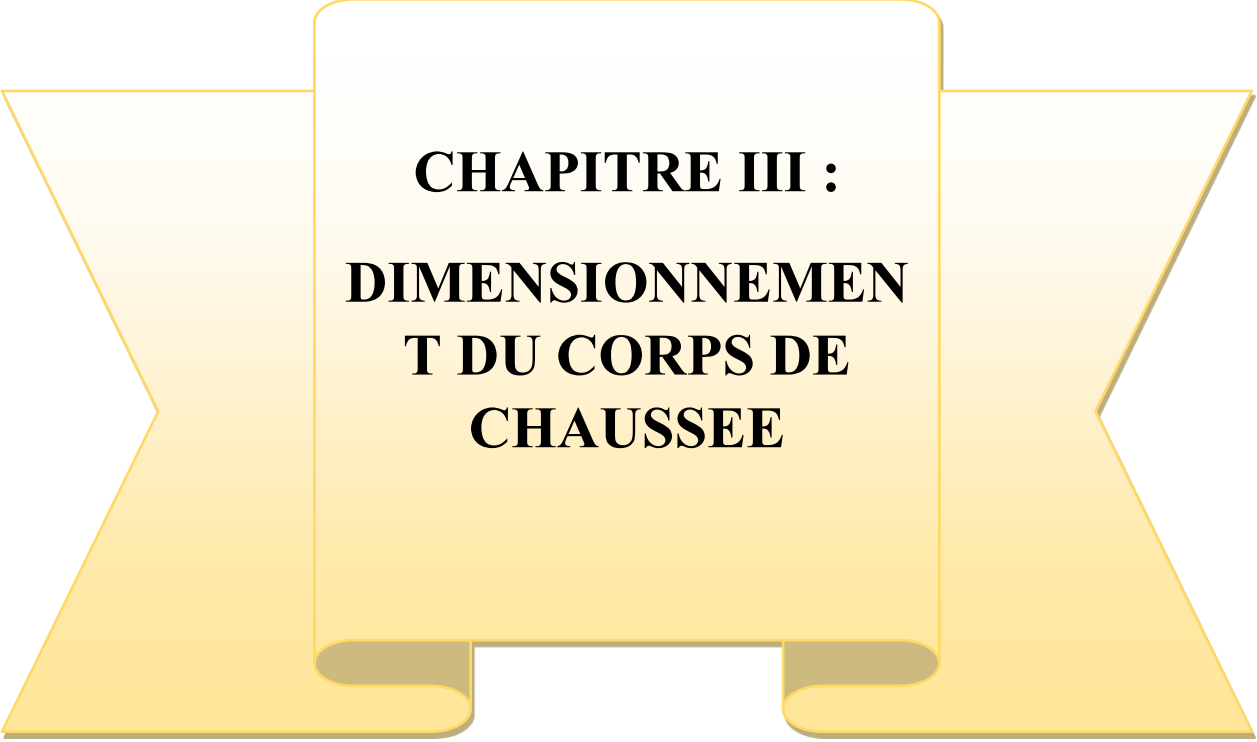
Méthode linéaire :

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en

compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan. ⁷

II.5 CONCLUSION

Les paramètres fondamentaux ont été choisis en fonction du niveau de service de notre route (C1, E2). Ces paramètres ont permis de déterminer les caractéristiques géométriques minimales acceptables du tracé en plan, du profil en long et du profil en travers. Ces caractéristiques sont analysées numériquement à l'aide du logiciel Piste pour élaborer notre projet. En raison de diverses contraintes telles que la disponibilité limitée des relevés topographiques et la présence de zones urbaines avec des propriétés privées, nous avons rencontré des difficultés lors de l'élaboration du tracé en plan. Toutes les longueurs droites respectent les limites L_{max} et L_{min} .



**CHAPITRE III :
DIMENSIONNEMENT
DU CORPS DE
CHAUSSEE**

III.1. INTRODUCTION :

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser. Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude.

Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout cela en fonctions de paramètres fondamentaux suivants :

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

III.2-PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DE LA CHAUSSEE :

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

De la charge des véhicules.

Des chocs.

Des intempéries.

Des efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage.

III.2.3- DÉFINITION DE LA CHAUSSEE :

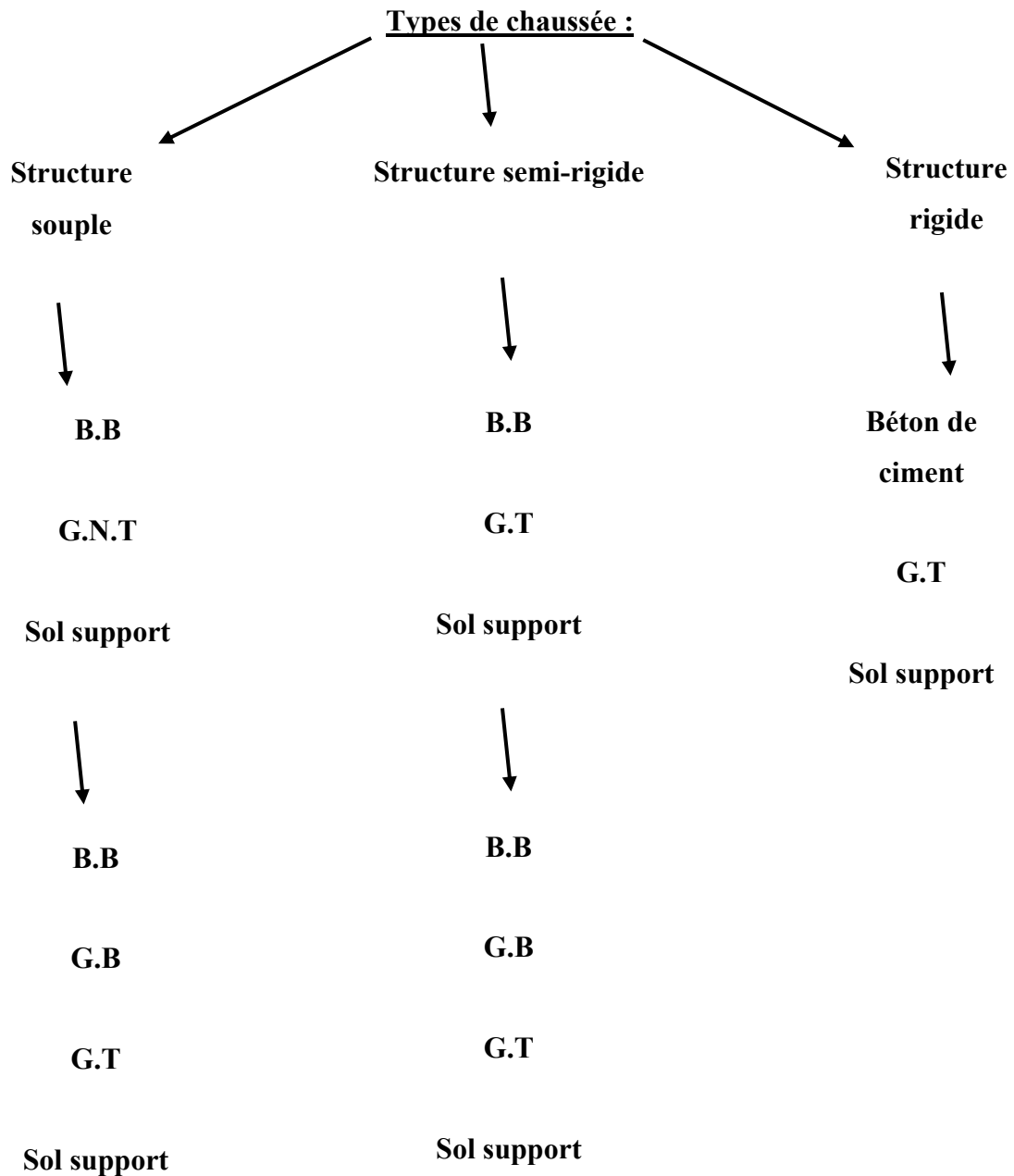
Au sens géométrique : surface aménagée de la route sur laquelle circule-les véhicules.

Au sens structural : c'est l'ensemble des couches des matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges.

III.2.4. LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :

Il existe quatre (4) types de chaussée :

- Chaussée souple.
- Chaussée semi- rigide.
- Chaussée rigide.
- Chaussée à structure mixte.



BB : Béton Bitumineux, **GB** : Grave Bitume, **GT** : Grave Traité, **G.N.T** : Grave Non Traité

FigureIII.1. Résumé des différents types de chaussée.

A -Chaussées souples :

Ces structures comportent une couverture bitumineuse, parfois réduite à un simple enduit superficiel, reposant sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires non traités.

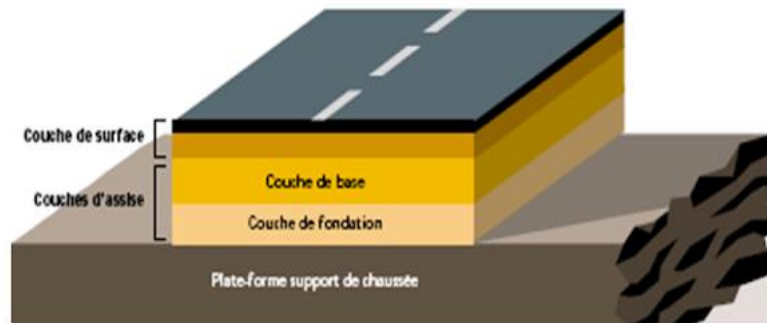


Figure III.2. Structure type d'une chaussée souple

B-Chaussée semi-rigide :

Ces structures comportent une couche de surface bitumineuse sur une assise en matériaux traités aux liants hydraulique disposée en une ou deux couches, l'épaisseur total est de l'ordre de 20à50cm.

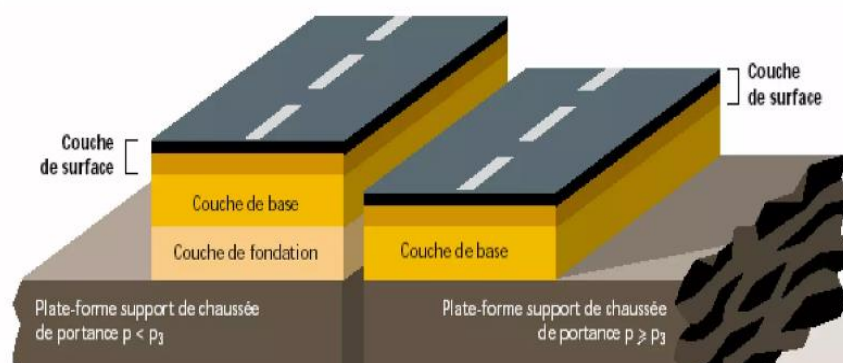


Figure III.3. Structure type d'une chaussée semi-rigide

C-Chaussée rigide :

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

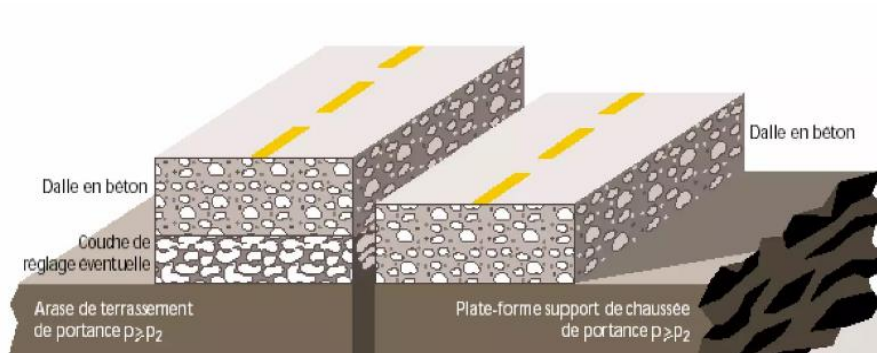


Figure III.4. Structure type d'une chaussée rigide.

d- Chaussée à structure mixte :

Elle est constituée d'une couche de surface en matériaux bitumineux, reposant sur une Couche de matériaux bitumineux d'assise, une couche de matériaux traités aux liants hydrauliques et une plateforme support.

VI.2.5-LES DIFFERENTES COUCHES DE CHAUSSEE :

Couche de roulement (surface) :

La couche de surface subit directement les agressions du trafic et du climat, elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation.

Elle est en général composée de :

Une couche de roulement qui a pour rôle :

- ✓ D'imperméabilise la surface de chaussée
- ✓ D'assurer la sécurité (par l'adhérence)

✓ D'assurer le confort des usages (diminution de bruit)

Une couche de liaison a pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.

En général, l'épaisseur de la couche de roulement varie entre 6 et 8 cm.

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, elle reprend les efforts verticaux et repartie les contraintes normales qui en résultent sur les couches Sous-jacentes. L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

Couche de fondation :

- Elle a le même rôle que celui de la couche de base.
- La couche de base et couche de fondation forment le « corps de chaussée >>>

Couche de forme :

Elle est prévue pour assurer certains objectifs à court terme en fonction du sol support.

- Sol rocheux joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.
- Sol peu portante (argileux à teneur en eau élevée): Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

Actuellement, on tient compte d'améliorer de la portance du sol support à long terme, par la couche de forme.

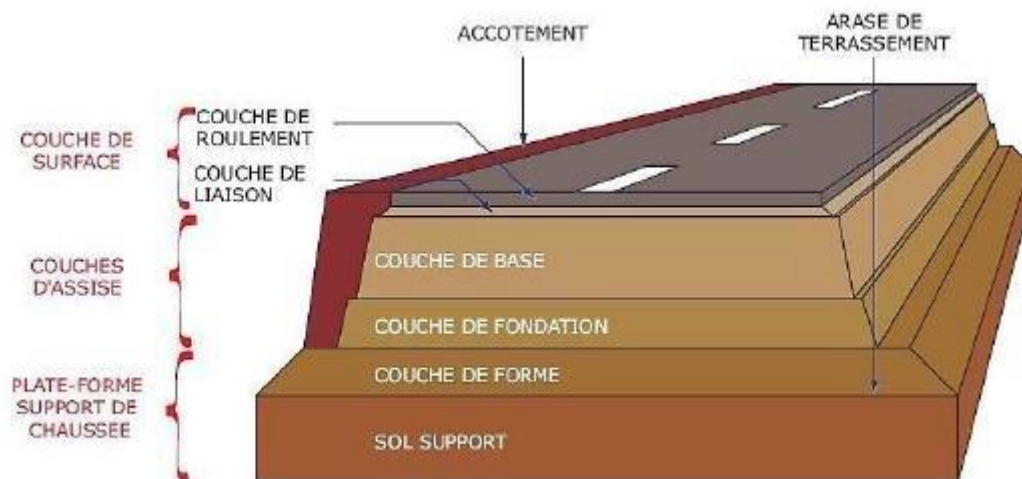


Figure III.5. Coupe d'une chaussée souple

III.2.6-DIFFERENTS FACTEURS DETERMINANT POUR LE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE :

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants sont :

- Le trafic.
- Le climat.
- Le sol support.
- Les matériaux

a) Le trafic :

Le trafic principalement le trafic poids lourds, est l'un des paramètres prépondérants dans la Conception des structures, il intervient en fait d'abord dans le choix des matériaux puis dans Le dimensionnement proprement dit de façon plus détaillée, le trafic gouverne les choix Suivants :

- Choix d'un niveau de service qui se traduira notamment par le choix de la couche de Surface.
- Choix de l'épaisseur des structures qui implique la fixation d'un niveau de risque.

Il est nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

- Trafic poids lourds <<T >> à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de Comptages sur les voies existantes :

Trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par : $N = T.A.C$

N: trafic cumulé.

A: facteur d'agressivité d deg globale du trafic.

C: facteur de cumul: $C = [(1 + t)^n - 1] / t$

T: Taux de croissance du trafic,

n: nombre d'années de service (durée de vie) de la route.

b) Le climat :

L'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres d'importance Essentielle dans le dimensionnement ; la pluie influe sur la teneur en eau des sols qu'elle Détermine leurs propriétés, la température a une influence marquée sur les propriétés des Matériaux bitumineux et conditionne la fissuration des matériaux traités par des liants Hydrauliques. Ce paramètre est introduit dans la méthode des catalogues des chaussées Neuves (CTTP).

c) Sol support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé << plate - forme support de chaussée >>> constitue du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates-formes sont définies à partir.

✓ De la nature et de l'état du sol.

✓ De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

d) Matériaux :

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois (le passage répété des véhicules lourds).

III.2.7-DIFFRENETS METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

Les méthodes de dimensionnement les plus connues sont

- ◆ Méthode de C.B.R (Californie - bearing -ratio).
- ◆ Méthode de L.C.P.C (laboratoire central des ponts et chaussées).
- ◆ Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- ◆ Méthode A.A.S.H.O (American association of state highway officials).

a) Méthode C.B.R (Californie-Baring- Ratio):

C'est une méthode semi empirique qui se base sur l'essai de poinçonnement sur un échantillon du sol.

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 ^[1]:

- Pour un trafic en voiture particulière : $TMJA \times 365 \times 1.5t < 100000 \text{ t/ans}$

$$E_{eq} = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{cbr} + 5} \quad (\text{cm})$$

- Pour un trafic en voiture particulière : $TMJA \times 365 \times 1.5t \geq 100000 \text{ t/ans}$

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{cbr} + 5} \quad (\text{cm})$$

E_{eq} : épaisseur équivalente

I_{CBR} : indice CBR (sol support) ;

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

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

Log : logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

C_1, C_2, C_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

$$e = c_1 * e_1 + c_2 * e_2 + c_3 * e_3$$

- **Coefficient d'équivalence**

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

Tableau III.1 : Coefficient d'équivalence pour chaque matériau

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

Généralement les épaisseurs adoptées sont :

BB : 5 - 8 cm

GB : 10 - 20 cm

GC: 15-30 cm

TVO: 30 cm et plus

b) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

Cette méthode est caractérisée par des hypothèses de base sur les paramètres caractéristiques : (la stratégie de dimensionnement, niveau de service, trafic, caractéristique du sol, climat, matériaux), facules 1,2 et 3.

La démarche du catalogue :

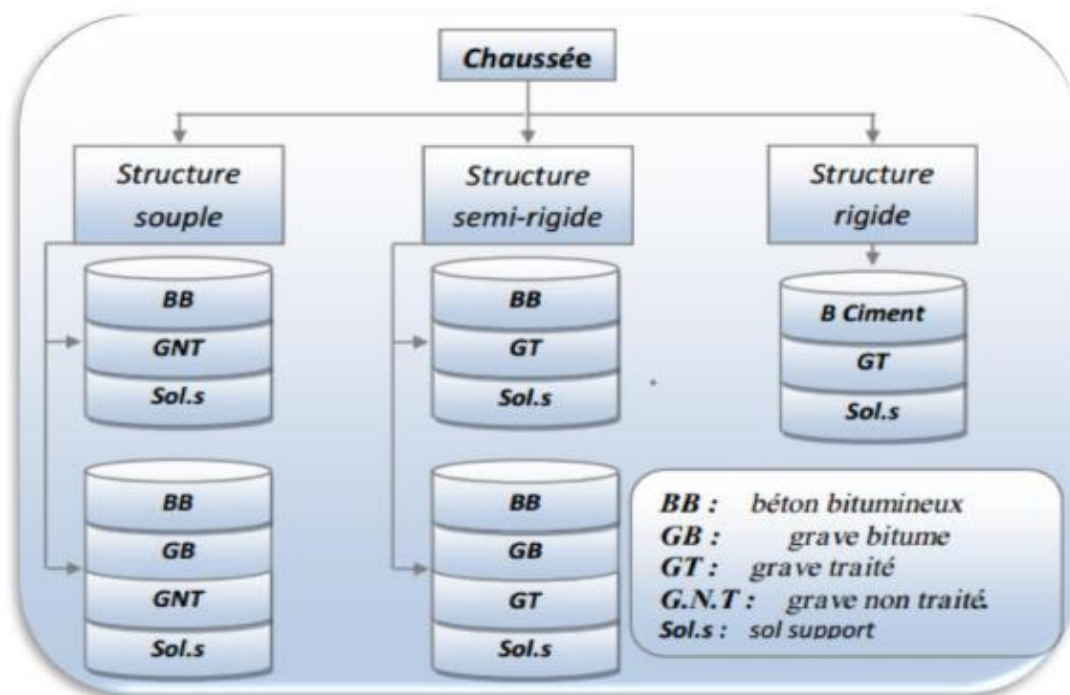


Figure III.6. Démarches de dimensionnement du catalogue

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées trafic, matériaux, sol support et environnement.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

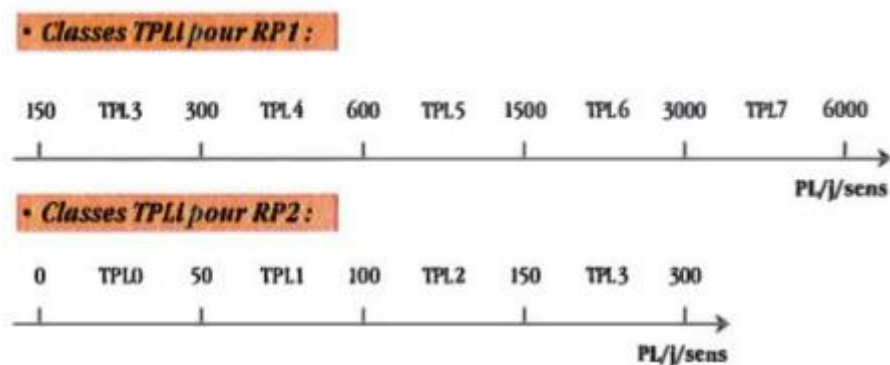
La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :

- Approche théorique.
- Approche empirique.

Détermination de la classe du trafic (TPLi) :

Les classes du trafic (TPLi) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données pour chaque niveau de réseau principal (RPI et RP2), en nombre de PL par jour et par sens à l'année de la mise en service (voir la figure ci-dessous).

Tableau III.2: Détermination de la classe du sol



Détermination de la classe du sol:

Le sol doit être classée selon la valeur de CBR se densité Proctor modifier maximal les différentes catégories sont données par le tableau indique les classe de sols.

c) Méthode L.C.P.C: laboratoire central du pont et chaussées :

Elle consiste à déterminer le trafic équivalent ainsi que l'indice de CBR, l'épaisseur dans ce cas est déterminée à partir de l'abaque L.C.P.C

L'abaque de l.c.p.c est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles il est recommandé, en fonction de la nature et de la qualité de la couche de base

Cette épaisseur est donnée par l'expression suivant :

$$E_{eq} = \frac{T_{MGA} \cdot a [(1+\tau)^2 - 1] \cdot 0.7 \cdot P \cdot 365}{[(1+\tau) - 1]}$$

Teq: trafic équivalent par essieu de 13 tonnes

TJMA: trafic à l'année de mise de service de la route

A coefficient qui dépend du nombre de voies

. Taux d'accroissement annuel

N : durée de vie de la route

P: pourcentage de poids lourds

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente (en fonction de Teq et ICBR) à partir de l'abaque T.C.P.C

Classe du sol	Indice C.B.R
S0	>40
S1	25-40
S2	10-22
S3	5-10
S4	<5

III.2.8-CHOIX DE LA METHODE DE DIMENSIONNEMENT :

La qualité réelle de la chaussée dépend de

- La disposition constructive adaptée à la chaussée, de bonne condition de drainage de
- La plate-forme dans les zones bas.
- La qualité des matériaux mise en place
- Le soin apporté à l'élaboration et à la mise en œuvre des matériaux
- Peu importe la méthode choisie, c'est la maîtrise qui nous intéresse le plus, c'est pour cela on a choisis les deux méthodes qui sont :

1. Méthode CBR

2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTTP. Car c'est les méthodes les plus répondues en Algérie

III.2.9-APPLICATION AU PROJET :**a) Méthode de l'indice CBR :**

Trafic de l'année de comptage 2018,

TJMA 2018 = 11120 v/j.

Année de mise en service : 2024.

Le pourcentage de poids lourds : $z=20\%$.

Taux croissance annuelle de trafic $\tau=4\%$.

L'année d'horizon est 10 ans.

La durée de vie 20ans.

Vitesse de référence $V_r= 80\text{km/h}$.

Catégorie 1 environnement E2.

Selon les calculs faites au chapitre I, on a $TJMA_{2024}=14070$ v/j/2sens (année de mise en service).

ICBR= 3, P=6.5 t, PL%=20%, $\tau=4\%$, durée de vie de la route est 20ans.

✓ Détermination de NPL_{2024} : $NPL_{2024} = \frac{TJMA_{2024}}{2} \times Z$

$NPL_{2024} = 1407$ PL/j/sens

✓ Détermination NPL_{2044} : $NPL_{2044} = NPL_{2024} (1+\tau)^{20}$

$NPL_{2044} = 3083$ PL/j/sens

✓ Détermination de l'épaisseur équivalente :

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

Pour ce projet, ICBR=3 (classe de portances S4) , sol support de portance très faible. Alors, on doit ajouter une couche de forme pour améliorer la portance du sol support et ramener le CBR à 10. A cet effet, on fait le calcul de l'épaisseur équivalente pour CBR=3 et CBR=10. L'épaisseur de la couche de forme sera la différence entre les valeurs des deux épaisseurs équivalentes divisée par le coefficient d'équivalence. .

$$e_1 = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{3083}{10})}{5 + 3} = 76.06 \text{ cm}$$

Pour CBR=10 , on aura :

$$e_2 = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{3083}{10})}{5 + 10} = 40.57 \text{ cm}$$

- On prévoi une couche de forme en matériau non traité (TVO) dont l'épaisseur est :

- $e_{\text{forme}} = \frac{e_1 - e_2}{0.75} = \frac{76.06 - 40.57}{0.75} = 47.32 \text{ cm}$ on prend $e_{\text{forme}} = 50 \text{ cm}$

Après mise en place de la couche de fourme, l'épaisseur retenue pour le corps de chaussée est : $e=40.57$ cm

L'épaisseur équivalente :

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$e = a_1 * e_1 + a_2 * e_2 + a_3 * e_3$$

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :

$$a_1 * e_1 + a_2 * e_2 + a_3 * e_3 = 40.57 \text{ cm}$$

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

- ◆ Couche de roulement en béton bitumineux (BB): $a_1 * e_1 = 2 * 6$
- ◆ Couche de base en grave bitume (GB) $a_2 * e_2 = 1.5 * 10$

Donc l'épaisseur de la couche de fondation e_3 en (T.V.O) est:

$$2 * 6 + 1.5 * 12 + e_3 = 40.57 \text{ cm}$$

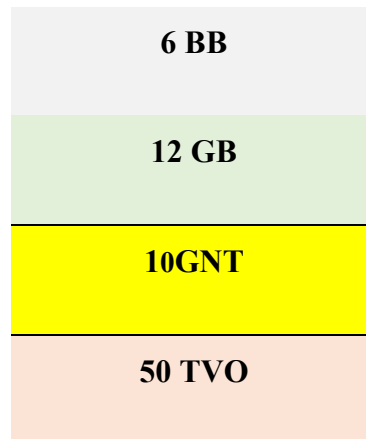
$$e_3 = [40.57 - (2 * 6) - (1.5 * 12)] / 0.75 = 10.57 \text{ cm}$$

Pour le GNT, l'épaisseur est comprise entre 15 et 30cm, alors, on prend :

$$e_3 = 15 \text{ cm}$$

Tableau III.3 : différents couches et ses épaisseurs réelles et le coefficient d'équivalent et son épaisseur équivalente Couches

couche	Epaisseur réelle	Coefficient d'équivalent (a)	Epaisseur d'équivalent
BB	6	2	12
GB	12	1.5	18
GNT	15	1	15



Couche de roulement (BB) béton bitumineux 6cm

Couche de base (GB) grave bitume= 12cm

Couche de fondation en grave non traitée (GNT) : 10cm

Couche de forme en TVO : 50cm

b) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

► Détermination du type de réseau routier : D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

Ona:

TJMA 2018 = 11120veh / j (par 2 sens) année de comptage

Le projet est à Mila (Zone climatique 1: pelvimétrie> 600 mm/an.

Tableau III.4 : type de réseaux principaux

réseaux principaux	Trafic (véhicules/jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

11120v/j > 1500

Le réseau principal de niveau 1 (RP1).

➤ **Détermination de la classe de trafic :**

Le trafic sera calculé et classifié avec la recommandation de «**catalogue algérien du dimensionnement des chaussées neuves**»>>

Un poids lourd (PL) est un véhicule de plus de 3.5 tonnes de poids total autorisé en charge.

Durée de vie 20 ans,

Taux de croissance : 4%

TIMA 2018 = (11120v /j/s) (2024 c'est l'année de mise en service).

$$N_{PL} = 11120 * (1 + 0.04)^6 = 14070 \text{ V/j/scns}$$

$$TJMA_{2024} = 14070 \text{ v/j /scns}$$

$$N_{PL} = TJMA_{2024} * Z/2$$

$$N_{PL} = 1407.03 \text{ PL / j / sens}$$

REPARTITION TRANSVERSALE DU TRAFIC :

Nous avons une chaussée bidirectionnelle à 2 voies.

D'après le catalogue du dimensionnement algérien la répartition du poids lourd est 90% sur la voie de droite la plus chargée.

$$T_{PL} = 1407.03 * 0.90 = 1266.34 \text{ PL/j/s}$$

La classe de trafic

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

en TPL5.

Tableau III.5 : Classe TPLI pour RPI

		Classe de trafic (TPI)							
		TPI0	TPI1	TPI2	TPI3	TPI4	TPI5	TPI6	TPI7
(PL/J/sens)	RP1	—	—	—	150 à 300	300 à 600	600 à 1500	1500 à 3000	3000 à 6000
	RP2	0 à 50	50 à 100	100 à 150	150 à 300	—	—	—	—

La class de trafic est TPL5

Détermination de la classe de portance de sol support de chaussée :

Pour le sol support on a la relation empirique $E=5\text{CBR}$, avec $\text{CBR}=3$, on trouve $E=15$ MPa.

Tableau III.6 : Les classes de portance des sols

Portance (Si)	S4	S3	S2	S1	S0
CBR	<5	5-10	10-25	25-40	>40
E (MPa)	<25	25-50	50-125	125-200	>200

Remarque :

D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves nous avons une couche de forme (60 cm en TUF) pour passer à une portance S2 d'après la fiche structure on choisit:

Tableau III.7. Classe de sol en fonction de portance de sol

Classe portance du sol terrassé (si)	Matériaux de C.F	Epaisseur de C.F	Classe portance du sol support visée (sj)
<S4	Matériau non traité	50cm (en 2 couches)	S3
S4	Matériau non traité	35cm	S3
S4	Matériau non traité	60cm (en 2 couches)	S2
S3	Matériau non traité	40cm (en 2 couches)	S2
S3	Matériau non traité	70cm (en 2 couches)	S1

Choix de la zone climatique :

Le d'après le fascicule 1 du catalogue de dimensionnement des chaussées, notre projet est classé dans la zone climatique.

Le choix de structure :

D'après les fiches du catalogue on a une structure comme suit :

Zone climatique : 1

Classe du sol : S2

Classe du trafic : TPL5

D'après le fascicule 3 du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves, la fiche de structure retenue est :

TPI PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000		8 BB 14 GB 15 GB	8 BB 12 GB 15 GB	8 BB 11 GB 11 GB
3000		8 BB 12 GB 15 GB	8 BB 11 GB 11 GB	8 BB 10 GB 10 GB
1500		6 BB 11 GB 12 GB	6 BB 10 GB 10 GB	
600		6 BB 10 GB 10 GB		
300				
150				

Figure. III.7. Structures de chaussées pour différents classes de trafic.

Choix de différentes couches constitue de la chaussée :

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

- ◆ Couche de roulement BB
- ◆ Couche de base GB
- ◆ Couche de fondation GNT

Choix de dimensionnement :

On ajoute une couche TUF de 60 cm pour l'amélioration du sol support, et passé au classe S2. Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique 1, durée de vie de 20 ans, taux de croissance 4%, portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL5).

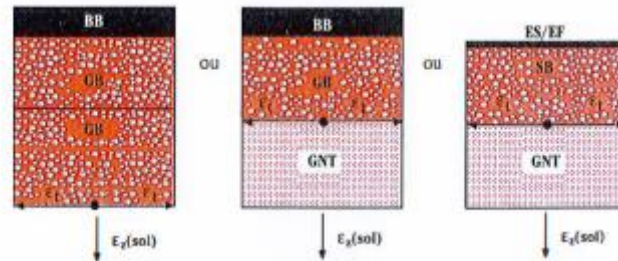
Dans le cadre de notre projet, nous avons proposé la structure suivante : (D'après le catalogue, fascicule 3):

$$6 (BB) + 11(GB) + 12(GB) + 60(GNT)....$$

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

➤ Mode de fonctionnement des différentes structures :

Les schémas suivants donnent un aperçu sur le type de modélisation propre à chaque type de structure ainsi que sur leur mode de fonctionnement.

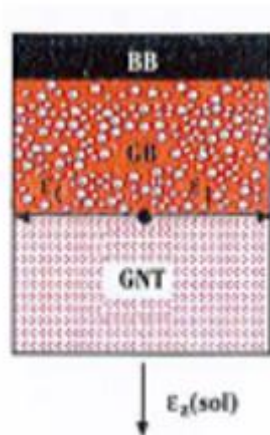


ϵ_t : Étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume

Matériaux traités au bitume (MTB):

Étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume (Sol) étant la déformation verticale sur le sol support.

Donc :



Il faudra vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide d'Alize III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à $\epsilon_{t adm}$, et $\epsilon_{z adm}$.

$$\epsilon_{z,ad} = 22 \times 10^{-3} \times TCEI^{-0.235}$$

$$\epsilon_{t,ad} = \epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

78

Calcul de la déformation admissible sur le sol support :

$$\varepsilon_{z,ad} = 22 \times 10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$$

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

$$TCi = 1266.34 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04}$$

$TCi = 5.55 \times 10^6$ essieux équivalents de 13t

Le TCEi est le trafic à prendre en compte dans le calcul du dimensionnement, il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.

$$TCEi = TCi \times A$$

Tableau III.8. Valeurs du coefficient d'agressivité A (D'après fascicule 2, tableau 11).

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

Dans notre cas la structure de chaussée est traitée au bitume donc : $A=0.6$

$TCEi = 3.33 \times 10^6$ essieux équivalents de 13t

❖ La déformation verticale admissible du sol support est donnée par la relation

$$\varepsilon_{z,ad} = 22 \times 10^{-3} \times TCEi^{-0.235} = 645 \times 10^{-6}$$

Avec :

$\varepsilon_{z, ad}$: La déformation verticale admissible du sol support.

- ❖ Le calcul de la déformation admissible de traction $\varepsilon_{t,ad}$ à la base de la couche bitumineuse est donné par la relation suivante :

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

Avec :

$\varepsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz})$: Déformation limite détenue au bout de 10^6 cycles avec une probabilité de rupture de 50 % à 10°C et 25Hz, $\varepsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) = 100 \times 10^{-6}$ (Tableau III.5).

Tableau III.9. Performances mécanique des matériaux bitumineux (d'après fascicule 2 CTPP tableau 13).

Matériau (MTB)	E (30°C, 10Hz) (Mpa)	E (25°, 10Hz) (Mpa)	E (20°, 10Hz) (Mpa)	E (10°, 10Hz) (Mpa)	$\varepsilon_6(10^\circ, 25\text{Hz}) (10^{-6})$	-1/b	SN	Sh (cm)	ν	kc Calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0,35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3
SB	1500	-	-	3000	245	7,63	0,68	2,5	0,45	1,3

BB : béton bitumineux, GB : grave bitume, SB : sable bitume

K_{ne} : Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée, avec :

$$K_{ne} = \left(\frac{TCEi}{10^6} \right)^b = 0.84$$

b : Pente de la droite de fatigue ($b < 0$), (d'après tableau)

$$-\frac{1}{b} = 6.84 \Rightarrow \mathbf{b = -0.146}$$

K_{θ} : Facteur lié à la température, avec :

$E(10^\circ, 10\text{Hz})$: Module complexe du matériau bitumineux à 10° , égal 12500 MPa;

$E(\theta_{eq}, 10\text{Hz})$: Module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est en fonction de la zone climatique considérée (Zone I), égal à 7000 MPa à température 20° .

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

Kr : Facteur lié au risque et aux dispersions, avec : $Kr = 10^{-tb\delta}$

b : Pente de la droite de fatigue ($b < 0$), $b = - 0.146$;

t : Facteur de la loi normale, qui est fonction du risque adopté r % (Tableau III.6).

On a : TPL5 => r = 10%

D'après le Tableau III.7 → t = -1.282

Tableau III.10. Risque adoptés pour le réseau RP1 (d'après le tableau 16, fascicule 2).

		Classe de trafic (TPL) (PI/J/sens)				
		YPL3	YPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque (%)	GB/GB, GB/GNT...	20	15	10	5	2
	GL/GL	15	10	5	2	2
	BCg/GC	12	10	5	2	2

Tableau III.11. Valeur de t=f(R%) (D'après le tableau 5, fascicule 2).

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

δ : fonction de dispersion, avec :

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

Avec :

SN : dispersion sur la loi de fatigue égal **0.45** (Tableau III.5) ;

C : coefficient égal à **0.02** ;

Sh : dispersion sur les épaisseurs en (cm) égal **3 cm**(Tableau III.5).

Kr=0.713

Kc : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur chaussée (Tableau III.5):

Kc = 1.3

Donc :

$$\epsilon_{t,ad} = \epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

$$\epsilon_{t,ad} = 100 \times 10^{-6} \times 0.694 \times 1.336 \times 0.769 \times 1.3$$

$$\epsilon_{t,ad} = 104.10^{-6}$$

Vérification des résultats de calcul par alize :

➤ **Caractéristique des couches :**

Toutes les couches sont collées.



➤ Résultat obtenue par programme Alize lpcpc :

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (μdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (μdef)	SigmaZ (MPa)
0.060	5400.0 collé	0.350	0.000	48.6	0.507	-13.8	0.658
			0.060	24.0	0.399	38.6	0.598
0.110	7000.0 collé	0.350	0.060	24.0	0.509	22.8	0.598
			0.170	-22.7	-0.125	41.8	0.226
0.120	7000.0 collé	0.350	0.170	-22.7	-0.125	41.8	0.226
			0.290	-92.3	-0.898	84.6	0.018
infini	50.0	0.350	0.290	-92.3	0.003	309.3	0.018

$$\epsilon_z = 309.3 \mu\text{def} < \epsilon_{z,ad} = 654 \mu\text{def}$$

$$\epsilon_t = 92.3 \mu\text{def} < \epsilon_{t,ad} = 104 \mu\text{def}$$

Donc :

la structure **6 (BB) + 11(GB) + 12(GB) + 60(GNT)** est vérifiée.

III.3-CONCLUSION :

Malgré que méthode CBR donne le corps de chaussée le plus économique mais la méthode retenue pour notre projet est celle de catalogue Algérien, pour les raisons suivantes :

- Elle se base sur les performances des matériaux.
- Elle se base sur les déformations admissibles.
- Elle tient en compte la fatigue des matériaux.

En plus de ça cette méthode est une méthode algérienne établie et conçu par le CTPP et valide par le ministère des travaux public.



CHAPITRE IV :
ASSAINISSEMENT

IV. Assainissement

IV.1 Introduction

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires. L'eau est la première ennemie de la route car sa présence engendre plusieurs inconvénients sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissance, inondation, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

Les types de dégradation provoquée par les eaux sont engendrés comme suit :

➤ Pour les chaussées :

- Affaissement et Nid de poule (forte proportion d'eau dans la chaussée avec un trafic important, dégel).
- Dés enrobage.
- Décollement des bords (affouillement des flancs).

➤ Pour les talus :

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillement des pieds de talus.¹²



Figure IV.1 Affaissement et Glissement

IV.2 Objectif de l'assainissement :

- ✓ Assurer l'écoulement et l'évacuation rapide des eaux tombant directement sur le revêtement de la chaussée.
- ✓ Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de la chaussée. (Danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- ✓ Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).
- ✓ Réduction du cout d'entretien.¹²

IV.3 Types de dispositif d'assainissement :

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, rigoles, gondoles, etc....

- **Les drainages** : ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes).
- **Les canalisations**: ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...).¹²

IV.4 Assainissement de la chaussée :

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc. dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations. Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot)

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles avec un moindre coût.

1-Fossé de Pied du Talus de Déblai : Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires. Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale. Ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

2- Fossé de Crête de Déblai : Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penché vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate-forme.

3-Fossé de Pied de Talus de Remblai : Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement). Ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate-forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau.

4-Drain : Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainante longeant l'autoroute. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau

circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements. Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et ce dernier dans les points de rejet.

5-Descentes d'Eau : Dans les sections d'autoroute en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m.

6- Bassin Versant : C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).¹²

Les données pluviométriques :

A Mila, les précipitations totalisent 501.7 millimètres par an : elles sont donc au niveau désertique. Au mois le moins pluvieux (août) elles s'élèvent à 11 mm, dans le mois le plus pluvieux (décembre) elles s'élèvent à 70 mm.¹³

D'après les observations effectuées à la station météorologiques on a :

D'après l'observation effectuée par la météorologie on a :

- Pluie moyenne journalière $P_j = 44 \text{ mm}$
- L'exposant climatique $b = 0.35$
- Le coefficient de variation climatique $C_v = 0.32$

IV.5 Débit d'apports

Calcule pluie journalière maximale annuelle P_j :

$$P_j(\%) = \left[\frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \right] \times \left[e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}} \right]$$

- Pour période de retour 10 ans

$$P_{j\text{moy}} = 44 \text{ mm} \quad ; \quad C_v = 0.32; \quad u = 1.282$$

$$P_j(10\%) = \left[\frac{44}{\sqrt{0.32^2 + 1}} \right] \times \left[e^{1.282\sqrt{\ln(0.32^2+1)}} \right] = 62.53 \text{ mm}$$

- Pour période de retour 50 ans

$$u = 2.057$$

$$P_j(50\%) = \left[\frac{44}{\sqrt{0.32^2 + 1}} \right] \times \left[e^{2.057\sqrt{\ln(0.32^2+1)}} \right] = 79.65 \text{ mm}$$

L'intensité de l'averse

Est donne par la relation :

$$I_t = I \left(\frac{t_c}{24} \right)^{b-1}$$

On a : $I_t = \left(\frac{P_j}{24} \right)$

$$I_{t10\%} = \left(\frac{62.53}{24} \right) = 2.60$$

$$I_{t50\%} = \left(\frac{79.65}{24} \right) = 3.31$$

Pour le calcul des dimensionnements des ouvrages hydrauliques correspond à une donnée de pluie : 15 min = 0.25 h

$$t_c = 0.25h$$

$$I_{t10\%} = 2.60 \times \left(\frac{0.25}{24} \right)^{0.35-1} = 50.51 \text{ mm/h}$$

$$I_{t50\%} = 3.31 \times \left(\frac{0.25}{24} \right)^{0.35-1} = 58.96 \text{ mm/h}$$

D'après le calcul de la zone avec GLOBAL MAPPER il choisit de bassin versant

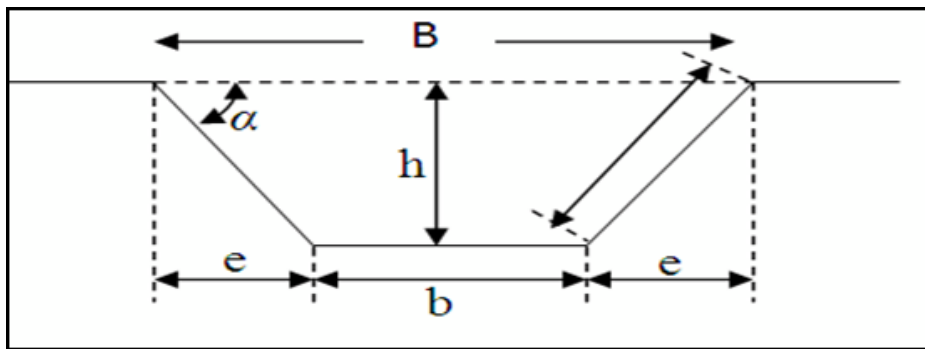


Figure IV.2 : Les bassins versants dans la variante 01

B.V: $A = 2 \text{ km}^2$; $L = 7.815 \text{ m}$; $P = 7.92 \%$

Si $A < 5 \text{ km}^2$

Coefficient de ruissellement « C » :

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_1 = 0.08 \rightarrow 3.5\% \leq P \leq 11\%$$

$$C_2 = 0.15 \rightarrow \text{sol peu perméable} \quad C_3 = 0.11 \rightarrow \text{labours-champs.}$$

$$C = 0.34$$

❖ Application numérique BV

$$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \times \sqrt{\frac{2}{7.92}} = 0.5 \text{ heures}$$

- Pluie de courte durée a différentes fréquence 10 ans

$$P_{tc_{10\%}} = P_{jmax}(\%) \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^b$$

✓ B.V

$$P_{tc_{10\%}} = 62.53 \times \left(\frac{0.5}{24}\right)^{0.35} = 16.13 \text{ mm}$$

- Calcul l'intensité horaire

$$I_t = \left(\frac{P_j}{24}\right) \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1}$$

$$I_t = \left(\frac{62.53}{24}\right) \left(\frac{0.5}{24}\right)^{0.35-1} = 32.26 \text{ mm}$$

Estimation de débit

L'estimation du débit de crue est centennale est effectuée par l'utilisation de la formule du Trarza :

$$Q_{max} = \frac{C_r \cdot Ptc \cdot S}{3.6 \cdot t_c}$$

$$Q_{max} = \frac{0.34 \times 16.3 \times 2}{3.6 \times 0.5} = 6.15 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Dimensionnement Des Fossés :

Les fossés récupèrent les eaux de ruissellement venant de la chaussée, de l'accotement et du talus. Pour notre étude nous adoptons des fossés en béton, ceci est fonction des pentes du fossé et la nature des matériaux du sol support. Le profil en travers hypothétique de fossé est donné dans la figure ci-dessous. On fixe la base à $b = 50 \text{ cm}$ et la pente du talus à $p=1/n = 1/1.5$ d'où la possibilité de calcul du rayon hydraulique en fonction de la hauteur h

2.1. Fossés.

a) Calcul de la surface mouillée:

$$S_m = (b \times h) + 2 \times \left(\frac{e \times h}{2}\right)$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \text{ d'où : } e = n \times h$$

$$S_m = bh + nh^2 = h(b + nh)$$

$$S_m = h(b + nh)$$

b) Calcul du périmètre mouille :

$$P_m = b + 2B$$

$$B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + (h^2 \times n^2)} = h \times \sqrt{1 + n^2}$$

$$P_m = b + 2h \times \sqrt{1 + n^2}$$

c) Calcul le rayon hydraulique :

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h(b + nh)}{b + 2h \times \sqrt{1 + n^2}}$$

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation. La hauteur (h) d'eau dans le fossé sera obtenue en faisant l'égalité suivant: la base fixée : $b = 50 \text{ cm}$; la pente du talus aussi fixée $\frac{1}{n} = \frac{1}{1.5}$

$$Q_a = Q_s = K \times C \times It \times A = S_m \times K_{ST} \times R_H^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_a = K_{ST} \times [h(b + nh)] \times \left[\frac{h(b + nh)}{b + 2h \times \sqrt{1 + n^2}} \right]^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_a = Q_c + Q_A + Q_T \begin{cases} Q_c = K \cdot C_c \cdot A_c \cdot I: \text{Débit apporter par la chaussée} \\ Q_A = K \cdot C_A \cdot A_A \cdot I: \text{Débit apporter par l'accotement} \\ Q_T = K \cdot C_T \cdot A_T \cdot I: \text{Débit apporter par le talus} \end{cases}$$

❖ **Fréquence d'averse Pt 10%**

$$\text{Pour } T = 15 \text{ min} = \mathbf{0.25h}$$

$$Ptc_{10\%} = Pjmax(\%) \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^b$$

$$Ptc_{10\%} = 62.53 \times \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.35} = 12.65 \text{ mm}$$

❖ **Calcul de la surface du bassin versant**

- Surface de chaussée : $A_C = 7 \times 100.10^{-4} = 0.07 \text{ ha}$
- Surface de l'accotement : $A_A = 1.8 \times 100.10^{-4} = 0.018 \text{ ha}$
- Surface du talus : $A_T = 10 \times 100.10^{-4} = 0.1 \text{ ha}$

$$A = A_C + A_A + A_T = \mathbf{0.188 \text{ ha}}$$

Tableau IV.1 : surface de bassin versant

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobés	0,80 à 0,95	0,95
Accotement ou sol légèrement perméable	0,15 à 0,40	0,40
Talus	0,10 à 0,30	0,30
Terrain naturel	0,05 à 0,20	0,20

Coefficient de ruissellement

d) L'intensité de l'averse I_t :

Pour une durée de 24 heures

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{B-1}$$

$$I = \frac{Pj}{t_c} = \frac{62.53}{24} = 2.60 \text{ mm/h}$$

$$I_t = 2.60 \times \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.35-1} = 50.51 \text{ mm/h}$$

❖ Calcul des débits : $Q = kC.I.A$

Le débit apporté par la chaussée :✓ **Le débit apporté par la chaussée**

$$C=0,9 \quad P=2,5\% \quad I(10\%)=2,6\text{mm/h} \quad A=0,07\text{ha.}$$

Temps de concentration

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \sqrt{\frac{0.07}{2.5}} = 0.02\text{h}$$

Intensité de pluie

$$I_t = I(\%). \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 2.6. \left(\frac{0.0212}{24}\right)^{0.38-1} = 260.88 \text{ mm/h}$$

Débit d'apport

$$✓ \quad Q_c = 2.778 \times 0.9 \times 260.88 \times 0.07 = 0.0457 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_c = 0.0457 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Le débit apporté par l'accotement**

$$C=0,4 \quad P=4\% \quad I(10\%)=2,6 \text{ mm/h} \quad A=0,018\text{ha.}$$

Temps de concentration

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \sqrt{\frac{0.018}{4}} = 0.008 \text{ h}$$

Intensité de pluie

$$I_t = I(\%). \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 2.6. \left(\frac{0.008}{24}\right)^{0.38-1} = 473.26 \text{ mm/h}$$

Débit d'apport

$$Q_A = 2.778 \times 0.4 \times 473.26 \times 0.015 = 0.00947 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Le débit apporté par le talus**

$$C=0,3 \quad P=100\% \quad I(10\%)=2,6 \text{ mm/h} \quad A=0,1\text{ha.}$$

Temps de concentration

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \sqrt{\frac{0.1}{100}} = 0.004\text{h}$$

Intensité de pluie

$$I_t = I(\%). \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 2.55. \left(\frac{0.004}{24}\right)^{0.38-1} = 742.62 \text{ mm/h}$$

Débit d'apport

$$Q_T = 2.778 \times 0.3 \times 742.62 \times 0.1 = 0.0619 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit apporté total est :

$$Q_a = Q_C + Q_A + Q_T = 0.1184 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$0.1184 = 70 \times 0.04^{\frac{1}{2}} [h(0.5 + 1.5h)] \times \left[\frac{h(0.5 + 1.5h)}{0.5 + 2h \times \sqrt{1 + 1.5^2}} \right]^{2/3}$$

D'après un calcul itératif on trouve $h = 0.5$ pour débit $0.1184 \text{ m}^3/\text{s}$ on prend fosses standard ($b = 0.5$; $h = 0.5$) et plus sécurité $K_{ST} = 70$ (**béton**)

IV.6 Choix de l'ouvrage hydraulique :**IV.6.1 Dimensionnement des dalots :**

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

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

La section du dalot est calculée comme pour le fossé ; seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot.

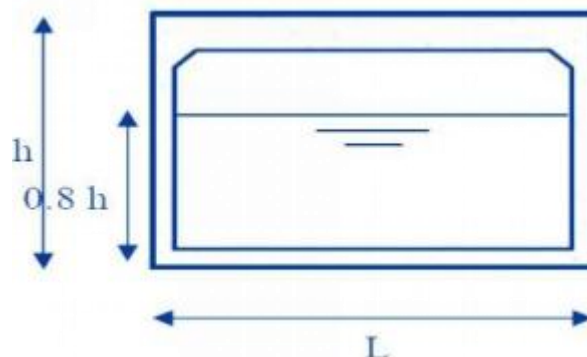


Figure IV.3 : Schéma d'un dalot.

On à:

Périmètre mouillé : $P_m = (2 \times 0,8 \times h) + L$

Section mouillée : $S_m = 0,8 \times h \times L$

Rayon mouillé : $R_H = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0,8 \times h \times L}{1,6 \times h + L}$

$$Q_s = S_m \times K_{st} \times R_H^{2/3} \times j^{1/2}$$

$$Q_s = 0,8 \times h \times L \times K_{st} \times \left[\frac{0,8 \times h \times L}{1,6 \times h + L} \right]^{2/3} \times j^{1/2}$$

Avec:

$K_{st} = 70$ (dalot en béton).

J : pente du dalot.

Le débit rapporté par le bassin versant, doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot.

$$Q_a = Q_s$$

$$Q_a = Q_s = (0,8 \times h \times L) \times 70 \times \left[\frac{0,8 \times h \times L}{1,6 \times h + L} \right]^{2/3} \times j^{1/2}$$

On fixe $L = 2\text{m}$

$$Q_a = 0.1184 + 6.15 = 6.268 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$6.268 = (0,8 \times h \times 3) \times 70 \times \left[\frac{0,8 \times h \times 3}{1,6 \times h + 3} \right]^{2/3} \times j^{1/2}$$

Par itérations successives, on trouve : $H = 0.75\text{m}$

Pour une utilisation plus pratique on prévoi un dalot de : $2 \times 1.5 \text{ m}$

$Q_a < 10 \text{ m}^3/\text{s}$, on peut choisir les dalots, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égal à : $H_r = 0.80 H$ si $H \leq 2.5 \text{ m}$ $H_r = H - 0.5$ si $H > 2.5 \text{ m}$ H : hauteur de dalot.

On se réfère au tableau suivant :

Tableau IV.2 : Dimensionnement des ouvrages hydrauliques (Dalots, $K_{st} = 70$)

OUVRAGES LxH (en m)	Section (m ²)		Pente critique (%)	Valeurs maxi Accessibles			Débit en fonction De la pente			
	total	Unité		Q _c (m ³ /s)	V(m/s)	I(%)	0,05%	0,10%	0,20%	0,3%
1x1	1	0,8	0,77	2,2	2,8	0,77	0,6	0,8	1,1	1,4
2x1	2	1,6	0,47	4,5	2,8	0,47	1,5	2,1	2,9	3,6
1,5x1,5	2,25	1,8	0,67	5,4	3	0,51	1,7	2,4	3,4	4,1
2x1,5	3	2,4	0,54	7,2	3	0,41	2,5	3,5	5	6,1
2x2	4	3,2	0,61	9,6	3	0,35	3,6	5,1	7,2	8,9
3x2	6	4,8	0,45	14,4	3	0,26	6,3	9	12,7	-
4x2	8	6,4	0,37	19,2	3	0,21	9,3	13,1	18,5	-
3x3	9	7,5	0,55	26,3	3,5	0,27	11,2	15,9	22,5	-
4x3	12	10	0,43	35	3,5	0,22	16,8	23,7	33,6	-
3x4	12	10,5	0,66	42	4	0,31	17	24	34	41,6
4x4	16	14	0,51	56	4	0,24	25,7	36,4	51,5	-

On peut choisir un ouvrage dalot de (2x1.5) m², d'une pente égale à : 0.30 %. Avec un débit de saturation : Q_s= 8.90 m³/s

Q_a=6.15 m³/s < Q_s (CV).

IV.7 Conclusion :

Pour assainir notre route et ses emprises dans les meilleures conditions possibles, trouvés sont : fossés comme réseaux de canalisations longitudinales, et dalots comme ouvrages latéraux.



CHAPITRE V :
CARREFOUR

V. CARREFOURS :

V.1. Introduction :

Une intersection est la rencontre à niveau de deux courants de circulation faisant entre eux un angle sensible.

Un carrefour est un croisement routier comportant des intersections. On distingue :

- Les carrefours à niveau ou carrefours plans
- Les carrefours dénivelés ou carrefours à niveaux séparés dans lesquels certains courants sont dénivelés. Ce terme est réservé au cas de deux routes à statut ordinaire. Lorsque l'une des deux routes dénivelées est une voie rapide, le dispositif correspondant est appelé diffuseur.¹

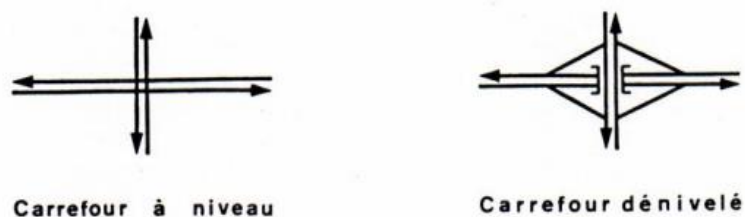


Figure.V.1. Types de carrefours.

V.2. Type de carrefour :

V.2.1 Carrefour à trois branches (en T) :

C' est un carrefour plan à trois branches secondaires, le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être d'importance semblable.⁹

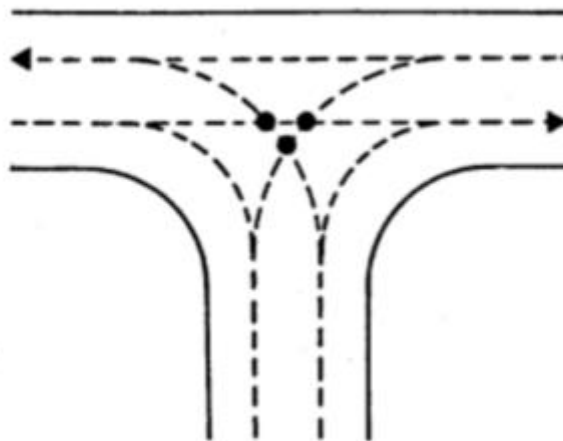


Figure V.2 : carrefour en T

V.2.2 Carrefour en Y : C'est un carrefour plan à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principal est oblique (s'éloignant de la normale de plus de 20°).⁹



Figure V.3 : Carrefour en Y

V.2.3 Carrefour en Croix: C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées ou quasi alignées.⁹



Figure V.4 : Carrefour en Croix:

V.2.4 Carrefour Giratoires : C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinturé par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique. Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.⁹

- **R_g** : rayon du giratoire.
- **R_e** : rayon d'entrée.
- **R_s** : rayon de sortie.
- **R_i** : rayon intérieur.

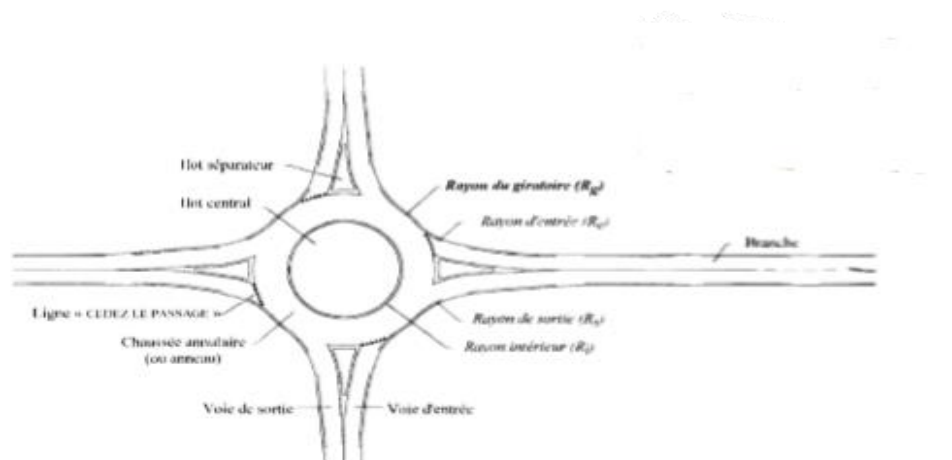


Figure V.5 : Carrefour Giratoires

V.2.5 Les demi-carrefours :

Le « demi-carrefour » est un carrefour plan ordinaire, fermé physiquement au niveau du terre-plein central. Il autorise seulement les échanges qui correspondent à des mouvements de tourne-à-droite (depuis la route principale vers une route secondaire, ou l'inverse).⁹

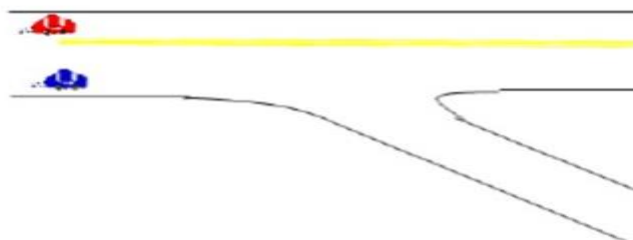


Figure V.6 : Les demi-carrefours

V.3 Eléments de base pour l'aménagement des carrefours

Les données essentielles de base à l'aménagement d'un carrefour sont :

- Les conditions topographiques et la visibilité (plan, profil en long).
- Les conditions d'approche pratiquées par les véhicules sur les différentes voies.
- L'intensité de la circulation sur les différents courants.
- La composition du trafic, c'est-à-dire la proportion des véhicules lourds, encombrants en lents, sur les divers courants de circulation.

V.4 Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire :

1. Avantages

Les avantages de carrefour giratoire:

- ✓ 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.
- ✓ Economie de régulation et d'exploitation.

2. Inconvénients

- ✓ Consommation d'emprise importante.
- ✓ Entretien de l'îlot central.
- ✓ Transport public non prioritaire.
- ✓ Absence de prise en charge correcte des piétons.
- ✓ Absence de régulation du trafic (non-respect du régime de priorité).

V.5. 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 adjacents 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

V.6 principes généraux d'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.

1. 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.¹¹

2. Triangle de visibilité :

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

- Le point de conflit.
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse.¹¹

3. les ilots

Les îlots sont aménagés sur les bras secondaires du carrefour pour séparer les directions de la circulation, ou aussi de limiter les voies de circulation.¹¹

4. Ilot séparateur :

Les éléments principaux de dimensionnement sont :

- Décalage entre la tête d'îlot séparateur de la route secondaire et la limite de la chaussée de la route principale : 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.¹¹

5. Ilot 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.

6. Les couloirs d'entrée et de sortie :

Longueur de couloirs :

- Entrée 4m (accotement dérasé 1.5m).
- Sortie 5m (accotement dérasé 0.5m).¹¹

7. Vitesse :

La géométrie du carrefour doit inciter les véhicules en provenance des voies affluentes à ralentir en fonction de la visibilité, en particulier pour les courants non prioritaires s'ils ont à respecter un signal d'arrêt.¹

V.7. Visibilité aux carrefours :

Il est crucial, lors de l'aménagement d'un carrefour, d'assurer une visibilité optimale en tenant compte des vitesses d'approche des véhicules. La distance de visibilité est calculée en fonction de la vitesse des véhicules et de la priorité accordée à chaque voie, comme précisé dans les tableaux suivants.¹⁰

Tableau IV.3 : Distance de visibilité d_p sur l'itinéraire prioritaire avec un signal de stop à la balise B1 (véhicule en position d'arrêt) (B40)

Type de route	Manœuvre		Vitesse d'approche à vide V_P (Km/h) (vitesse de la manœuvre V'_P)					
			60 (45)	80 (60)	90 (67,5)	100 (75)	110 (80)	120 (85)
2 voies	Traversée	VP	100	130	150	165	180	200
		PL (1)	130	175	200	220	245	265
	Tourne-à-gauche	VP	110	175	215	260	310	350
3 voies	Traversée	VP	115	155	175	195	215	235
		PL (1)	150	200	225	250	275	300
	Tourne-à-gauche	VP	115	180	220	265	315	355
4 voies	Traversée	VP	135	175	200	220	245	265
		PL (1)	165	220	250	275	305	335
	Tourne-à-gauche	VP	120	185	225	270	320	360
4 voies avec ilot < 5m	Traversée	VP	150	200	225	250	275	300
		PL (1)	180	240	275	305	335	365
	Tourne-à-gauche	VP	125	190	230	275	325	365
Toutes routes	Tourne-à-droite	VP	100	165	205	250	300	340

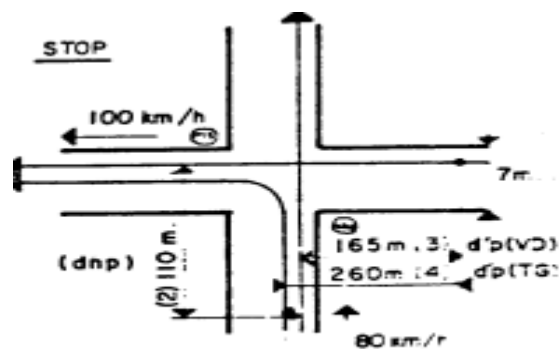


Figure. V.7. Distance de visibilité sur l’itinéraire prioritaire.

Tableau IV.4. Distance de visibilité dp et dnp (B40)

Vitesse d’approche à vide VP	Vitesse d’approche VnP	60	80	90	100	110
		Distance de visibilité sur voie non prioritaire dnp	70	110	130	160
60	Distance de visibilité sur voie prioritaire dp	70	80	90	100	105
80		95	110	120	130	140
90		105	120	130	145	160
100		130	135	145	160	175
110		130	150	160	175	190
120		140	160	175	193	210

Tableau IV.5 : Paramètres techniques des entrées et des sorties (B40)

	Notation	Paramétrage	Valeurs courantes (m)			
Rayon du giratoire	Rg	$12m \leq Rg \leq 25m$	Rg=12	Rg=15	Rg=20	Rg=25
Largeur de l'anneau	La	$6m \leq La \leq 9m$	7	7	7	8
Sur largeur franchissable	slf	1.5 si $Rg \leq 9m$	1.5	1.5	–	–
Rayon intérieur	Ri	$Rg - La - slf$	3.5	6.5	13	18
Rayon d'entrée	Re	$10 \leq Re \leq 30 > Ri$	12	15	15	15
Largeur de la voie entrante	Le	Le=4m	4	4	4	4
Rayon de sortie	Rs	$15m \leq Rs \leq 30 > Ri$	15	20	20	20
Largeur de la voie sortante	Ls	$4m \leq Ls \leq 5m$	4	4	4.5	5
Rayon de raccordement	Rr	Rr	48	60	80	100

V.8. Îlots séparateurs :

Les îlots séparateurs remplissent 4 fonctions principales

- favoriser la perception du carrefour en situation d'approche, servir de refuge aux piétons, leur permettant de traverser en deux temps.
- éviter des collisions entre les deux sens de circulation des branches (surtout lorsque les rayons de sortie sont faibles), en séparant les courants entrants et sortants.
- favoriser la capacité, en permettant aux conducteurs en attente devant la ligne d'effet du cédez le passage de discriminer plus tôt les véhicules sortants et ceux auxquels ils devront céder la priorité.

- permettre l'implantation de la signalisation de direction, limiter le risque de « prise à contresens » de l'anneau. ¹

• **Principes généraux de construction des îlots séparateurs :**

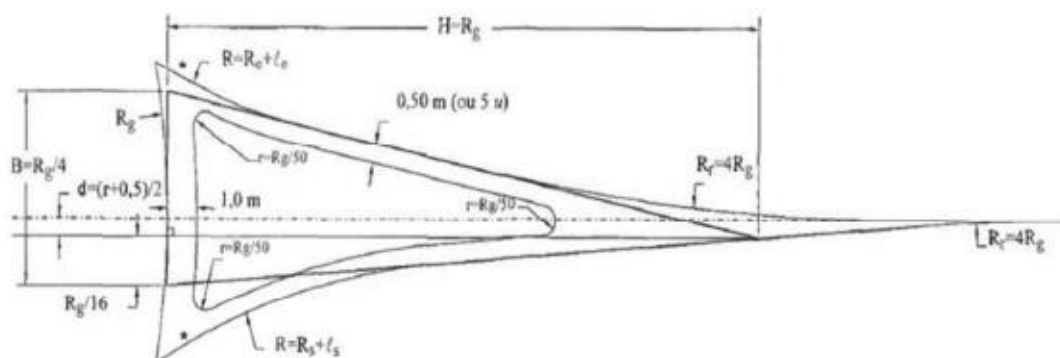


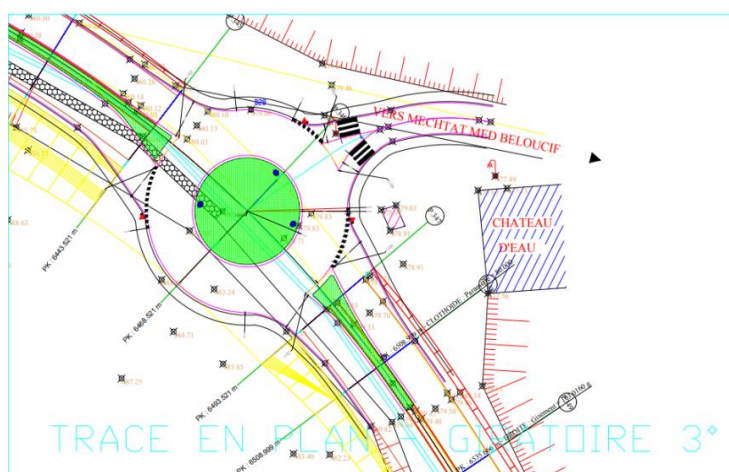
Figure. V.8. Géométrie d'un îlot séparateur.

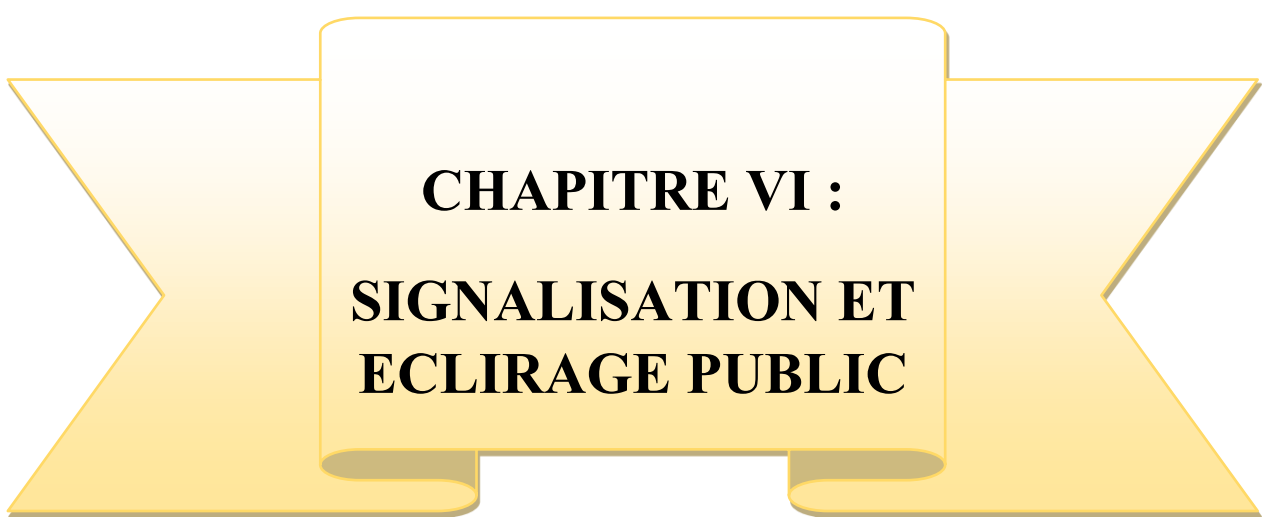
Tableau IV.6 : Paramètres techniques d'îlot séparateur ^[1]

	Notation	Paramétrage	Valeurs courantes (m)			
			<15	=15	=20	=25
Rayon giratoire	Rg					
Hauteur du triangle de construction	H	H = Rg	12 à 15	15	20	25
Base du triangle de construction	B	B = Rg/4	3 à 3.75	3.75	5.00	6.25
Départ de l'îlot sur l'axe	d	$d = \frac{(0.5 + \frac{Rg}{50})}{2}$ ou 0	0	0.40	0.45	0.50
Rayon de raccordement des bords	r	r = Rg/50	0.25	0.30	0.40	0.50

V.9 Application au projet :

Rg=25 m ; Re=15 m ; Rs=20 m ; Ri=18 m ; La=8 m ; Le=4 m ; Ls=5 m ; H=25 m ; B=6.25 m ; d=0.5 m ; r=0.5 m





CHAPITRE VI :
SIGNALISATION ET
ECLIRAGE PUBLIC

I. Signalisation routier

Introduction

La signalisation routière englobe tous les signaux standards installés le long des routes, visant à assurer la sécurité des usagers. Ces signaux remplissent deux fonctions principales : informer les conducteurs des dangers, des règles de circulation et des éléments essentiels pour prendre des décisions, ainsi que leur fournir des repères et indications utiles pour leurs déplacements.

I.1 L'objectif de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet :

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

I.2 Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- ◆ Signalisation verticale
- ◆ Signalisation horizontale.

I.2.1 Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

I.2.2 Signalisation avancée :

Le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection Le signal B3 accompagné dans les cas d'un panneau additionnel (model G5) est implanté sur la route prioritaire.

I.2.3 Signaux de danger

Panneaux de forme triangulaire (pointe vers le haut), ils doivent être placés à 150m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

I.2.4 Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, placé sur la route ou les usagers doivent marquer l'arrêt obligatoire (signalisation de position), on trouve:

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

I.2.5 Signaux à simple indication :

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

- Signaux d'indication et direction;
- Signaux de localisation et signaux divers.
- Signalisations horizontales.

Elles comportent uniquement les marques sur la chaussée; et elle se divise en deux types:

I.3 Marquage longitudinales

Elles sont utilisées pour délimiter les voies de circulation, on trouve:

I.3.1 Lignes continues

Elles ont un caractère impératif (non franchissables, sauf du côté où elles sont doublées par une ligne discontinue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de la route où le dépassement est interdit.

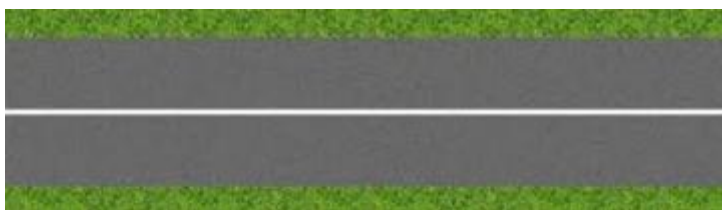


Figure VI.1 : ligne continue

I.3.2 Lignes discontinues

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, et elles sont marquées par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des lignes à leurs intervalles. On distingue:

- Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles, la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles;
- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles;
- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, par lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles;

Le tableau ci-après résume les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues selon les normes européennes.

**Figure VI.2 : ligne discontinue**

Lignes mixtes :

Ce sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

Marquages transversales :

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

Autres signalisation :

- **Les flèches de rabattement :** Une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.

Les flèches de sélection :

Flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

Largeur Des Lignes :

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "u" différente selon le type de route :

u = 7,5 cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées

u = 6 cm sur les routes et les voies urbaines

u = 5 cm sur toutes les autres routes Les différents panneaux utilisés dans notre projet :



Figure VI.3 : Les signaux routiers adoptés pour le giratoire

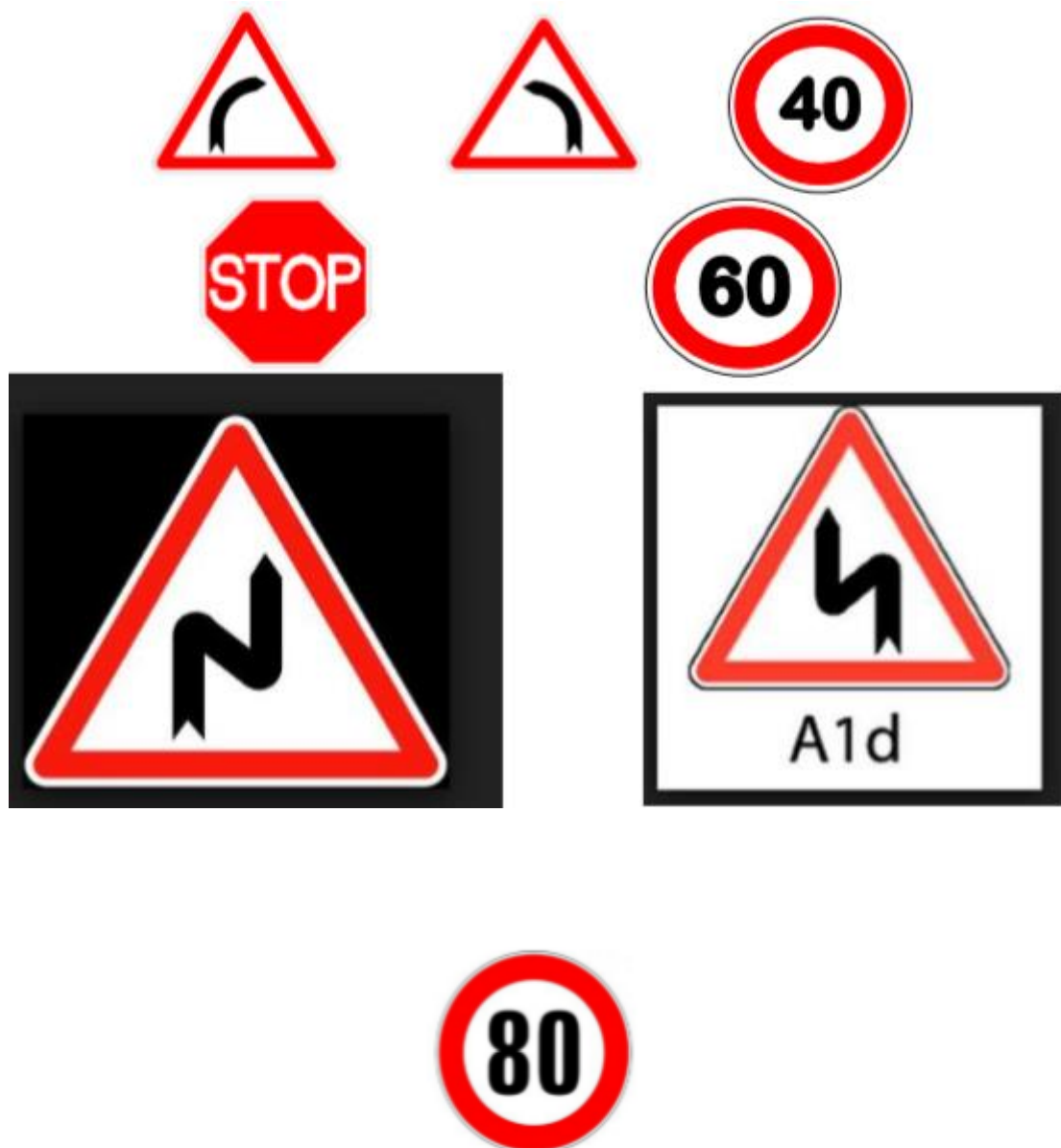














Figure VI.4 : Les signaux routiers utilisés pour l'évitement.

Les signalisations retenues dans le cadres de cette étude sont présentées sur le tableau suivant :

N°	Panneau	PK	Côté	Type	Code
1		9-087	tpc	interdiction	B14
2		9-087	gauche	interdiction	B14
3		9-223	tpc	interdiction	B14
4		9-223	Droit	interdiction	B14
5		9-273	tpc	Attention au mal de dos	A1d
6		9-273	Droit	Attention au mal de dos	A1d
7		9-848	tpc	Attention au mal de dos	A1a
8		9-848	Droit	Attention au mal de dos	A1a
9		9-873	tpc	Attention au mal de dos	A1d
10		9-873	gauche	Attention au mal de dos	A1d
11		9-930	tpc	interdiction	B14
12		9-930	gauche	interdiction	B14

II- Eclairage public

Introduction

L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes sont essentiels pour garantir la sécurité des usagers de la route pendant la nuit. Leur objectif principal est de permettre à tous de circuler dans des conditions aussi sûres et confortables que possible.

II.1 Catégories d'éclairage

On distingue quatre catégories d'éclairage public :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.

- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage ...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

II.2 Paramètre de l'implantation des luminaires

: L'espace (e) entre luminaires : qui varie en fonction de 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.
- La porte à faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux par r
- apport au bord de la chaussée.

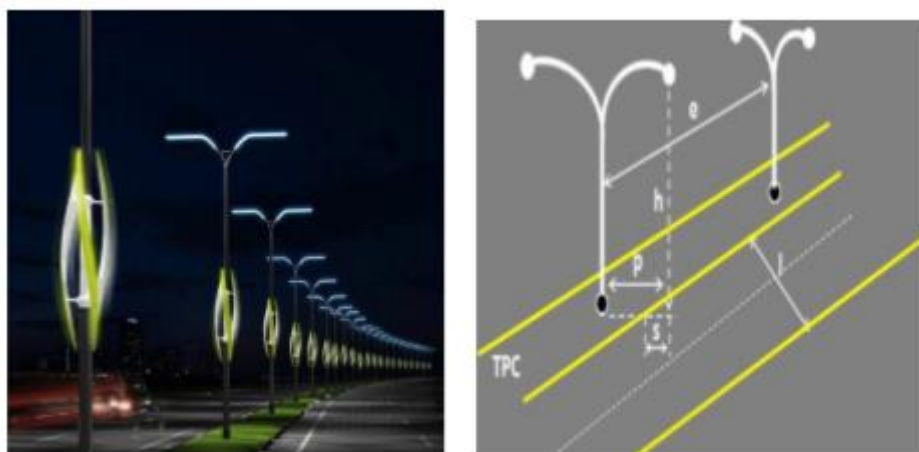


Figure VI.5 : Éclairage composé

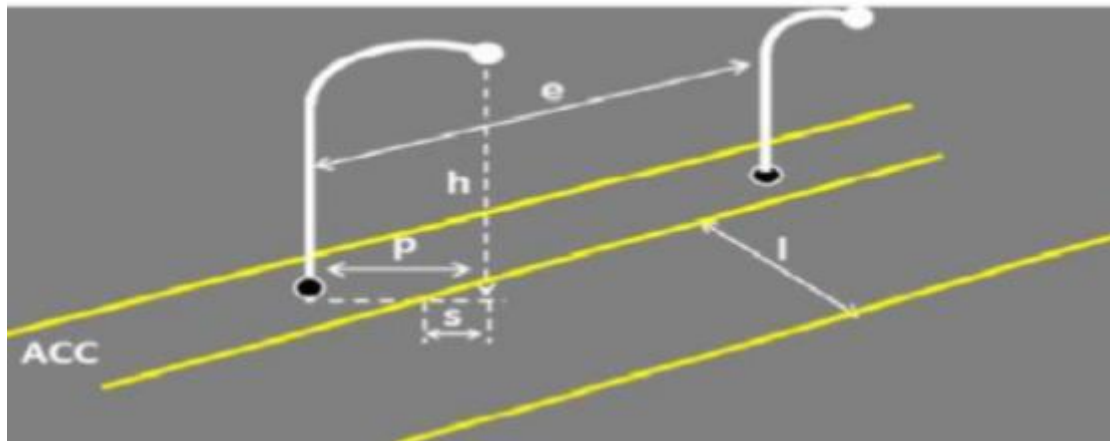


Figure VI.6 : éclairage simple.



CONCLUSION

Conclusion

Ce projet de fin d'études m'a offert l'opportunité de mettre en pratique les connaissances théoriques et techniques acquises durant mon cursus universitaire. Cette étude m'a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques rencontrés, sachant que les projets routiers impliquent de nombreux facteurs, ce qui nous oblige à aborder divers domaines pour les concrétiser.

Dans cette étude, nous avons tenté de moderniser un tronçon de la route entre les points kilométriques 6+439 et 10+646. Les résultats obtenus se résument comme suit :

- La modernisation du tracé en plan, qui s'est traduite par la correction de ses faibles rayons, avec en prime un gain en linéaire.
- L'amélioration du profil en long par l'adoucissement des pentes.
- Un nouveau profil en travers, comprenant une chaussée et des accotements conformes aux normes en vigueur.
- La réfection totale du réseau d'assainissement, responsable de la forte dégradation de la chaussée.

La modernisation de ce tronçon permettra certainement d'améliorer la qualité de vie des riverains, qui souffrent de la dégradation de cette infrastructure, ce qui se répercute, entre autres, sur le développement de la région et le coût du transport.



DEVIS

N°	Désignation des Ouvrages	U	Quantité	P.U	Montant
1	Installation et repliement du chantier	FF	1	2,000,000.00	2,000,000.00
2	Abattage, arrachage et dessouchage des arbres singuliers et mise en stock	U	300	1,400.00	420,000.00
3	Démolition ouvrages divers	M ³	100.00	5,000.00	500,000.00
4	Démolition ouvrages en béton armé	M ²	30.00	15,000.00	450,000.00
5	Démolition de chaussées, trottoirs et accotements revêtus	M ²	120.00	2,500.00	300,000.00
6	Décapage de terre végétale	M ³	8,316.00	280.00	2,328,480.00
7	Substitution de PST en déblai ou TN d'assise de remblai en matériaux insensibles	M ³	2,300.00	2,000.00	4,600,000.00
8	Déblai meuble y/c évacuation à la décharge publique sur un rayon de 10Km	M ³	#####	350.00	89,062,400.00
9	Déblai rocheux y/c évacuation à la décharge publique sur un rayon de 10Km	M ³	6,000.00	1,800.00	10,800,000.00
10	Remblai en provenance d'emprunt y/c transport sur un rayon de 10Km	M ³	19,135.00	850.00	16,264,750.00
11	Assise drainante en matériau de granulométrie 4/100	M ³	350.00	2,400.00	840,000.00
12	Géotextile anti-contaminant	M	2,500.00	750.00	1,875,000.00
13	Plus value de Transport de matériaux sur une distance supérieure à 10 kilomètre	M ³	#####	15.00	6,000,000.00
14	Fossé trapézoïdale de plateforme en béton armé avec treillis soudés	M ²	2,600.00	3,500.00	9,100,000.00
15	Cunettes en semi buse Ø300 pour risbermes	M3 x KM	1,300.00	2,000.00	2,600,000.00
16	Descentes d'eau en tuile imbriquées	ML	380.00	3,000.00	1,140,000.00
17	Caniveau en U en béton armé avec treillis soudés de 0,5 x 0,4	ML	1,800.00	2,800.00	5,040,000.00
18	Béton de propreté ep=10cm	ML	85.00	6,500.00	552,500.00
19	F/P de matériaux 25/63 pour tranchées drainantes	M	2,600.00	2,600.00	6,760,000.00
20	Buses en béton armé Ø 800 mm	L	92.00	22,000.00	2,024,000.00
21	Buses en béton armé Ø 1000 mm	M ²	46.00	24,000.00	1,104,000.00
22	Buses en béton armé Ø 1500 mm	M	52.00	46,000.00	2,392,000.00
23	Couche de forme en GNT 0/31.5 sur une ep=30cm.	L	34,815.00	2,200.00	76,593,000.00
24	Grave bitume GB 0/20	M	22,411.20	6,000.00	134,467,200.00
25	Couche de roulement en béton bitumineux semi-grenu, BBSG 0/14	L	15,135.68	7,000.00	105,949,760.00
26	Couche dimprégnation	M	81,200.00	120.00	9,744,000.00
27	Couche daccrochage	L	81,200.00	80.00	6,496,000.00
28	Marquage par hachures (zébras)	M ³	350.00	800.00	280,000.00
29	Bande de largeur de 150 mm	T	34,800.00	160.00	5,568,000.00
30	Marquage de flèches de rabattement	T	20	900.00	18,000.00
31	Panneau triangulaire de gamme normale	M ²	60	15,000.00	900,000.00
32	Panneau circulaire de gamme normale	M ²	40	17,000.00	680,000.00
33	Panneau carré de gamme normale	M ²	4	20,000.00	80,000.00
34	Panneau octogonal de gamme normale	M ²	10	20,000.00	200,000.00
35	Réflecteur simple face sur glissières	M	600	1,200.00	720,000.00
36	Mur de soutènement en gabions	L	320.00	8,500.00	2,720,000.00
37	Éperons et épis drainants	U	240.00	3,000.00	720,000.00
38	Drains subhorizontaux	U	30.00	6,000.00	180,000.00
		U			
		U			
		U			
		U			
		M ³			
		M ³			
		ML			
	S/TOTAL				511,469,090.00

MONTANT EN HT	511,469,090.00
T.V.A 17%	86,949,745.30
MONTANT EN TTC	598,418,835.30

Devis

N°	Désignation des Ouvrages	U	Quantité	P.U	Montant
1	Installation et repliement du chantier	FF	1	2,000,000.00	2,000,000.00
2	Abattage, arrachage et dessouchage des arbres singuliers et mise en stock	U	300	1,400.00	420,000.00
3	Démolition ouvrages divers	M ³	100.00	5,000.00	500,000.00
4	Démolition ouvrages en béton armé	M ²	30.00	15,000.00	450,000.00
5	Démolition de chaussées, trottoirs et accotements revêtus	M ²	120.00	2,500.00	300,000.00
6	Décapage de terre végétale	M ₃	8,316.00	280.00	2,328,480.00
7	Substitution de PST en déblai ou TN d'assise de remblai en matériaux insensibles	M ₃	2,300.00	2,000.00	4,600,000.00
8	Déblai meuble y/c évacuation à la décharge publique sur un rayon de 10Km	M ₃	#####	350.00	89,062,400.00
9	Remblai en provenance d'emprunt y/c transport sur un rayon de 10Km	M ₃	19,135.00	850.00	16,264,750.00
10	Assise drainante en matériau de granulométrie 4/100	M ₃	350.00	2,400.00	840,000.00
11	Géotextile anti-contaminant	M ₃	2,500.00	750.00	1,875,000.00
12		M ₂			
13					
14	Descentes d'eau en tuile imbriquées		380.00	3,000.00	1,140,000.00
15	Caniveau en U en béton armé avec treillis soudés de 0,5 x 0,4	M	1,800.00	2,800.00	5,040,000.00
16	Béton de propreté ep=10cm	L	85.00	6,500.00	552,500.00
17	F/P de matériaux 25/63 pour tranchées drainantes	M	2,600.00	2,600.00	6,760,000.00
18	Buses en béton armé Ø 800 mm	L	92.00	22,000.00	2,024,000.00
19	Buses en béton armé Ø 1000 mm	M ³	46.00	24,000.00	1,104,000.00
20	Buses en béton armé Ø 1500 mm	M ³	52.00	46,000.00	2,392,000.00
21	Couche de forme en GNT 0/31.5 sur une ep=30cm.	M	33,600.00	2,200.00	73,920,000.00
22	Grave bitume GB 0/20	L	14,000.00	6,000.00	84,000,000.00
23		M			
24		L			
25		M			
26	Bande de largeur de 150 mm	L	34,800.00	160.00	5,568,000.00
		M ³			
		T			
		ML			
S/TOTAL					301,141,130.00

MONTANT EN HT	301,141,130.00
T.V.A 17%	51,193,992.10
MONTANT EN TTC	352,335,122.10



BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- 1 : B40
- 2 : mémoire latamna nacereddine
- 3 : mémoire rammaya bouthaina
- 4 : dédoublement pr.milla
- 5 : site génie civil blogspot.com
- 6 : mémoire saleh salim
- 7 : dspace-univ-djelfa cour coubatur chapitre VII
- 8 : mémoire benaid hadjer
- 9 : cours les annexes de la route
- 10 : site internet
- 11 : mémoire khaled mouaad abd al ghaleb
- 12 : LCPC setra guide thechnologie de la sainissement routier
- 13 : site internet climat du monde.



ANNEXE

AXE EN PLAN

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0	53308,896	13959,345
D1	GIS = 38,082g	416,507			
			416,507	53543,452	14303,527
L1	A = 164,000				
	Rf= 250,000				
	L = 107,584				
			524,091	53597,403	14396,35
	XC= 53365,518				
	YC= 14489,782				
	R = 250,000				
	L = 147,181				
			671,272	53610,248	14540,844
	Rd= 250,000				
	A = 164,000				
	L = 107,584	362,349			
			778,856	53573,517	14641,729
D2	GIS = 373,207g	28,859			
			807,715	53561,727	14668,07
L2	A = 164,000				
	Rf= -250,000				
	L = 107,584				
			915,299	53524,996	14768,954
	XC= 53769,726				
	YC= 14820,016				
	R = -250,000				
	L = 156,981				
			1072,28	53541,681	14922,464
	Rd= -250,000				
	A = 164,000				
	L = 107,584	372,149			
			1179,864	53599,228	15013,102
D3	GIS = 40,578g	1091,605			
			2271,469	54248,846	15890,368
L3	XC= 53445,198				
	YC= 16485,472				
	R = 1000,000	258,41			
			2529,879	54374,238	16115,495
D4	GIS = 24,127g	466,379			
			2996,259	54546,788	16548,78
L4	XC= 55661,637				

	YC= 16104,808				
	R = -1200,000	174,744			
			3171,002	54623,011	16705,852
D5	GIS = 33,397g	360,85			
			3531,852	54803,75	17018,176
L5	A = 172,000				
	Rf= 300,000				
	L = 98,613				
			3630,465	54848,342	17105,998
	XC= 54567,599				
	YC= 17211,750				
	R = 300,000				
	L = 162,863				
			3793,328	54862,61	17266,235
	Rd= 300,000				
	A = 172,000				
	L = 98,613	360,09			
			3891,942	54834,236	17360,555
D6	GIS = 377,910g	167,436			
			4059,378	54777,298	17518,012
LONGUEUR DE L'AXE		4059,378			

PROFIL EN LONG

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0.000	474.970
D1	PENTE= -1.172 %	544.758		
			544.758	468.587
PAR1	S= 603.3472 Z= 468.2433 R = 5000.00	306.644		
			851.402	474.396
D2	PENTE= 4.961 %	270.853		
			1122.255	487.834
PAR2	S= 1519.1428 Z= 497.6787 R = -8000.00	470.310		
			1592.565	497.342
D3	PENTE= -0.918 %	732.784		
			2325.349	490.616
PAR3	S= 2251.9270 Z= 490.9534 R = -8000.00	180.102		
			2505.451	486.936
D4	PENTE= -3.169 %	523.073		
			3028.524	470.360
PAR4	S= 3186.9761 Z= 467.8491 R = 5000.00	225.293		
			3253.816	468.296
D5	PENTE= 1.337 %	805.213		
			4059.030	479.060
LONGUEUR DE L'AXE 4059.030				

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	475.841	474.970	53308.896	13959.345	124.274°	2.50	-2.5
2	5.000	475.299	474.911	53311.711	13963.477	124.274°	2.50	-2.5
3	10.000	475.176	474.853	53314.527	13967.608	124.274°	2.50	-2.5
4	15.000	475.053	474.794	53317.343	13971.740	124.274°	2.50	-2.5
5	20.000	474.929	474.736	53320.159	13975.872	124.274°	2.50	-2.5
6	25.000	474.806	474.677	53322.974	13980.004	124.274°	2.50	-2.5
7	30.000	474.683	474.618	53325.790	13984.136	124.274°	2.50	-2.5
8	35.000	474.548	474.560	53328.606	13988.267	124.274°	2.50	-2.5
9	40.000	474.386	474.501	53331.422	13992.399	124.274°	2.50	-2.5
10	45.000	474.260	474.443	53334.237	13996.531	124.274°	2.50	-2.5
11	50.000	474.166	474.384	53337.053	14000.663	124.274°	2.50	-2.5
12	55.000	473.991	474.326	53339.869	14004.794	124.274°	2.50	-2.5
13	60.000	474.086	474.267	53342.685	14008.926	124.274°	2.50	-2.5
14	65.000	473.865	474.208	53345.500	14013.058	124.274°	2.50	-2.5
15	70.000	473.634	474.150	53348.316	14017.190	124.274°	2.50	-2.5
16	75.000	473.533	474.091	53351.132	14021.321	124.274°	2.50	-2.5
17	80.000	473.485	474.033	53353.948	14025.453	124.274°	2.50	-2.5
18	85.000	473.437	473.974	53356.763	14029.585	124.274°	2.50	-2.5
19	90.000	473.314	473.915	53359.579	14033.717	124.274°	2.50	-2.5
20	95.000	473.201	473.857	53362.395	14037.849	124.274°	2.50	-2.5
21	100.000	472.981	473.798	53365.211	14041.980	124.274°	2.50	-2.5
22	105.000	473.335	473.740	53368.027	14046.112	124.274°	2.50	-2.5
23	110.000	473.265	473.681	53370.842	14050.244	124.274°	2.50	-2.5
24	115.000	473.049	473.622	53373.658	14054.376	124.274°	2.50	-2.5
25	120.000	472.957	473.564	53376.474	14058.507	124.274°	2.50	-2.5
26	125.000	472.678	473.505	53379.290	14062.639	124.274°	2.50	-2.5
27	130.000	472.395	473.447	53382.105	14066.771	124.274°	2.50	-2.5
28	135.000	472.112	473.388	53384.921	14070.903	124.274°	2.50	-2.5
29	140.000	471.582	473.329	53387.737	14075.034	124.274°	2.50	-2.5
30	145.000	470.671	473.271	53390.553	14079.166	124.274°	2.50	-2.5
31	150.000	470.357	473.212	53393.368	14083.298	124.274°	2.50	-2.5
32	155.000	470.113	473.154	53396.184	14087.430	124.274°	2.50	-2.5
33	160.000	469.916	473.095	53399.000	14091.561	124.274°	2.50	-2.5
34	165.000	469.666	473.037	53401.816	14095.693	124.274°	2.50	-2.5
35	170.000	469.415	472.978	53404.631	14099.825	124.274°	2.50	-2.5
36	175.000	469.165	472.919	53407.447	14103.957	124.274°	2.50	-2.5
37	180.000	468.915	472.861	53410.263	14108.089	124.274°	2.50	-2.5
38	185.000	468.664	472.802	53413.079	14112.220	124.274°	2.50	-2.5
39	190.000	468.510	472.744	53415.894	14116.352	124.274°	2.50	-2.5
40	195.000	468.278	472.685	53418.710	14120.484	124.274°	2.50	-2.5
41	200.000	468.045	472.626	53421.526	14124.616	124.274°	2.50	-2.5
42	205.000	467.813	472.568	53424.342	14128.747	124.274°	2.50	-2.5
43	210.000	467.581	472.509	53427.157	14132.879	124.274°	2.50	-2.5
44	215.000	467.349	472.451	53429.973	14137.011	124.274°	2.50	-2.5
45	220.000	467.117	472.392	53432.789	14141.143	124.274°	2.50	-2.5
46	225.000	466.885	472.333	53435.605	14145.274	124.274°	2.50	-2.5
47	230.000	466.653	472.275	53438.420	14149.406	124.274°	2.50	-2.5
48	235.000	466.600	472.216	53441.236	14153.538	124.274°	2.50	-2.5
49	240.000	466.683	472.158	53444.052	14157.670	124.274°	2.50	-2.5
50	245.000	466.763	472.099	53446.868	14161.802	124.274°	2.50	-2.5
51	250.000	466.833	472.041	53449.683	14165.933	124.274°	2.50	-2.5
52	255.000	466.904	471.982	53452.499	14170.065	124.274°	2.50	-2.5

TABULATION

53	260.000	466.974	471.923	53455.315	14174.197	124.274°	2.50	-2.5
54	265.000	467.044	471.865	53458.131	14178.329	124.274°	2.50	-2.5
55	270.000	466.977	471.806	53460.946	14182.460	124.274°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
56	275.000	466.888	471.748	53463.762	14186.592	124.274°	2.50	-2.5
57	280.000	466.871	471.689	53466.578	14190.724	124.274°	2.50	-2.5
58	285.000	466.854	471.630	53469.394	14194.856	124.274°	2.50	-2.5
59	290.000	466.837	471.572	53472.210	14198.987	124.274°	2.50	-2.5
60	295.000	466.820	471.513	53475.025	14203.119	124.274°	2.50	-2.5
61	300.000	467.008	471.455	53477.841	14207.251	124.274°	2.50	-2.5
62	305.000	466.755	471.396	53480.657	14211.383	124.274°	2.50	-2.5
63	310.000	466.538	471.337	53483.473	14215.515	124.274°	2.50	-2.5
64	315.000	466.440	471.279	53486.288	14219.646	124.274°	2.50	-2.5
65	320.000	466.342	471.220	53489.104	14223.778	124.274°	2.50	-2.5
66	325.000	466.243	471.162	53491.920	14227.910	124.274°	2.50	-2.5
67	330.000	466.145	471.103	53494.736	14232.042	124.274°	2.50	-2.5
68	335.000	466.047	471.045	53497.551	14236.173	124.274°	2.50	-2.5
69	340.000	465.949	470.986	53500.367	14240.305	124.274°	2.50	-2.5
70	345.000	465.911	470.927	53503.183	14244.437	124.274°	2.50	-2.5
71	350.000	466.036	470.869	53505.999	14248.569	124.274°	2.50	-2.5
72	355.000	466.085	470.810	53508.814	14252.700	124.274°	2.50	-2.5
73	360.000	466.133	470.752	53511.630	14256.832	124.274°	2.50	-2.5
74	365.000	466.181	470.693	53514.446	14260.964	124.274°	2.50	-2.5
75	370.000	466.229	470.634	53517.262	14265.096	124.274°	2.50	-2.5
76	375.000	466.239	470.576	53520.077	14269.228	124.274°	2.50	-2.5
77	380.000	466.248	470.517	53522.893	14273.359	124.274°	2.50	-2.5
78	385.000	466.257	470.459	53525.709	14277.491	124.274°	2.50	-2.5
79	390.000	466.266	470.400	53528.525	14281.623	124.274°	2.50	-2.5
80	395.000	466.276	470.341	53531.340	14285.755	124.274°	2.50	-2.5
81	400.000	466.285	470.283	53534.156	14289.886	124.274°	2.50	-2.5
82	405.000	466.294	470.224	53536.972	14294.018	124.274°	2.50	-2.5
83	410.000	466.303	470.166	53539.788	14298.150	124.274°	2.50	-2.5
84	415.000	466.312	470.107	53542.603	14302.282	124.274°	2.50	-2.5
85	416.507	466.315	470.089	53543.452	14303.527	124.274°	2.50	-2.5
86	420.000	466.931	470.048	53545.419	14306.414	124.261°	2.50	-2.1
87	425.000	466.827	469.990	53548.232	14310.547	124.197°	2.50	-1.7
88	430.000	466.727	469.931	53551.038	14314.686	124.080°	2.50	-1.3
89	435.000	466.632	469.873	53553.834	14318.831	123.910°	2.50	-0.8
90	440.000	466.544	469.814	53556.616	14322.986	123.686°	2.50	-0.4
91	445.000	466.466	469.756	53559.379	14327.152	123.409°	2.50	0.0
92	450.000	466.400	469.697	53562.121	14331.334	123.079°	2.50	0.4
93	455.000	466.348	469.638	53564.836	14335.532	122.696°	2.50	0.9
94	460.000	466.270	469.580	53567.521	14339.750	122.259°	2.50	1.3
95	465.000	460.550	469.521	53570.172	14343.990	121.769°	2.50	1.7
96	470.000	460.422	469.463	53572.785	14348.253	121.226°	2.50	2.2
97	475.000	460.295	469.404	53575.355	14352.542	120.630°	2.67	2.6
98	480.000	460.170	469.345	53577.878	14356.858	119.980°	3.11	3.1
99	485.000	460.046	469.287	53580.350	14361.204	119.277°	3.55	3.5
100	490.000	459.924	469.228	53582.767	14365.581	118.521°	3.99	3.9
101	495.000	458.612	469.170	53585.124	14369.991	117.712°	4.43	4.4
102	500.000	459.731	469.111	53587.416	14374.435	116.849°	4.87	4.8
103	505.000	459.602	469.052	53589.638	14378.913	115.933°	5.31	5.3
104	510.000	459.475	468.994	53591.787	14383.428	114.964°	5.76	5.7
105	515.000	459.351	468.935	53593.857	14387.979	113.941°	6.20	6.2
106	520.000	459.230	468.877	53595.844	14392.568	112.866°	6.64	6.6
107	524.091	459.130	468.829	53597.403	14396.350	111.946°	7.00	7.0
108	525.000	458.743	468.818	53597.741	14397.194	111.737°	7.00	7.0

TABULATION

109	530.000	458.631	468.760	53599.546	14401.856	110.592°	7.00	7.0
110	535.000	458.652	468.701	53601.258	14406.554	109.446°	7.00	7.0

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
111	540.000	458.673	468.642	53602.875	14411.285	108.300°	7.00	7.0
112	545.000	458.693	468.584	53604.398	14416.048	107.154°	7.00	7.0
113	550.000	458.713	468.528	53605.824	14420.840	106.008°	7.00	7.0
114	555.000	458.734	468.477	53607.155	14425.659	104.862°	7.00	7.0
115	560.000	458.814	468.431	53608.389	14430.505	103.716°	7.00	7.0
116	565.000	458.897	468.390	53609.526	14435.373	102.570°	7.00	7.0
117	570.000	458.979	468.355	53610.565	14440.264	101.424°	7.00	7.0
118	575.000	459.062	468.324	53611.507	14445.175	100.278°	7.00	7.0
119	580.000	459.144	468.298	53612.350	14450.103	99.132°	7.00	7.0
120	585.000	459.225	468.277	53613.094	14455.047	97.986°	7.00	7.0
121	590.000	458.935	468.261	53613.739	14460.005	96.841°	7.00	7.0
122	595.000	459.069	468.250	53614.285	14464.975	95.695°	7.00	7.0
123	600.000	459.196	468.244	53614.731	14469.955	94.549°	7.00	7.0
124	605.000	459.353	468.244	53615.078	14474.943	93.403°	7.00	7.0
125	610.000	458.841	468.248	53615.325	14479.937	92.257°	7.00	7.0
126	615.000	459.051	468.257	53615.471	14484.935	91.111°	7.00	7.0
127	620.000	461.140	468.271	53615.518	14489.935	89.965°	7.00	7.0
128	625.000	459.796	468.290	53615.465	14494.934	88.819°	7.00	7.0
129	630.000	459.911	468.314	53615.312	14499.932	87.673°	7.00	7.0
130	635.000	460.015	468.344	53615.059	14504.925	86.527°	7.00	7.0
131	640.000	462.303	468.378	53614.707	14509.913	85.381°	7.00	7.0
132	645.000	458.198	468.417	53614.254	14514.892	84.235°	7.00	7.0
133	650.000	458.383	468.461	53613.702	14519.861	83.090°	7.00	7.0
134	655.000	463.563	468.510	53613.051	14524.819	81.944°	7.00	7.0
135	660.000	464.016	468.564	53612.301	14529.762	80.798°	7.00	7.0
136	665.000	464.475	468.623	53611.452	14534.689	79.652°	7.00	7.0
137	670.000	464.941	468.688	53610.505	14539.599	78.506°	7.00	7.0
138	671.272	465.854	468.705	53610.248	14540.844	78.214°	7.00	7.0
139	675.000	467.779	468.757	53609.460	14544.488	77.375°	6.67	6.6
140	680.000	467.754	468.831	53608.321	14549.357	76.295°	6.23	6.2
141	685.000	467.171	468.910	53607.092	14554.203	75.269°	5.79	5.7
142	690.000	467.432	468.994	53605.779	14559.028	74.296°	5.35	5.3
143	695.000	467.494	469.083	53604.387	14563.830	73.376°	4.90	4.9
144	700.000	467.567	469.178	53602.920	14568.610	72.509°	4.46	4.4
145	705.000	467.656	469.277	53601.383	14573.368	71.696°	4.02	4.0
146	710.000	467.516	469.381	53599.781	14578.104	70.936°	3.58	3.5
147	715.000	466.490	469.490	53598.119	14582.820	70.229°	3.14	3.1
148	720.000	467.225	469.604	53596.400	14587.515	69.576°	2.70	2.7
149	725.000	467.987	469.723	53594.630	14592.191	68.976°	2.50	2.2
150	730.000	468.774	469.847	53592.814	14596.850	68.429°	2.50	1.8
151	735.000	468.910	469.977	53590.955	14601.491	67.935°	2.50	1.3
152	740.000	468.891	470.111	53589.059	14606.118	67.494°	2.50	0.9
153	745.000	468.872	470.250	53587.129	14610.730	67.107°	2.50	0.4
154	750.000	472.125	470.394	53585.170	14615.331	66.773°	2.50	0.0
155	755.000	470.015	470.543	53583.187	14619.920	66.492°	2.50	-0.3
156	760.000	470.142	470.697	53581.183	14624.501	66.265°	2.50	-0.8
157	765.000	470.271	470.857	53579.163	14629.075	66.091°	2.50	-1.2
158	770.000	470.402	471.021	53577.131	14633.644	65.970°	2.50	-1.7
159	775.000	470.534	471.190	53575.092	14638.209	65.902°	2.50	-2.1
160	778.856	470.803	471.324	53573.517	14641.729	65.886°	2.50	-2.5
161	780.000	470.886	471.364	53573.050	14642.773	65.886°	2.50	-2.5
162	785.000	471.043	471.543	53571.007	14647.337	65.886°	2.50	-2.5
163	790.000	471.052	471.727	53568.964	14651.900	65.886°	2.50	-2.5

TABULATION

164	795.000	471.143	471.916	53566.922	14656.464	65.886°	2.50	-2.5
165	800.000	471.233	472.111	53564.879	14661.028	65.886°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
166	805.000	471.212	472.310	53562.836	14665.591	65.886°	2.50	-2.5
167	807.715	471.297	472.420	53561.727	14668.070	65.886°	2.50	-2.5
168	810.000	471.330	472.514	53560.793	14670.155	65.892°	2.30	-2.5
169	815.000	471.572	472.723	53558.753	14674.720	65.943°	1.86	-2.5
170	820.000	472.174	472.937	53556.718	14679.287	66.047°	1.42	-2.5
171	825.000	472.777	473.156	53554.694	14683.859	66.204°	0.97	-2.5
172	830.000	473.382	473.380	53552.685	14688.438	66.415°	0.53	-2.5
173	835.000	473.989	473.610	53550.695	14693.024	66.679°	0.09	-2.5
174	840.000	474.600	473.844	53548.728	14697.621	66.996°	-0.35	-2.5
175	845.000	475.214	474.083	53546.788	14702.230	67.367°	-0.79	-2.5
176	850.000	475.833	474.327	53544.881	14706.852	67.791°	-1.23	-2.5
177	855.000	476.380	474.575	53543.010	14711.488	68.268°	-1.68	-2.5
178	860.000	476.445	474.823	53541.180	14716.141	68.798°	-2.12	-2.5
179	865.000	475.250	475.071	53539.395	14720.812	69.381°	-2.56	-2.5
180	870.000	475.086	475.319	53537.660	14725.501	70.018°	-3.00	-3.0
181	875.000	475.129	475.567	53535.979	14730.210	70.708°	-3.44	-3.4
182	880.000	475.557	475.815	53534.357	14734.940	71.452°	-3.88	-3.8
183	885.000	474.662	476.063	53532.800	14739.691	72.248°	-4.32	-4.3
184	890.000	473.847	476.311	53531.310	14744.464	73.098°	-4.77	-4.7
185	895.000	473.958	476.559	53529.894	14749.259	74.001°	-5.21	-5.2
186	900.000	474.108	476.807	53528.556	14754.077	74.957°	-5.65	-5.6
187	905.000	474.136	477.056	53527.300	14758.916	75.967°	-6.09	-6.0
188	910.000	473.983	477.304	53526.132	14763.778	77.030°	-6.53	-6.5
189	915.000	473.744	477.552	53525.057	14768.661	78.146°	-6.97	-6.9
190	915.299	473.732	477.566	53524.996	14768.954	78.214°	-7.00	-7.0
191	920.000	473.514	477.800	53524.079	14773.564	79.292°	-7.00	-7.0
192	925.000	473.183	478.048	53523.199	14778.486	80.438°	-7.00	-7.0
193	930.000	472.870	478.296	53522.418	14783.425	81.584°	-7.00	-7.0
194	935.000	472.595	478.544	53521.736	14788.378	82.730°	-7.00	-7.0
195	940.000	472.302	478.792	53521.153	14793.344	83.875°	-7.00	-7.0
196	945.000	471.034	479.040	53520.669	14798.320	85.021°	-7.00	-7.0
197	950.000	468.857	479.288	53520.285	14803.305	86.167°	-7.00	-7.0
198	955.000	467.301	479.536	53520.001	14808.297	87.313°	-7.00	-7.0
199	960.000	468.405	479.784	53519.816	14813.294	88.459°	-7.00	-7.0
200	965.000	469.507	480.032	53519.732	14818.293	89.605°	-7.00	-7.0
201	970.000	470.608	480.280	53519.747	14823.293	90.751°	-7.00	-7.0
202	975.000	471.707	480.528	53519.863	14828.291	91.897°	-7.00	-7.0
203	980.000	472.803	480.776	53520.078	14833.286	93.043°	-7.00	-7.0
204	985.000	473.897	481.024	53520.393	14838.276	94.189°	-7.00	-7.0
205	990.000	474.987	481.272	53520.809	14843.259	95.335°	-7.00	-7.0
206	995.000	476.073	481.520	53521.323	14848.232	96.481°	-7.00	-7.0
207	1000.000	477.155	481.769	53521.937	14853.195	97.626°	-7.00	-7.0
208	1005.000	478.233	482.017	53522.650	14858.143	98.772°	-7.00	-7.0
209	1010.000	479.305	482.265	53523.462	14863.077	99.918°	-7.00	-7.0
210	1015.000	480.279	482.513	53524.372	14867.993	101.064°	-7.00	-7.0
211	1020.000	481.303	482.761	53525.381	14872.890	102.210°	-7.00	-7.0
212	1025.000	482.339	483.009	53526.487	14877.766	103.356°	-7.00	-7.0
213	1030.000	483.369	483.257	53527.691	14882.619	104.502°	-7.00	-7.0
214	1035.000	484.393	483.505	53528.991	14887.447	105.648°	-7.00	-7.0
215	1040.000	485.411	483.753	53530.388	14892.248	106.794°	-7.00	-7.0
216	1045.000	486.422	484.001	53531.880	14897.020	107.940°	-7.00	-7.0
217	1050.000	487.426	484.249	53533.468	14901.761	109.086°	-7.00	-7.0
218	1055.000	487.837	484.497	53535.150	14906.470	110.231°	-7.00	-7.0

TABULATION

219	1060.000	486.520	484.745	53536.926	14911.144	111.377°	-7.00	-7.0
220	1065.000	487.452	484.993	53538.795	14915.781	112.523°	-7.00	-7.0

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
221	1070.000	488.382	485.241	53540.756	14920.380	113.669°	-7.00	-7.0
222	1072.280	488.805	485.354	53541.681	14922.464	114.192°	-7.00	-7.0
223	1075.000	489.308	485.489	53542.809	14924.939	114.807°	-6.76	-6.7
224	1080.000	489.453	485.737	53544.950	14929.458	115.898°	-6.32	-6.3
225	1085.000	489.373	485.985	53547.175	14933.935	116.935°	-5.88	-5.8
226	1090.000	488.927	486.234	53549.478	14938.373	117.918°	-5.44	-5.4
227	1095.000	489.852	486.482	53551.856	14942.772	118.849°	-4.99	-4.9
228	1100.000	490.931	486.730	53554.302	14947.132	119.726°	-4.55	-4.5
229	1105.000	491.995	486.978	53556.813	14951.456	120.550°	-4.11	-4.1
230	1110.000	493.045	487.226	53559.383	14955.745	121.321°	-3.67	-3.6
231	1115.000	494.083	487.474	53562.009	14959.999	122.039°	-3.23	-3.2
232	1120.000	495.467	487.722	53564.687	14964.222	122.703°	-2.79	-2.7
233	1125.000	495.972	487.969	53567.411	14968.415	123.314°	-2.34	-2.5
234	1130.000	497.764	488.214	53570.178	14972.580	123.872°	-1.90	-2.5
235	1135.000	495.261	488.456	53572.983	14976.719	124.376°	-1.46	-2.5
236	1140.000	495.040	488.694	53575.822	14980.834	124.827°	-1.02	-2.5
237	1145.000	494.828	488.930	53578.693	14984.928	125.225°	-0.58	-2.5
238	1150.000	497.602	489.162	53581.589	14989.004	125.570°	-0.14	-2.5
239	1155.000	493.401	489.391	53584.508	14993.063	125.862°	0.30	-2.5
240	1160.000	493.156	489.617	53587.446	14997.109	126.100°	0.75	-2.5
241	1165.000	497.323	489.840	53590.399	15001.144	126.285°	1.19	-2.5
242	1170.000	497.936	490.060	53593.363	15005.171	126.416°	1.63	-2.5
243	1175.000	498.549	490.277	53596.334	15009.192	126.495°	2.07	-2.5
244	1179.864	499.146	490.484	53599.228	15013.102	126.520°	2.50	-2.5
245	1180.000	499.162	490.490	53599.309	15013.211	126.520°	2.50	-2.5
246	1185.000	504.959	490.701	53602.285	15017.229	126.520°	2.50	-2.5
247	1190.000	505.111	490.908	53605.260	15021.247	126.520°	2.50	-2.5
248	1195.000	505.264	491.112	53608.236	15025.265	126.520°	2.50	-2.5
249	1200.000	505.416	491.313	53611.211	15029.284	126.520°	2.50	-2.5
250	1205.000	493.964	491.511	53614.187	15033.302	126.520°	2.50	-2.5
251	1210.000	493.672	491.706	53617.162	15037.320	126.520°	2.50	-2.5
252	1215.000	502.132	491.897	53620.138	15041.338	126.520°	2.50	-2.5
253	1220.000	501.669	492.086	53623.113	15045.357	126.520°	2.50	-2.5
254	1225.000	501.535	492.271	53626.089	15049.375	126.520°	2.50	-2.5
255	1230.000	501.401	492.453	53629.064	15053.393	126.520°	2.50	-2.5
256	1235.000	501.267	492.633	53632.040	15057.411	126.520°	2.50	-2.5
257	1240.000	501.134	492.809	53635.015	15061.430	126.520°	2.50	-2.5
258	1245.000	501.000	492.982	53637.991	15065.448	126.520°	2.50	-2.5
259	1250.000	500.866	493.151	53640.966	15069.466	126.520°	2.50	-2.5
260	1255.000	500.732	493.318	53643.942	15073.484	126.520°	2.50	-2.5
261	1260.000	500.586	493.482	53646.917	15077.503	126.520°	2.50	-2.5
262	1265.000	500.103	493.642	53649.893	15081.521	126.520°	2.50	-2.5
263	1270.000	500.053	493.799	53652.868	15085.539	126.520°	2.50	-2.5
264	1275.000	500.003	493.953	53655.844	15089.557	126.520°	2.50	-2.5
265	1280.000	499.952	494.104	53658.820	15093.576	126.520°	2.50	-2.5
266	1285.000	499.902	494.252	53661.795	15097.594	126.520°	2.50	-2.5
267	1290.000	499.852	494.397	53664.771	15101.612	126.520°	2.50	-2.5
268	1295.000	499.423	494.539	53667.746	15105.630	126.520°	2.50	-2.5
269	1300.000	499.745	494.677	53670.722	15109.648	126.520°	2.50	-2.5
270	1305.000	500.067	494.813	53673.697	15113.667	126.520°	2.50	-2.5
271	1310.000	500.389	494.945	53676.673	15117.685	126.520°	2.50	-2.5
272	1315.000	500.701	495.074	53679.648	15121.703	126.520°	2.50	-2.5
273	1320.000	500.642	495.200	53682.624	15125.721	126.520°	2.50	-2.5

TABULATION

274	1325.000	500.584	495.323	53685.599	15129.740	126.520°	2.50	-2.5
275	1330.000	500.526	495.443	53688.575	15133.758	126.520°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
276	1335.000	500.468	495.559	53691.550	15137.776	126.520°	2.50	-2.5
277	1340.000	505.535	495.673	53694.526	15141.794	126.520°	2.50	-2.5
278	1345.000	505.472	495.783	53697.501	15145.813	126.520°	2.50	-2.5
279	1350.000	505.408	495.891	53700.477	15149.831	126.520°	2.50	-2.5
280	1355.000	505.345	495.995	53703.452	15153.849	126.520°	2.50	-2.5
281	1360.000	498.833	496.096	53706.428	15157.867	126.520°	2.50	-2.5
282	1365.000	498.819	496.194	53709.403	15161.886	126.520°	2.50	-2.5
283	1370.000	498.805	496.289	53712.379	15165.904	126.520°	2.50	-2.5
284	1375.000	498.791	496.380	53715.354	15169.922	126.520°	2.50	-2.5
285	1380.000	498.776	496.469	53718.330	15173.940	126.520°	2.50	-2.5
286	1385.000	498.762	496.554	53721.305	15177.959	126.520°	2.50	-2.5
287	1390.000	498.748	496.636	53724.281	15181.977	126.520°	2.50	-2.5
288	1395.000	498.734	496.716	53727.256	15185.995	126.520°	2.50	-2.5
289	1400.000	496.633	496.792	53730.232	15190.013	126.520°	2.50	-2.5
290	1405.000	497.881	496.864	53733.207	15194.032	126.520°	2.50	-2.5
291	1410.000	497.662	496.934	53736.183	15198.050	126.520°	2.50	-2.5
292	1415.000	497.561	497.001	53739.159	15202.068	126.520°	2.50	-2.5
293	1420.000	497.859	497.064	53742.134	15206.086	126.520°	2.50	-2.5
294	1425.000	497.943	497.125	53745.110	15210.105	126.520°	2.50	-2.5
295	1430.000	497.560	497.182	53748.085	15214.123	126.520°	2.50	-2.5
296	1435.000	497.575	497.236	53751.061	15218.141	126.520°	2.50	-2.5
297	1440.000	497.639	497.287	53754.036	15222.159	126.520°	2.50	-2.5
298	1445.000	497.702	497.335	53757.012	15226.178	126.520°	2.50	-2.5
299	1450.000	497.682	497.380	53759.987	15230.196	126.520°	2.50	-2.5
300	1455.000	497.998	497.422	53762.963	15234.214	126.520°	2.50	-2.5
301	1460.000	497.786	497.460	53765.938	15238.232	126.520°	2.50	-2.5
302	1465.000	497.574	497.496	53768.914	15242.251	126.520°	2.50	-2.5
303	1470.000	497.361	497.528	53771.889	15246.269	126.520°	2.50	-2.5
304	1475.000	497.764	497.557	53774.865	15250.287	126.520°	2.50	-2.5
305	1480.000	497.679	497.583	53777.840	15254.305	126.520°	2.50	-2.5
306	1485.000	497.970	497.606	53780.816	15258.324	126.520°	2.50	-2.5
307	1490.000	498.002	497.626	53783.791	15262.342	126.520°	2.50	-2.5
308	1495.000	497.949	497.642	53786.767	15266.360	126.520°	2.50	-2.5
309	1500.000	498.060	497.656	53789.742	15270.378	126.520°	2.50	-2.5
310	1505.000	498.028	497.666	53792.718	15274.396	126.520°	2.50	-2.5
311	1510.000	497.963	497.673	53795.693	15278.415	126.520°	2.50	-2.5
312	1515.000	497.972	497.678	53798.669	15282.433	126.520°	2.50	-2.5
313	1520.000	497.980	497.679	53801.644	15286.451	126.520°	2.50	-2.5
314	1525.000	497.968	497.677	53804.620	15290.469	126.520°	2.50	-2.5
315	1530.000	497.920	497.671	53807.595	15294.488	126.520°	2.50	-2.5
316	1535.000	497.978	497.663	53810.571	15298.506	126.520°	2.50	-2.5
317	1540.000	498.065	497.652	53813.547	15302.524	126.520°	2.50	-2.5
318	1545.000	498.154	497.637	53816.522	15306.542	126.520°	2.50	-2.5
319	1550.000	498.244	497.619	53819.498	15310.561	126.520°	2.50	-2.5
320	1555.000	498.425	497.598	53822.473	15314.579	126.520°	2.50	-2.5
321	1560.000	498.490	497.574	53825.449	15318.597	126.520°	2.50	-2.5
322	1565.000	498.734	497.547	53828.424	15322.615	126.520°	2.50	-2.5
323	1570.000	498.765	497.517	53831.400	15326.634	126.520°	2.50	-2.5
324	1575.000	498.734	497.484	53834.375	15330.652	126.520°	2.50	-2.5
325	1580.000	498.524	497.447	53837.351	15334.670	126.520°	2.50	-2.5
326	1585.000	498.259	497.408	53840.326	15338.688	126.520°	2.50	-2.5
327	1590.000	498.639	497.365	53843.302	15342.707	126.520°	2.50	-2.5
328	1595.000	499.079	497.319	53846.277	15346.725	126.520°	2.50	-2.5

TABULATION

329	1600.000	499.153	497.274	53849.253	15350.743	126.520°	2.50	-2.5
330	1605.000	498.999	497.228	53852.228	15354.761	126.520°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
331	1610.000	498.791	497.182	53855.204	15358.780	126.520°	2.50	-2.5
332	1615.000	498.497	497.136	53858.179	15362.798	126.520°	2.50	-2.5
333	1620.000	498.267	497.090	53861.155	15366.816	126.520°	2.50	-2.5
334	1625.000	498.278	497.044	53864.130	15370.834	126.520°	2.50	-2.5
335	1630.000	498.280	496.998	53867.106	15374.853	126.520°	2.50	-2.5
336	1635.000	498.361	496.952	53870.081	15378.871	126.520°	2.50	-2.5
337	1640.000	498.478	496.906	53873.057	15382.889	126.520°	2.50	-2.5
338	1645.000	498.595	496.861	53876.032	15386.907	126.520°	2.50	-2.5
339	1650.000	498.533	496.815	53879.008	15390.926	126.520°	2.50	-2.5
340	1655.000	497.977	496.769	53881.983	15394.944	126.520°	2.50	-2.5
341	1660.000	498.013	496.723	53884.959	15398.962	126.520°	2.50	-2.5
342	1665.000	498.040	496.677	53887.935	15402.980	126.520°	2.50	-2.5
343	1670.000	498.059	496.631	53890.910	15406.999	126.520°	2.50	-2.5
344	1675.000	497.816	496.585	53893.886	15411.017	126.520°	2.50	-2.5
345	1680.000	497.832	496.539	53896.861	15415.035	126.520°	2.50	-2.5
346	1685.000	497.848	496.493	53899.837	15419.053	126.520°	2.50	-2.5
347	1690.000	497.860	496.448	53902.812	15423.071	126.520°	2.50	-2.5
348	1695.000	497.951	496.402	53905.788	15427.090	126.520°	2.50	-2.5
349	1700.000	497.862	496.356	53908.763	15431.108	126.520°	2.50	-2.5
350	1705.000	497.791	496.310	53911.739	15435.126	126.520°	2.50	-2.5
351	1710.000	497.689	496.264	53914.714	15439.144	126.520°	2.50	-2.5
352	1715.000	497.660	496.218	53917.690	15443.163	126.520°	2.50	-2.5
353	1720.000	497.197	496.172	53920.665	15447.181	126.520°	2.50	-2.5
354	1725.000	496.660	496.126	53923.641	15451.199	126.520°	2.50	-2.5
355	1730.000	496.528	496.080	53926.616	15455.217	126.520°	2.50	-2.5
356	1735.000	496.552	496.035	53929.592	15459.236	126.520°	2.50	-2.5
357	1740.000	496.575	495.989	53932.567	15463.254	126.520°	2.50	-2.5
358	1745.000	496.599	495.943	53935.543	15467.272	126.520°	2.50	-2.5
359	1750.000	497.511	495.897	53938.518	15471.290	126.520°	2.50	-2.5
360	1755.000	497.499	495.851	53941.494	15475.309	126.520°	2.50	-2.5
361	1760.000	497.495	495.805	53944.469	15479.327	126.520°	2.50	-2.5
362	1765.000	497.489	495.759	53947.445	15483.345	126.520°	2.50	-2.5
363	1770.000	497.482	495.713	53950.420	15487.363	126.520°	2.50	-2.5
364	1775.000	497.432	495.667	53953.396	15491.382	126.520°	2.50	-2.5
365	1780.000	497.393	495.622	53956.371	15495.400	126.520°	2.50	-2.5
366	1785.000	497.354	495.576	53959.347	15499.418	126.520°	2.50	-2.5
367	1790.000	497.315	495.530	53962.323	15503.436	126.520°	2.50	-2.5
368	1795.000	496.698	495.484	53965.298	15507.455	126.520°	2.50	-2.5
369	1800.000	496.324	495.438	53968.274	15511.473	126.520°	2.50	-2.5
370	1805.000	496.493	495.392	53971.249	15515.491	126.520°	2.50	-2.5
371	1810.000	496.662	495.346	53974.225	15519.509	126.520°	2.50	-2.5
372	1815.000	496.831	495.300	53977.200	15523.528	126.520°	2.50	-2.5
373	1820.000	497.000	495.254	53980.176	15527.546	126.520°	2.50	-2.5
374	1825.000	497.068	495.209	53983.151	15531.564	126.520°	2.50	-2.5
375	1830.000	496.969	495.163	53986.127	15535.582	126.520°	2.50	-2.5
376	1835.000	496.948	495.117	53989.102	15539.601	126.520°	2.50	-2.5
377	1840.000	496.926	495.071	53992.078	15543.619	126.520°	2.50	-2.5
378	1845.000	496.905	495.025	53995.053	15547.637	126.520°	2.50	-2.5
379	1850.000	496.884	494.979	53998.029	15551.655	126.520°	2.50	-2.5
380	1855.000	496.862	494.933	54001.004	15555.674	126.520°	2.50	-2.5
381	1860.000	496.841	494.887	54003.980	15559.692	126.520°	2.50	-2.5
382	1865.000	496.862	494.841	54006.955	15563.710	126.520°	2.50	-2.5
383	1870.000	496.678	494.796	54009.931	15567.728	126.520°	2.50	-2.5

TABULATION

384	1875.000	496.621	494.750	54012.906	15571.747	126.520°	2.50	-2.5
385	1880.000	496.563	494.704	54015.882	15575.765	126.520°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
386	1885.000	496.506	494.658	54018.857	15579.783	126.520°	2.50	-2.5
387	1890.000	496.435	494.612	54021.833	15583.801	126.520°	2.50	-2.5
388	1895.000	496.403	494.566	54024.808	15587.819	126.520°	2.50	-2.5
389	1900.000	496.362	494.520	54027.784	15591.838	126.520°	2.50	-2.5
390	1905.000	496.134	494.474	54030.759	15595.856	126.520°	2.50	-2.5
391	1910.000	495.736	494.428	54033.735	15599.874	126.520°	2.50	-2.5
392	1915.000	495.348	494.383	54036.710	15603.892	126.520°	2.50	-2.5
393	1920.000	495.257	494.337	54039.686	15607.911	126.520°	2.50	-2.5
394	1925.000	495.167	494.291	54042.662	15611.929	126.520°	2.50	-2.5
395	1930.000	495.076	494.245	54045.637	15615.947	126.520°	2.50	-2.5
396	1935.000	495.021	494.199	54048.613	15619.965	126.520°	2.50	-2.5
397	1940.000	495.941	494.153	54051.588	15623.984	126.520°	2.50	-2.5
398	1945.000	495.813	494.107	54054.564	15628.002	126.520°	2.50	-2.5
399	1950.000	495.813	494.061	54057.539	15632.020	126.520°	2.50	-2.5
400	1955.000	495.815	494.015	54060.515	15636.038	126.520°	2.50	-2.5
401	1960.000	495.792	493.970	54063.490	15640.057	126.520°	2.50	-2.5
402	1965.000	495.755	493.924	54066.466	15644.075	126.520°	2.50	-2.5
403	1970.000	495.718	493.878	54069.441	15648.093	126.520°	2.50	-2.5
404	1975.000	495.668	493.832	54072.417	15652.111	126.520°	2.50	-2.5
405	1980.000	495.537	493.786	54075.392	15656.130	126.520°	2.50	-2.5
406	1985.000	495.462	493.740	54078.368	15660.148	126.520°	2.50	-2.5
407	1990.000	495.407	493.694	54081.343	15664.166	126.520°	2.50	-2.5
408	1995.000	495.377	493.648	54084.319	15668.184	126.520°	2.50	-2.5
409	2000.000	495.387	493.602	54087.294	15672.203	126.520°	2.50	-2.5
410	2005.000	495.326	493.557	54090.270	15676.221	126.520°	2.50	-2.5
411	2010.000	495.423	493.511	54093.245	15680.239	126.520°	2.50	-2.5
412	2015.000	495.374	493.465	54096.221	15684.257	126.520°	2.50	-2.5
413	2020.000	495.326	493.419	54099.196	15688.276	126.520°	2.50	-2.5
414	2025.000	495.277	493.373	54102.172	15692.294	126.520°	2.50	-2.5
415	2030.000	495.228	493.327	54105.147	15696.312	126.520°	2.50	-2.5
416	2035.000	495.254	493.281	54108.123	15700.330	126.520°	2.50	-2.5
417	2040.000	495.182	493.235	54111.098	15704.349	126.520°	2.50	-2.5
418	2045.000	495.111	493.189	54114.074	15708.367	126.520°	2.50	-2.5
419	2050.000	494.988	493.144	54117.050	15712.385	126.520°	2.50	-2.5
420	2055.000	494.839	493.098	54120.025	15716.403	126.520°	2.50	-2.5
421	2060.000	494.773	493.052	54123.001	15720.422	126.520°	2.50	-2.5
422	2065.000	494.636	493.006	54125.976	15724.440	126.520°	2.50	-2.5
423	2070.000	494.494	492.960	54128.952	15728.458	126.520°	2.50	-2.5
424	2075.000	494.561	492.914	54131.927	15732.476	126.520°	2.50	-2.5
425	2080.000	494.696	492.868	54134.903	15736.495	126.520°	2.50	-2.5
426	2085.000	494.750	492.822	54137.878	15740.513	126.520°	2.50	-2.5
427	2090.000	494.580	492.776	54140.854	15744.531	126.520°	2.50	-2.5
428	2095.000	494.489	492.731	54143.829	15748.549	126.520°	2.50	-2.5
429	2100.000	494.434	492.685	54146.805	15752.567	126.520°	2.50	-2.5
430	2105.000	494.380	492.639	54149.780	15756.586	126.520°	2.50	-2.5
431	2110.000	494.327	492.593	54152.756	15760.604	126.520°	2.50	-2.5
432	2115.000	494.226	492.547	54155.731	15764.622	126.520°	2.50	-2.5
433	2120.000	494.100	492.501	54158.707	15768.640	126.520°	2.50	-2.5
434	2125.000	493.974	492.455	54161.682	15772.659	126.520°	2.50	-2.5
435	2130.000	493.848	492.409	54164.658	15776.677	126.520°	2.50	-2.5
436	2135.000	493.722	492.363	54167.633	15780.695	126.520°	2.50	-2.5
437	2140.000	493.596	492.318	54170.609	15784.713	126.520°	2.50	-2.5
438	2145.000	493.329	492.272	54173.584	15788.732	126.520°	2.50	-2.5

TABULATION

439	2150.000	493.006	492.226	54176.560	15792.750	126.520°	2.50	-2.5
440	2155.000	493.301	492.180	54179.535	15796.768	126.520°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
441	2160.000	493.327	492.134	54182.511	15800.786	126.520°	2.50	-2.5
442	2165.000	493.190	492.088	54185.486	15804.805	126.520°	2.50	-2.5
443	2170.000	493.056	492.042	54188.462	15808.823	126.520°	2.50	-2.5
444	2175.000	492.922	491.996	54191.438	15812.841	126.520°	2.50	-2.5
445	2180.000	492.788	491.950	54194.413	15816.859	126.520°	2.50	-2.5
446	2185.000	492.653	491.905	54197.389	15820.878	126.520°	2.50	-2.5
447	2190.000	492.519	491.859	54200.364	15824.896	126.520°	2.50	-2.5
448	2193.736	492.419	491.824	54202.587	15827.898	126.520°	2.50	-2.5
449	2195.000	492.385	491.813	54203.340	15828.914	126.520°	2.50	-2.5
450	2200.000	492.301	491.767	54206.315	15832.933	126.513°	2.50	-2.5
451	2205.000	492.202	491.721	54209.289	15836.952	126.497°	2.50	-2.5
452	2210.000	492.084	491.675	54212.262	15840.972	126.471°	2.50	-2.5
453	2215.000	491.946	491.629	54215.233	15844.993	126.437°	2.50	-2.5
454	2220.000	491.808	491.583	54218.202	15849.017	126.393°	2.50	-2.5
455	2225.000	491.672	491.537	54221.166	15853.043	126.340°	2.50	-2.5
456	2230.000	491.435	491.492	54224.127	15857.072	126.277°	2.50	-2.5
457	2235.000	491.141	491.446	54227.083	15861.105	126.206°	2.50	-2.5
458	2240.000	490.677	491.400	54230.034	15865.141	126.125°	2.50	-2.5
459	2245.000	489.230	491.354	54232.978	15869.182	126.035°	2.50	-2.5
460	2250.000	489.449	491.308	54235.916	15873.228	125.936°	2.50	-2.5
461	2255.000	489.666	491.262	54238.847	15877.279	125.827°	2.50	-2.5
462	2260.000	489.958	491.216	54241.770	15881.336	125.710°	2.50	-2.5
463	2265.000	490.344	491.170	54244.683	15885.399	125.583°	2.50	-2.5
464	2270.000	490.670	491.124	54247.588	15889.469	125.447°	2.50	-2.5
465	2275.000	490.620	491.079	54250.483	15893.546	125.301°	2.50	-2.5
466	2280.000	490.270	491.033	54253.367	15897.630	125.147°	2.50	-2.5
467	2285.000	490.045	490.987	54256.239	15901.723	124.983°	2.50	-2.5
468	2290.000	490.144	490.941	54259.100	15905.824	124.810°	2.50	-2.5
469	2295.000	490.305	490.895	54261.948	15909.934	124.628°	2.50	-2.5
470	2300.000	490.451	490.849	54264.782	15914.053	124.436°	2.50	-2.5
471	2305.000	491.044	490.803	54267.602	15918.181	124.235°	2.50	-2.5
472	2310.000	491.712	490.757	54270.408	15922.320	124.025°	2.50	-2.5
473	2315.000	491.963	490.711	54273.198	15926.469	123.806°	2.50	-2.5
474	2320.000	492.032	490.666	54275.971	15930.629	123.578°	2.50	-2.5
475	2325.000	491.769	490.620	54278.728	15934.801	123.340°	2.50	-2.5
476	2330.000	491.384	490.572	54281.467	15938.984	123.093°	2.50	-2.5
477	2335.000	491.082	490.522	54284.188	15943.179	122.837°	2.50	-2.5
478	2340.000	491.117	490.469	54286.889	15947.386	122.572°	2.50	-2.5
479	2345.000	491.159	490.412	54289.571	15951.606	122.298°	2.50	-2.5
480	2348.972	491.196	490.365	54291.687	15954.967	122.073°	2.50	-2.5
481	2350.000	491.206	490.352	54292.232	15955.839	122.014°	2.50	-2.5
482	2355.000	491.261	490.289	54294.872	15960.085	121.727°	2.50	-2.5
483	2360.000	491.082	490.223	54297.491	15964.344	121.441°	2.50	-2.5
484	2365.000	491.103	490.154	54300.089	15968.617	121.155°	2.50	-2.5
485	2370.000	491.129	490.082	54302.665	15972.902	120.868°	2.50	-2.5
486	2375.000	491.162	490.007	54305.219	15977.200	120.582°	2.50	-2.5
487	2380.000	491.203	489.928	54307.752	15981.511	120.295°	2.50	-2.5
488	2385.000	491.246	489.847	54310.264	15985.835	120.009°	2.50	-2.5
489	2390.000	491.191	489.762	54312.753	15990.171	119.722°	2.50	-2.5
490	2395.000	491.140	489.674	54315.222	15994.519	119.436°	2.50	-2.5
491	2400.000	491.018	489.583	54317.668	15998.880	119.149°	2.50	-2.5
492	2405.000	490.898	489.489	54320.092	16003.253	118.863°	2.50	-2.5
493	2410.000	490.782	489.392	54322.495	16007.637	118.576°	2.50	-2.5

TABULATION

494	2415.000	490.670	489.291	54324.876	16012.034	118.290°	2.50	-2.5
495	2420.000	490.560	489.188	54327.234	16016.443	118.003°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
496	2425.000	490.454	489.081	54329.571	16020.864	117.717°	2.50	-2.5
497	2430.000	490.351	488.972	54331.885	16025.296	117.430°	2.50	-2.5
498	2435.000	490.251	488.859	54334.178	16029.739	117.144°	2.50	-2.5
499	2440.000	489.679	488.743	54336.448	16034.194	116.857°	2.50	-2.5
500	2445.000	489.034	488.624	54338.695	16038.660	116.571°	2.50	-2.5
501	2450.000	488.392	488.501	54340.921	16043.138	116.284°	2.50	-2.5
502	2452.146	488.118	488.448	54341.869	16045.063	116.161°	2.50	-2.5
503	2455.000	487.755	488.376	54343.123	16047.627	115.999°	2.50	-2.5
504	2460.000	487.121	488.247	54345.304	16052.126	115.723°	2.50	-2.5
505	2465.000	486.491	488.116	54347.464	16056.635	115.455°	2.50	-2.5
506	2470.000	486.454	487.981	54349.603	16061.155	115.197°	2.50	-2.5
507	2475.000	486.696	487.843	54351.721	16065.684	114.948°	2.50	-2.5
508	2480.000	486.156	487.702	54353.821	16070.222	114.709°	2.50	-2.5
509	2485.000	485.548	487.558	54355.902	16074.768	114.478°	2.50	-2.5
510	2490.000	485.013	487.411	54357.965	16079.323	114.257°	2.50	-2.5
511	2495.000	484.479	487.261	54360.010	16083.885	114.045°	2.50	-2.5
512	2500.000	484.454	487.107	54362.039	16088.455	113.842°	2.50	-2.5
513	2505.000	484.383	486.951	54364.053	16093.032	113.649°	2.50	-2.5
514	2510.000	484.314	486.792	54366.051	16097.615	113.464°	2.50	-2.5
515	2515.000	484.247	486.634	54368.035	16102.204	113.289°	2.50	-2.5
516	2520.000	484.182	486.475	54370.005	16106.800	113.123°	2.50	-2.5
517	2525.000	483.877	486.317	54371.962	16111.401	112.967°	2.50	-2.5
518	2530.000	483.720	486.158	54373.907	16116.007	112.819°	2.50	-2.5
519	2535.000	483.625	486.000	54375.841	16120.618	112.681°	2.50	-2.5
520	2540.000	483.529	485.841	54377.763	16125.234	112.552°	2.50	-2.5
521	2545.000	483.265	485.683	54379.676	16129.853	112.432°	2.50	-2.5
522	2550.000	483.001	485.524	54381.580	16134.477	112.322°	2.50	-2.5
523	2555.000	482.871	485.366	54383.474	16139.104	112.221°	2.50	-2.5
524	2560.000	482.781	485.208	54385.361	16143.734	112.129°	2.50	-2.5
525	2565.000	482.657	485.049	54387.242	16148.367	112.046°	2.50	-2.5
526	2570.000	482.520	484.891	54389.115	16153.003	111.972°	2.50	-2.5
527	2575.000	482.197	484.732	54390.983	16157.641	111.908°	2.50	-2.5
528	2580.000	481.873	484.574	54392.847	16162.281	111.853°	2.50	-2.5
529	2585.000	481.574	484.415	54394.706	16166.922	111.807°	2.50	-2.5
530	2590.000	481.404	484.257	54396.562	16171.565	111.770°	2.50	-2.5
531	2595.000	481.343	484.098	54398.415	16176.209	111.743°	2.50	-2.5
532	2600.000	481.352	483.940	54400.266	16180.853	111.724°	2.50	-2.5
533	2605.000	481.211	483.781	54402.116	16185.499	111.715°	2.50	-2.5
534	2607.382	481.175	483.706	54402.998	16187.712	111.714°	2.50	-2.5
535	2610.000	481.128	483.623	54403.966	16190.144	111.714°	2.50	-2.5
536	2615.000	481.000	483.465	54405.816	16194.789	111.714°	2.50	-2.5
537	2620.000	480.872	483.306	54407.666	16199.434	111.714°	2.50	-2.5
538	2625.000	480.745	483.148	54409.516	16204.079	111.714°	2.50	-2.5
539	2630.000	480.617	482.989	54411.366	16208.725	111.714°	2.50	-2.5
540	2635.000	480.488	482.831	54413.216	16213.370	111.714°	2.50	-2.5
541	2640.000	480.351	482.672	54415.066	16218.015	111.714°	2.50	-2.5
542	2645.000	480.214	482.514	54416.916	16222.660	111.714°	2.50	-2.5
543	2650.000	479.961	482.355	54418.765	16227.305	111.714°	2.50	-2.5
544	2655.000	479.844	482.197	54420.615	16231.951	111.714°	2.50	-2.5
545	2660.000	479.728	482.039	54422.465	16236.596	111.714°	2.50	-2.5
546	2665.000	479.597	481.880	54424.315	16241.241	111.714°	2.50	-2.5
547	2670.000	479.647	481.722	54426.165	16245.886	111.714°	2.50	-2.5
548	2675.000	479.965	481.563	54428.015	16250.531	111.714°	2.50	-2.5

TABULATION

549	2680.000	479.683	481.405	54429.865	16255.177	111.714°	2.50	-2.5
550	2685.000	479.401	481.246	54431.715	16259.822	111.714°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
551	2690.000	479.120	481.088	54433.565	16264.467	111.714°	2.50	-2.5
552	2695.000	478.838	480.929	54435.414	16269.112	111.714°	2.50	-2.5
553	2700.000	478.663	480.771	54437.264	16273.757	111.714°	2.50	-2.5
554	2705.000	478.553	480.612	54439.114	16278.403	111.714°	2.50	-2.5
555	2710.000	478.415	480.454	54440.964	16283.048	111.714°	2.50	-2.5
556	2715.000	478.503	480.296	54442.814	16287.693	111.714°	2.50	-2.5
557	2720.000	478.396	480.137	54444.664	16292.338	111.714°	2.50	-2.5
558	2725.000	478.230	479.979	54446.514	16296.983	111.714°	2.50	-2.5
559	2730.000	478.013	479.820	54448.364	16301.629	111.714°	2.50	-2.5
560	2735.000	477.774	479.662	54450.214	16306.274	111.714°	2.50	-2.5
561	2740.000	477.534	479.503	54452.063	16310.919	111.714°	2.50	-2.5
562	2745.000	477.244	479.345	54453.913	16315.564	111.714°	2.50	-2.5
563	2750.000	477.168	479.186	54455.763	16320.209	111.714°	2.50	-2.5
564	2755.000	477.088	479.028	54457.613	16324.855	111.714°	2.50	-2.5
565	2760.000	477.121	478.869	54459.463	16329.500	111.714°	2.50	-2.5
566	2765.000	477.075	478.711	54461.313	16334.145	111.714°	2.50	-2.5
567	2770.000	475.640	478.553	54463.163	16338.790	111.714°	2.50	-2.5
568	2775.000	475.669	478.394	54465.013	16343.435	111.714°	2.50	-2.5
569	2780.000	475.700	478.236	54466.863	16348.081	111.714°	2.50	-2.5
570	2785.000	475.730	478.077	54468.712	16352.726	111.714°	2.50	-2.5
571	2790.000	475.744	477.919	54470.562	16357.371	111.714°	2.50	-2.5
572	2795.000	475.758	477.760	54472.412	16362.016	111.714°	2.50	-2.5
573	2800.000	475.771	477.602	54474.262	16366.661	111.714°	2.50	-2.5
574	2805.000	475.790	477.443	54476.112	16371.307	111.714°	2.50	-2.5
575	2810.000	476.611	477.285	54477.962	16375.952	111.714°	2.50	-2.5
576	2815.000	476.691	477.126	54479.812	16380.597	111.714°	2.50	-2.5
577	2820.000	476.770	476.968	54481.662	16385.242	111.714°	2.50	-2.5
578	2825.000	476.850	476.810	54483.511	16389.887	111.714°	2.50	-2.5
579	2830.000	476.929	476.651	54485.361	16394.533	111.714°	2.50	-2.5
580	2835.000	476.984	476.493	54487.211	16399.178	111.714°	2.50	-2.5
581	2840.000	476.992	476.334	54489.061	16403.823	111.714°	2.50	-2.5
582	2845.000	477.001	476.176	54490.911	16408.468	111.714°	2.50	-2.5
583	2850.000	477.009	476.017	54492.761	16413.114	111.714°	2.50	-2.5
584	2855.000	477.018	475.859	54494.611	16417.759	111.714°	2.50	-2.5
585	2860.000	477.027	475.700	54496.461	16422.404	111.714°	2.50	-2.5
586	2865.000	477.035	475.542	54498.311	16427.049	111.714°	2.50	-2.5
587	2870.000	475.680	475.384	54500.160	16431.694	111.714°	2.50	-2.5
588	2875.000	475.378	475.225	54502.010	16436.340	111.714°	2.50	-2.5
589	2880.000	475.076	475.067	54503.860	16440.985	111.714°	2.50	-2.5
590	2885.000	474.786	474.908	54505.710	16445.630	111.714°	2.50	-2.5
591	2890.000	474.522	474.750	54507.560	16450.275	111.714°	2.50	-2.5
592	2895.000	474.258	474.591	54509.410	16454.920	111.714°	2.50	-2.5
593	2900.000	474.110	474.433	54511.260	16459.566	111.714°	2.50	-2.5
594	2905.000	473.848	474.274	54513.110	16464.211	111.714°	2.50	-2.5
595	2910.000	473.586	474.116	54514.960	16468.856	111.714°	2.50	-2.5
596	2910.843	473.542	474.089	54515.271	16469.639	111.714°	2.50	-2.5
597	2915.000	473.366	473.957	54516.809	16473.501	111.717°	2.50	-2.5
598	2920.000	473.241	473.799	54518.660	16478.146	111.726°	2.50	-2.5
599	2925.000	473.115	473.641	54520.511	16482.791	111.742°	2.50	-2.5
600	2930.000	472.990	473.482	54522.364	16487.435	111.766°	2.50	-2.5
601	2935.000	472.864	473.324	54524.220	16492.078	111.796°	2.50	-2.5
602	2940.000	472.733	473.165	54526.078	16496.720	111.833°	2.50	-2.5
603	2945.000	472.572	473.007	54527.939	16501.360	111.878°	2.50	-2.5

TABULATION

604	2950.000	472.419	472.848	54529.804	16505.999	111.929°	2.50	-2.5
605	2955.000	472.265	472.690	54531.674	16510.637	111.988°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
606	2960.000	472.111	472.531	54533.548	16515.272	112.053°	2.50	-2.5
607	2965.000	471.958	472.373	54535.429	16519.905	112.125°	2.50	-2.5
608	2970.000	471.804	472.214	54537.315	16524.536	112.205°	2.50	-2.5
609	2975.000	471.651	472.056	54539.208	16529.163	112.291°	2.50	-2.5
610	2980.000	471.497	471.898	54541.108	16533.788	112.385°	2.50	-2.5
611	2985.000	471.165	471.739	54543.016	16538.410	112.485°	2.50	-2.5
612	2990.000	470.732	471.581	54544.933	16543.028	112.593°	2.50	-2.5
613	2995.000	470.325	471.422	54546.858	16547.642	112.707°	2.50	-2.5
614	3000.000	470.119	471.264	54548.793	16552.253	112.829°	2.50	-2.5
615	3005.000	469.913	471.105	54550.738	16556.859	112.957°	2.50	-2.5
616	3010.000	469.788	470.947	54552.694	16561.460	113.093°	2.50	-2.5
617	3015.000	469.455	470.788	54554.661	16566.057	113.235°	2.50	-2.5
618	3020.000	469.120	470.630	54556.639	16570.649	113.385°	2.50	-2.5
619	3025.000	468.784	470.471	54558.630	16575.236	113.542°	2.50	-2.5
620	3030.000	468.447	470.313	54560.634	16579.817	113.705°	2.50	-2.5
621	3035.000	468.109	470.159	54562.651	16584.392	113.876°	2.50	-2.5
622	3040.000	466.874	470.009	54564.681	16588.961	114.053°	2.50	-2.5
623	3045.000	465.628	469.865	54566.727	16593.524	114.238°	2.50	-2.5
624	3050.000	464.371	469.725	54568.787	16598.079	114.430°	2.50	-2.5
625	3055.000	463.103	469.591	54570.862	16602.628	114.628°	2.50	-2.5
626	3060.000	461.823	469.461	54572.954	16607.170	114.834°	2.50	-2.5
627	3065.000	460.772	469.337	54575.063	16611.703	115.046°	2.50	-2.5
628	3070.000	460.339	469.217	54577.188	16616.229	115.266°	2.50	-2.5
629	3075.000	460.817	469.103	54579.331	16620.747	115.493°	2.50	-2.5
630	3080.000	461.606	468.993	54581.492	16625.255	115.727°	2.50	-2.5
631	3081.096	461.713	468.970	54581.969	16626.243	115.779°	2.50	-2.5
632	3085.000	462.080	468.889	54583.672	16629.755	115.965°	2.50	-2.5
633	3085.587	462.110	468.877	54583.929	16630.283	115.993°	2.50	-2.5
634	3090.000	462.322	468.790	54585.870	16634.246	116.201°	2.50	-2.5
635	3095.000	462.544	468.695	54588.087	16638.728	116.430°	2.50	-2.5
636	3100.000	462.574	468.606	54590.321	16643.201	116.652°	2.50	-2.5
637	3105.000	463.437	468.521	54592.572	16647.665	116.867°	2.50	-2.5
638	3110.000	464.280	468.442	54594.840	16652.122	117.075°	2.50	-2.5
639	3115.000	465.102	468.367	54597.124	16656.570	117.276°	2.50	-2.5
640	3120.000	465.648	468.298	54599.423	16661.010	117.470°	2.50	-2.5
641	3125.000	467.062	468.233	54601.737	16665.442	117.657°	2.50	-2.5
642	3130.000	466.975	468.174	54604.064	16669.867	117.837°	2.50	-2.5
643	3135.000	466.888	468.119	54606.406	16674.285	118.010°	2.50	-2.5
644	3140.000	466.799	468.070	54608.760	16678.696	118.176°	2.50	-2.5
645	3145.000	466.710	468.025	54611.128	16683.100	118.335°	2.50	-2.5
646	3150.000	467.444	467.986	54613.507	16687.498	118.487°	2.50	-2.5
647	3155.000	467.624	467.951	54615.897	16691.890	118.632°	2.50	-2.5
648	3160.000	467.711	467.922	54618.298	16696.275	118.770°	2.50	-2.5
649	3165.000	467.779	467.897	54620.710	16700.655	118.901°	2.50	-2.5
650	3170.000	467.843	467.878	54623.131	16705.030	119.024°	2.50	-2.5
651	3175.000	467.996	467.863	54625.561	16709.399	119.141°	2.50	-2.5
652	3180.000	467.823	467.854	54628.000	16713.764	119.251°	2.50	-2.5
653	3185.000	467.953	467.849	54630.447	16718.124	119.354°	2.50	-2.5
654	3190.000	468.193	467.850	54632.902	16722.480	119.450°	2.50	-2.5
655	3195.000	468.433	467.856	54635.364	16726.832	119.539°	2.50	-2.5
656	3200.000	468.671	467.866	54637.832	16731.181	119.620°	2.50	-2.5
657	3205.000	469.074	467.882	54640.306	16735.526	119.695°	2.50	-2.5
658	3210.000	469.500	467.902	54642.786	16739.868	119.763°	2.50	-2.5

TABULATION

659	3215.000	469.706	467.928	54645.270	16744.207	119.824°	2.50	-2.5
660	3220.000	469.887	467.958	54647.759	16748.543	119.877°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
661	3225.000	470.074	467.994	54650.251	16752.878	119.924°	2.50	-2.5
662	3230.000	470.260	468.034	54652.747	16757.210	119.964°	2.50	-2.5
663	3235.000	470.462	468.080	54655.246	16761.541	119.997°	2.50	-2.5
664	3240.000	470.694	468.130	54657.747	16765.871	120.022°	2.50	-2.5
665	3245.000	470.925	468.186	54660.249	16770.200	120.041°	2.50	-2.5
666	3250.000	471.139	468.246	54662.753	16774.528	120.053°	2.50	-2.5
667	3255.000	471.349	468.312	54665.257	16778.855	120.058°	2.50	-2.5
668	3255.840	471.384	468.323	54665.678	16779.582	120.058°	2.50	-2.5
669	3260.000	471.559	468.379	54667.761	16783.183	120.058°	2.50	-2.5
670	3265.000	471.755	468.445	54670.266	16787.511	120.058°	2.50	-2.5
671	3270.000	471.958	468.512	54672.770	16791.838	120.058°	2.50	-2.5
672	3275.000	472.180	468.579	54675.274	16796.166	120.058°	2.50	-2.5
673	3280.000	472.403	468.646	54677.779	16800.493	120.058°	2.50	-2.5
674	3285.000	472.625	468.713	54680.283	16804.821	120.058°	2.50	-2.5
675	3290.000	472.808	468.780	54682.787	16809.149	120.058°	2.50	-2.5
676	3295.000	473.078	468.846	54685.292	16813.476	120.058°	2.50	-2.5
677	3300.000	473.348	468.913	54687.796	16817.804	120.058°	2.50	-2.5
678	3305.000	473.618	468.980	54690.300	16822.131	120.058°	2.50	-2.5
679	3310.000	473.888	469.047	54692.805	16826.459	120.058°	2.50	-2.5
680	3315.000	474.158	469.114	54695.309	16830.787	120.058°	2.50	-2.5
681	3320.000	474.428	469.181	54697.813	16835.114	120.058°	2.50	-2.5
682	3325.000	474.471	469.247	54700.318	16839.442	120.058°	2.50	-2.5
683	3330.000	474.461	469.314	54702.822	16843.769	120.058°	2.50	-2.5
684	3335.000	474.451	469.381	54705.326	16848.097	120.058°	2.50	-2.5
685	3340.000	474.442	469.448	54707.831	16852.425	120.058°	2.50	-2.5
686	3345.000	474.432	469.515	54710.335	16856.752	120.058°	2.50	-2.5
687	3350.000	474.422	469.582	54712.840	16861.080	120.058°	2.50	-2.5
688	3355.000	474.412	469.648	54715.344	16865.408	120.058°	2.50	-2.5
689	3360.000	474.380	469.715	54717.848	16869.735	120.058°	2.50	-2.5
690	3365.000	474.313	469.782	54720.353	16874.063	120.058°	2.50	-2.5
691	3370.000	474.366	469.849	54722.857	16878.390	120.058°	2.50	-2.5
692	3375.000	474.420	469.916	54725.361	16882.718	120.058°	2.50	-2.5
693	3380.000	474.474	469.983	54727.866	16887.046	120.058°	2.50	-2.5
694	3385.000	474.527	470.050	54730.370	16891.373	120.058°	2.50	-2.5
695	3390.000	474.581	470.116	54732.874	16895.701	120.058°	2.50	-2.5
696	3395.000	474.635	470.183	54735.379	16900.028	120.058°	2.50	-2.5
697	3400.000	474.689	470.250	54737.883	16904.356	120.058°	2.50	-2.5
698	3405.000	475.027	470.317	54740.387	16908.684	120.058°	2.50	-2.5
699	3410.000	474.952	470.384	54742.892	16913.011	120.058°	2.50	-2.5
700	3415.000	474.877	470.451	54745.396	16917.339	120.058°	2.50	-2.5
701	3420.000	474.802	470.517	54747.900	16921.666	120.058°	2.50	-2.5
702	3425.000	474.727	470.584	54750.405	16925.994	120.058°	2.50	-2.5
703	3430.000	477.591	470.651	54752.909	16930.322	120.058°	2.50	-2.5
704	3435.000	477.620	470.718	54755.414	16934.649	120.058°	2.50	-2.5
705	3440.000	477.648	470.785	54757.918	16938.977	120.058°	2.50	-2.5
706	3445.000	477.676	470.852	54760.422	16943.305	120.058°	2.50	-2.5
707	3450.000	477.704	470.918	54762.927	16947.632	120.058°	2.50	-2.5
708	3455.000	477.732	470.985	54765.431	16951.960	120.058°	2.50	-2.5
709	3460.000	477.761	471.052	54767.935	16956.287	120.058°	2.50	-2.5
710	3465.000	477.789	471.119	54770.440	16960.615	120.058°	2.50	-2.5
711	3470.000	477.817	471.186	54772.944	16964.943	120.058°	2.50	-2.5
712	3475.000	477.845	471.253	54775.448	16969.270	120.058°	2.50	-2.5
713	3480.000	477.873	471.319	54777.953	16973.598	120.058°	2.50	-2.5

TABULATION

714	3485.000	477.902	471.386	54780.457	16977.925	120.058°	2.50	-2.5
715	3490.000	477.420	471.453	54782.961	16982.253	120.058°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
716	3495.000	477.472	471.520	54785.466	16986.581	120.058°	2.50	-2.5
717	3500.000	477.524	471.587	54787.970	16990.908	120.058°	2.50	-2.5
718	3505.000	477.577	471.654	54790.474	16995.236	120.058°	2.50	-2.5
719	3510.000	477.640	471.721	54792.979	16999.563	120.058°	2.50	-2.5
720	3515.000	477.318	471.787	54795.483	17003.891	120.058°	2.50	-2.5
721	3520.000	476.969	471.854	54797.988	17008.219	120.058°	2.50	-2.5
722	3525.000	476.632	471.921	54800.492	17012.546	120.058°	2.50	-2.5
723	3530.000	476.295	471.988	54802.996	17016.874	120.058°	2.50	-2.5
724	3531.504	476.194	472.008	54803.750	17018.176	120.058°	2.50	-2.5
725	3535.000	475.958	472.055	54805.500	17021.202	120.046°	2.50	-2.1
726	3540.000	475.622	472.122	54808.002	17025.531	119.988°	2.50	-1.7
727	3545.000	475.288	472.188	54810.497	17029.864	119.881°	2.50	-1.3
728	3550.000	474.999	472.255	54812.983	17034.202	119.726°	2.50	-0.8
729	3555.000	475.423	472.322	54815.455	17038.548	119.523°	2.50	-0.4
730	3560.000	475.244	472.389	54817.909	17042.904	119.271°	2.50	0.0
731	3565.000	475.068	472.456	54820.343	17047.272	118.971°	2.50	0.4
732	3570.000	474.896	472.523	54822.752	17051.654	118.623°	2.50	0.9
733	3575.000	474.728	472.589	54825.132	17056.051	118.226°	2.50	1.3
734	3580.000	474.694	472.656	54827.480	17060.465	117.780°	2.50	1.8
735	3585.000	474.699	472.723	54829.791	17064.899	117.286°	2.50	2.2
736	3590.000	474.705	472.790	54832.063	17069.353	116.744°	2.69	2.6
737	3595.000	474.711	472.857	54834.290	17073.829	116.153°	3.13	3.1
738	3600.000	474.718	472.924	54836.469	17078.330	115.514°	3.58	3.5
739	3605.000	474.838	472.991	54838.596	17082.855	114.827°	4.02	4.0
740	3610.000	474.720	473.057	54840.667	17087.406	114.091°	4.46	4.4
741	3615.000	474.582	473.124	54842.677	17091.984	113.307°	4.91	4.9
742	3620.000	474.449	473.191	54844.622	17096.590	112.474°	5.35	5.3
743	3625.000	474.321	473.258	54846.498	17101.225	111.593°	5.80	5.8
744	3630.000	474.170	473.325	54848.300	17105.888	110.663°	6.24	6.2
745	3630.117	474.166	473.326	54848.342	17105.998	110.641°	6.25	6.2
746	3635.000	473.870	473.392	54850.026	17110.581	109.708°	6.25	6.2
747	3640.000	473.511	473.458	54851.673	17115.302	108.753°	6.25	6.2
748	3645.000	473.434	473.525	54853.240	17120.050	107.798°	6.25	6.2
749	3650.000	473.382	473.592	54854.729	17124.823	106.843°	6.25	6.2
750	3655.000	473.354	473.659	54856.138	17129.620	105.889°	6.25	6.2
751	3660.000	473.351	473.726	54857.467	17134.441	104.934°	6.25	6.2
752	3665.000	473.542	473.793	54858.715	17139.282	103.979°	6.25	6.2
753	3670.000	473.803	473.859	54859.882	17144.144	103.024°	6.25	6.2
754	3675.000	474.555	473.926	54860.968	17149.025	102.069°	6.25	6.2
755	3680.000	474.545	473.993	54861.973	17153.923	101.114°	6.25	6.2
756	3685.000	474.530	474.060	54862.896	17158.837	100.159°	6.25	6.2
757	3690.000	474.509	474.127	54863.737	17163.765	99.204°	6.25	6.2
758	3695.000	474.483	474.194	54864.495	17168.707	98.249°	6.25	6.2
759	3700.000	474.451	474.260	54865.171	17173.661	97.294°	6.25	6.2
760	3705.000	474.545	474.327	54865.765	17178.626	96.339°	6.25	6.2
761	3710.000	474.574	474.394	54866.275	17183.600	95.384°	6.25	6.2
762	3715.000	474.665	474.461	54866.703	17188.581	94.429°	6.25	6.2
763	3720.000	474.756	474.528	54867.048	17193.569	93.474°	6.25	6.2
764	3725.000	474.848	474.595	54867.309	17198.563	92.519°	6.25	6.2
765	3730.000	474.940	474.661	54867.487	17203.559	91.565°	6.25	6.2
766	3735.000	475.032	474.728	54867.582	17208.558	90.610°	6.25	6.2
767	3740.000	475.124	474.795	54867.594	17213.558	89.655°	6.25	6.2
768	3745.000	475.217	474.862	54867.522	17218.558	88.700°	6.25	6.2

TABULATION

769	3750.000	475.310	474.929	54867.367	17223.555	87.745°	6.25	6.2
770	3755.000	475.842	474.996	54867.128	17228.550	86.790°	6.25	6.2

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
771	3760.000	476.125	475.063	54866.807	17233.539	85.835°	6.25	6.2
772	3765.000	476.668	475.129	54866.402	17238.523	84.880°	6.25	6.2
773	3770.000	476.398	475.196	54865.914	17243.499	83.925°	6.25	6.2
774	3775.000	476.804	475.263	54865.344	17248.466	82.970°	6.25	6.2
775	3780.000	477.395	475.330	54864.691	17253.423	82.015°	6.25	6.2
776	3785.000	478.225	475.397	54863.955	17258.369	81.060°	6.25	6.2
777	3790.000	479.137	475.464	54863.137	17263.301	80.105°	6.25	6.2
778	3792.981	479.735	475.503	54862.610	17266.235	79.536°	6.25	6.2
779	3795.000	480.135	475.530	54862.237	17268.219	79.154°	6.07	6.0
780	3800.000	480.348	475.597	54861.256	17273.122	78.243°	5.63	5.6
781	3805.000	480.940	475.664	54860.200	17278.010	77.381°	5.18	5.1
782	3810.000	481.547	475.731	54859.073	17282.881	76.566°	4.74	4.7
783	3815.000	482.167	475.798	54857.879	17287.736	75.800°	4.30	4.3
784	3820.000	482.666	475.865	54856.622	17292.575	75.083°	3.85	3.8
785	3825.000	483.109	475.931	54855.306	17297.399	74.414°	3.41	3.4
786	3830.000	483.555	475.998	54853.936	17302.208	73.793°	2.97	2.9
787	3835.000	484.765	476.065	54852.516	17307.002	73.221°	2.52	2.5
788	3840.000	484.128	476.132	54851.051	17311.782	72.697°	2.50	2.0
789	3845.000	484.260	476.199	54849.543	17316.550	72.222°	2.50	1.6
790	3850.000	484.392	476.266	54847.999	17321.305	71.795°	2.50	1.1
791	3855.000	484.524	476.333	54846.420	17326.049	71.416°	2.50	0.7
792	3860.000	487.271	476.399	54844.813	17330.784	71.086°	2.50	0.3
793	3865.000	485.845	476.466	54843.180	17335.510	70.804°	2.50	-0.1
794	3870.000	483.836	476.533	54841.526	17340.228	70.571°	2.50	-0.5
795	3875.000	487.794	476.600	54839.855	17344.941	70.386°	2.50	-1.0
796	3880.000	487.924	476.667	54838.171	17349.649	70.249°	2.50	-1.4
797	3885.000	485.271	476.734	54836.477	17354.353	70.161°	2.50	-1.9
798	3890.000	484.928	476.800	54834.778	17359.056	70.122°	2.50	-2.3
799	3891.594	484.819	476.822	54834.236	17360.555	70.119°	2.50	-2.5
800	3895.000	484.586	476.867	54833.078	17363.758	70.119°	2.50	-2.5
801	3900.000	484.244	476.934	54831.378	17368.460	70.119°	2.50	-2.5
802	3905.000	483.902	477.001	54829.678	17373.162	70.119°	2.50	-2.5
803	3910.000	483.559	477.068	54827.977	17377.864	70.119°	2.50	-2.5
804	3915.000	483.216	477.135	54826.277	17382.566	70.119°	2.50	-2.5
805	3920.000	482.875	477.201	54824.577	17387.268	70.119°	2.50	-2.5
806	3925.000	482.533	477.268	54822.876	17391.970	70.119°	2.50	-2.5
807	3930.000	482.190	477.335	54821.176	17396.672	70.119°	2.50	-2.5
808	3935.000	481.848	477.402	54819.476	17401.374	70.119°	2.50	-2.5
809	3940.000	481.506	477.469	54817.775	17406.076	70.119°	2.50	-2.5
810	3945.000	479.934	477.536	54816.075	17410.778	70.119°	2.50	-2.5
811	3950.000	479.925	477.602	54814.375	17415.480	70.119°	2.50	-2.5
812	3955.000	479.917	477.669	54812.674	17420.182	70.119°	2.50	-2.5
813	3960.000	479.908	477.736	54810.974	17424.884	70.119°	2.50	-2.5
814	3965.000	479.900	477.803	54809.274	17429.586	70.119°	2.50	-2.5
815	3970.000	479.891	477.870	54807.573	17434.288	70.119°	2.50	-2.5
816	3975.000	480.114	477.937	54805.873	17438.990	70.119°	2.50	-2.5
817	3980.000	480.545	478.004	54804.173	17443.692	70.119°	2.50	-2.5
818	3985.000	480.479	478.070	54802.472	17448.394	70.119°	2.50	-2.5
819	3990.000	480.414	478.137	54800.772	17453.096	70.119°	2.50	-2.5
820	3995.000	480.348	478.204	54799.072	17457.798	70.119°	2.50	-2.5
821	4000.000	480.283	478.271	54797.372	17462.500	70.119°	2.50	-2.5
822	4005.000	480.235	478.338	54795.671	17467.202	70.119°	2.50	-2.5
823	4010.000	480.265	478.405	54793.971	17471.904	70.119°	2.50	-2.5

TABULATION

824	4015.000	480.294	478.471	54792.271	17476.606	70.119°	2.50	-2.5
825	4020.000	480.322	478.538	54790.570	17481.308	70.119°	2.50	-2.5

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
826	4025.000	480.350	478.605	54788.870	17486.010	70.119°	2.50	-2.5
827	4030.000	481.033	478.672	54787.170	17490.712	70.119°	2.50	-2.5
828	4035.000	480.880	478.739	54785.469	17495.414	70.119°	2.50	-2.5
829	4040.000	480.530	478.806	54783.769	17500.116	70.119°	2.50	-2.5
830	4045.000	480.181	478.872	54782.069	17504.818	70.119°	2.50	-2.5
831	4050.000	479.832	478.939	54780.368	17509.520	70.119°	2.50	-2.5
832	4055.000	479.499	479.006	54778.668	17514.222	70.119°	2.50	-2.5
833	4059.030	479.652	479.060	54777.298	17518.012	70.119°	2.50	-2.5

TABULATION

CUBATURES

N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0.000	0.0	117.7	0.0	0.0
2	5.000	0.0	201.4	0.0	0.0
3	10.000	0.0	146.7	0.0	0.0
4	15.000	0.0	126.4	0.0	0.0
5	20.000	0.0	117.6	0.0	0.0
6	25.000	0.0	108.8	0.0	0.0
7	30.000	0.0	100.0	0.0	0.0
8	35.000	0.0	91.2	0.0	0.0
9	40.000	0.0	75.4	0.0	0.0
10	45.000	0.0	55.1	0.0	0.0
11	50.000	0.2	37.2	0.0	0.0
12	55.000	0.4	27.5	0.0	0.0
13	60.000	0.1	32.0	0.0	0.0
14	65.000	0.1	28.2	0.0	0.0
15	70.000	0.0	14.4	0.0	0.0
16	75.000	0.2	12.1	0.0	0.0
17	80.000	0.0	12.1	0.0	0.0
18	85.000	0.0	10.1	0.0	0.0
19	90.000	1.2	8.7	0.0	0.0
20	95.000	10.1	16.5	0.0	0.0
21	100.000	19.6	55.0	0.0	0.0
22	105.000	22.6	91.2	0.0	0.0
23	110.000	29.3	82.0	0.0	0.0
24	115.000	40.0	77.5	0.0	0.0
25	120.000	48.5	75.0	0.0	0.0
26	125.000	61.3	70.0	0.0	0.0
27	130.000	75.9	59.0	0.0	0.0
28	135.000	92.3	47.1	0.0	0.0
29	140.000	120.8	19.1	0.0	0.0
30	145.000	171.4	1.1	0.0	0.0
31	150.000	218.3	0.5	0.0	0.0
32	155.000	231.6	0.5	0.0	0.0
33	160.000	231.9	0.8	0.0	0.0
34	165.000	248.3	0.6	0.0	0.0
35	170.000	266.8	0.5	0.0	0.0
36	175.000	290.9	0.6	0.0	0.0
180	870.000	19.7	89.7	0.0	0.0
181	875.000	63.5	87.6	0.0	0.0
182	880.000	65.5	81.3	0.0	0.0
183	885.000	105.4	53.7	0.0	0.0
184	890.000	154.6	2.4	0.0	0.0

185	895.000	225.6	1.6	0.0	0.0
186	900.000	242.7	1.7	0.0	0.0
187	905.000	297.0	1.7	0.0	0.0
188	910.000	372.3	1.6	0.0	0.0
189	915.000	240.6	0.9	0.0	0.0
190	915.299	229.5	0.8	0.0	0.0
191	920.000	529.9	1.5	0.0	0.0
192	925.000	642.4	1.3	0.0	0.0
193	930.000	732.1	1.4	0.0	0.0
194	935.000	818.3	1.4	0.0	0.0
195	940.000	919.7	1.4	0.0	0.0
196	945.000	1149.6	2.3	0.0	0.0
197	950.000	1529.8	0.0	0.0	0.0
198	955.000	1799.9	0.0	0.0	0.0
199	960.000	1677.3	0.6	0.0	0.0
200	965.000	1515.0	0.5	0.0	0.0
201	970.000	1326.1	0.5	0.0	0.0
202	975.000	1144.3	0.5	0.0	0.0
203	980.000	974.7	0.5	0.0	0.0
204	985.000	816.6	1.1	0.0	0.0
205	990.000	674.7	1.1	0.0	0.0
206	995.000	550.3	1.0	0.0	0.0
207	1000.000	441.6	1.0	0.0	0.0
208	1005.000	343.4	1.3	0.0	0.0
209	1010.000	241.2	1.3	0.0	0.0
210	1015.000	167.1	1.3	0.0	0.0
211	1020.000	62.0	4.0	0.0	0.0
212	1025.000	3.3	22.9	0.0	0.0
213	1030.000	0.0	97.6	0.0	0.0
214	1035.000	0.0	175.3	0.0	0.0
215	1040.000	0.0	252.2	0.0	0.0
216	1045.000	0.0	329.1	0.0	0.0
217	1050.000	0.0	375.4	0.0	0.0
218	1055.000	0.0	397.1	0.0	0.0
219	1060.000	0.0	432.3	0.0	0.0
220	1065.000	0.0	475.3	0.0	0.0
221	1070.000	0.0	367.9	0.0	0.0
222	1072.280	0.0	261.2	0.0	0.0
223	1075.000	0.0	418.8	0.0	0.0
224	1080.000	0.0	582.5	0.0	0.0
225	1085.000	0.0	608.0	0.0	0.0
226	1090.000	0.0	588.8	0.0	0.0
227	1095.000	0.0	649.9	0.0	0.0
228	1100.000	0.0	722.0	0.0	0.0
229	1105.000	0.0	726.1	0.0	0.0
230	1110.000	0.0	714.8	0.0	0.0
297	1440.000	0.0	139.8	0.0	0.0
298	1445.000	0.0	146.3	0.0	0.0
299	1450.000	0.0	142.4	0.0	0.0

TABULATION

300	1455.000	0.0	130.9	0.0	0.0
301	1460.000	0.0	111.6	0.0	0.0
302	1465.000	0.0	87.1	0.0	0.0
303	1470.000	0.0	68.5	0.0	0.0
304	1475.000	0.0	58.9	0.0	0.0
305	1480.000	0.6	57.6	0.0	0.0
313	1520.000	0.0	102.9	0.0	0.0
314	1525.000	0.0	101.5	0.0	0.0
315	1530.000	0.0	100.1	0.0	0.0
316	1535.000	0.0	115.4	0.0	0.0
317	1540.000	0.0	128.3	0.0	0.0
318	1545.000	0.0	139.1	0.0	0.0
319	1550.000	0.0	146.5	0.0	0.0
320	1555.000	0.0	155.5	0.0	0.0
321	1560.000	0.0	170.3	0.0	0.0
322	1565.000	0.0	199.7	0.0	0.0
323	1570.000	0.0	200.7	0.0	0.0
324	1575.000	0.0	194.0	0.0	0.0
325	1580.000	0.0	198.7	0.0	0.0
326	1585.000	0.0	212.7	0.0	0.0
327	1590.000	0.0	244.2	0.0	0.0
328	1595.000	0.0	273.7	0.0	0.0
329	1600.000	0.0	292.2	0.0	0.0
330	1605.000	0.0	286.9	0.0	0.0
331	1610.000	0.0	283.7	0.0	0.0
332	1615.000	0.0	280.6	0.0	0.0
333	1620.000	0.0	285.7	0.0	0.0
334	1625.000	0.0	289.4	0.0	0.0
335	1630.000	0.0	265.7	0.0	0.0
336	1635.000	0.0	253.6	0.0	0.0
337	1640.000	0.0	278.0	0.0	0.0
338	1645.000	0.0	301.0	0.0	0.0
339	1650.000	0.0	300.0	0.0	0.0
340	1655.000	0.0	275.2	0.0	0.0
341	1660.000	0.0	268.7	0.0	0.0
342	1665.000	0.0	280.8	0.0	0.0
343	1670.000	0.0	294.4	0.0	0.0
344	1675.000	0.0	278.9	0.0	0.0
345	1680.000	0.0	255.5	0.0	0.0
346	1685.000	0.0	255.9	0.0	0.0
347	1690.000	0.0	257.3	0.0	0.0
348	1695.000	0.0	254.0	0.0	0.0
349	1700.000	0.0	245.7	0.0	0.0
350	1705.000	0.0	233.0	0.0	0.0
351	1710.000	0.0	187.3	0.0	0.0
352	1715.000	14.5	181.9	0.0	0.0
353	1720.000	2.4	182.2	0.0	0.0
354	1725.000	0.0	137.0	0.0	0.0
362	1765.000	0.0	242.8	0.0	0.0

TABULATION

363	1770.000	0.0	235.2	0.0	0.0
364	1775.000	0.0	231.4	0.0	0.0
370	1805.000	0.0	206.9	0.0	0.0
371	1810.000	0.0	227.6	0.0	0.0
372	1815.000	0.0	248.0	0.0	0.0
373	1820.000	0.0	261.5	0.0	0.0
374	1825.000	0.0	268.4	0.0	0.0
375	1830.000	0.0	274.5	0.0	0.0
376	1835.000	0.0	280.2	0.0	0.0
377	1840.000	0.0	285.8	0.0	0.0
378	1845.000	0.0	292.6	0.0	0.0
379	1850.000	0.0	300.6	0.0	0.0
380	1855.000	0.0	309.6	0.0	0.0
381	1860.000	0.0	307.5	0.0	0.0
382	1865.000	0.0	285.3	0.0	0.0
383	1870.000	0.0	253.9	0.0	0.0
384	1875.000	0.0	254.8	0.0	0.0
385	1880.000	0.0	257.3	0.0	0.0
386	1885.000	0.0	261.3	0.0	0.0
387	1890.000	0.0	266.6	0.0	0.0
388	1895.000	0.0	273.4	0.0	0.0
389	1900.000	0.0	274.4	0.0	0.0
390	1905.000	0.0	245.4	0.0	0.0
391	1910.000	0.0	229.3	0.0	0.0
392	1915.000	0.0	216.3	0.0	0.0
393	1920.000	0.0	204.4	0.0	0.0
394	1925.000	0.0	193.7	0.0	0.0
395	1930.000	0.0	182.9	0.0	0.0
396	1935.000	0.0	193.7	0.0	0.0
397	1940.000	0.0	247.3	0.0	0.0
398	1945.000	0.0	242.8	0.0	0.0
399	1950.000	0.0	243.4	0.0	0.0
407	1990.000	0.0	263.6	0.0	0.0
408	1995.000	0.0	279.2	0.0	0.0
409	2000.000	0.0	292.7	0.0	0.0
410	2005.000	0.0	304.9	0.0	0.0
411	2010.000	0.0	319.0	0.0	0.0
412	2015.000	0.0	323.1	0.0	0.0
413	2020.000	0.0	328.4	0.0	0.0
414	2025.000	0.0	332.9	0.0	0.0
415	2030.000	0.0	337.8	0.0	0.0
416	2035.000	0.0	343.0	0.0	0.0
417	2040.000	0.0	327.0	0.0	0.0
418	2045.000	0.0	319.6	0.0	0.0
419	2050.000	0.0	314.9	0.0	0.0
420	2055.000	0.0	308.1	0.0	0.0
421	2060.000	0.0	298.3	0.0	0.0
422	2065.000	0.0	283.9	0.0	0.0
423	2070.000	0.0	267.7	0.0	0.0

TABULATION

424	2075.000	0.0	279.2	0.0	0.0
425	2080.000	0.0	306.8	0.0	0.0
426	2085.000	0.0	305.1	0.0	0.0
427	2090.000	0.0	286.0	0.0	0.0
428	2095.000	0.0	275.9	0.0	0.0
429	2100.000	0.0	271.9	0.0	0.0
430	2105.000	0.0	268.6	0.0	0.0
431	2110.000	0.0	264.9	0.0	0.0
432	2115.000	0.0	252.2	0.0	0.0
433	2120.000	0.0	237.2	0.0	0.0
434	2125.000	0.0	220.3	0.0	0.0
435	2130.000	0.0	202.6	0.0	0.0
436	2135.000	0.0	185.1	0.0	0.0
437	2140.000	0.0	168.3	0.0	0.0
438	2145.000	0.0	152.7	0.0	0.0
439	2150.000	0.3	136.3	0.0	0.0
440	2155.000	2.3	133.4	0.0	0.0
441	2160.000	0.0	161.9	0.0	0.0
442	2165.000	0.0	193.3	0.0	0.0
443	2170.000	0.0	183.4	0.0	0.0
444	2175.000	0.0	173.0	0.0	0.0
445	2180.000	0.0	162.7	0.0	0.0
446	2185.000	0.0	145.4	0.0	0.0
447	2190.000	5.2	118.1	0.0	0.0
448	2195.000	30.1	90.5	0.0	0.0
449	2200.000	59.2	79.0	0.0	0.0
450	2205.000	0.0	88.9	0.0	0.0
451	2210.000	0.0	111.5	0.0	0.0
452	2215.000	0.0	75.7	0.0	0.0
453	2220.000	7.4	52.3	0.0	0.0
454	2225.000	29.0	43.4	0.0	0.0
455	2230.000	53.2	37.2	0.0	0.0
456	2235.000	79.4	30.6	0.0	0.0
457	2240.000	104.9	21.7	0.0	0.0
458	2245.000	172.0	3.3	0.0	0.0
459	2250.000	140.0	7.2	0.0	0.0
460	2255.000	108.3	9.9	0.0	0.0
461	2260.000	77.7	10.5	0.0	0.0
462	2265.000	49.0	11.2	0.0	0.0
463	2270.000	8.2	11.3	0.0	0.0
464	2271.469	4.0	9.6	0.0	0.0
465	2275.000	3.4	16.4	0.0	0.0
466	2280.000	17.9	25.5	0.0	0.0
467	2285.000	31.5	36.7	0.0	0.0
468	2290.000	25.5	46.2	0.0	0.0
469	2295.000	5.2	57.1	0.0	0.0
470	2300.000	0.0	84.9	0.0	0.0
471	2305.000	0.0	133.3	0.0	0.0
472	2310.000	0.0	180.4	0.0	0.0

TABULATION

473	2315.000	0.0	220.9	0.0	0.0
474	2320.000	0.0	240.4	0.0	0.0
475	2325.000	0.0	222.2	0.0	0.0
476	2330.000	0.0	205.2	0.0	0.0
477	2335.000	0.0	190.3	0.0	0.0
478	2340.000	0.0	178.3	0.0	0.0
479	2345.000	0.0	169.0	0.0	0.0
480	2350.000	11.6	175.1	0.0	0.0
481	2355.000	19.7	177.3	0.0	0.0
482	2360.000	20.1	175.3	0.0	0.0
483	2365.000	20.3	177.8	0.0	0.0
484	2370.000	20.2	181.1	0.0	0.0
485	2375.000	19.9	185.2	0.0	0.0
486	2380.000	19.2	190.3	0.0	0.0
487	2385.000	18.1	196.2	0.0	0.0
488	2390.000	16.5	203.0	0.0	0.0
489	2395.000	14.6	210.6	0.0	0.0
490	2400.000	14.7	208.2	0.0	0.0
491	2405.000	15.0	205.3	0.0	0.0
492	2410.000	15.1	203.0	0.0	0.0
493	2415.000	15.0	201.4	0.0	0.0
494	2420.000	14.6	200.4	0.0	0.0
495	2425.000	14.1	200.2	0.0	0.0
496	2430.000	13.6	200.9	0.0	0.0
497	2435.000	16.5	199.1	0.0	0.0
498	2440.000	27.1	156.7	0.0	0.0
499	2445.000	38.7	116.8	0.0	0.0
500	2450.000	51.2	80.1	0.0	0.0
501	2455.000	67.4	49.1	0.0	0.0
502	2460.000	89.1	25.3	0.0	0.0
503	2465.000	116.2	9.1	0.0	0.0
504	2470.000	98.3	12.0	0.0	0.0
505	2475.000	56.5	3.9	0.0	0.0
506	2480.000	88.4	1.3	0.0	0.0
507	2485.000	127.0	1.2	0.0	0.0
508	2490.000	165.9	1.2	0.0	0.0
509	2495.000	203.7	1.4	0.0	0.0
510	2500.000	203.2	1.4	0.0	0.0
511	2505.000	179.3	0.6	0.0	0.0
512	2510.000	158.9	0.7	0.0	0.0
513	2515.000	148.6	0.7	0.0	0.0
527	2580.000	210.1	0.7	0.0	0.0
528	2585.000	220.9	0.7	0.0	0.0
529	2590.000	230.2	0.7	0.0	0.0
530	2595.000	234.7	0.7	0.0	0.0
531	2600.000	232.4	0.8	0.0	0.0
532	2605.000	232.1	1.1	0.0	0.0
533	2610.000	223.8	1.5	0.0	0.0
534	2615.000	217.1	1.1	0.0	0.0

TABULATION

535	2620.000	212.3	1.0	0.0	0.0
536	2625.000	208.0	1.2	0.0	0.0
537	2630.000	203.9	1.4	0.0	0.0
538	2635.000	199.7	1.4	0.0	0.0
539	2640.000	195.4	1.4	0.0	0.0
540	2645.000	191.4	1.5	0.0	0.0
541	2650.000	201.7	1.5	0.0	0.0
542	2655.000	192.9	1.5	0.0	0.0
543	2660.000	182.8	1.4	0.0	0.0
544	2665.000	172.2	1.4	0.0	0.0
545	2670.000	153.2	1.4	0.0	0.0
546	2675.000	108.5	1.2	0.0	0.0
547	2680.000	118.5	1.4	0.0	0.0
548	2685.000	128.1	1.4	0.0	0.0
549	2690.000	134.7	1.4	0.0	0.0
550	2695.000	138.1	1.4	0.0	0.0
551	2700.000	138.5	1.4	0.0	0.0
552	2705.000	134.2	1.4	0.0	0.0
553	2710.000	126.2	1.4	0.0	0.0
554	2715.000	122.9	1.5	0.0	0.0
555	2720.000	124.3	1.5	0.0	0.0
556	2725.000	130.5	1.3	0.0	0.0
557	2730.000	140.8	1.3	0.0	0.0
558	2735.000	154.1	1.2	0.0	0.0
559	2740.000	161.3	1.6	0.0	0.0
560	2745.000	157.7	1.6	0.0	0.0
561	2750.000	146.2	2.0	0.0	0.0
562	2755.000	127.6	3.2	0.0	0.0
563	2760.000	103.8	8.3	0.0	0.0
564	2765.000	91.2	15.7	0.0	0.0
565	2770.000	124.2	18.4	0.0	0.0
566	2775.000	126.8	22.2	0.0	0.0
567	2780.000	124.7	26.9	0.0	0.0
568	2785.000	118.1	32.2	0.0	0.0
569	2790.000	110.2	37.8	0.0	0.0
570	2795.000	102.0	43.9	0.0	0.0
571	2800.000	93.5	50.4	0.0	0.0
572	2805.000	83.9	57.2	0.0	0.0
573	2810.000	47.2	70.9	0.0	0.0
574	2815.000	39.8	86.3	0.0	0.0
575	2820.000	33.0	103.5	0.0	0.0
576	2825.000	27.0	122.3	0.0	0.0
577	2830.000	21.1	141.9	0.0	0.0
578	2835.000	16.1	161.7	0.0	0.0
579	2840.000	12.1	182.0	0.0	0.0
580	2845.000	8.8	202.2	0.0	0.0
581	2850.000	5.9	222.5	0.0	0.0
582	2855.000	3.4	242.7	0.0	0.0
583	2860.000	1.4	262.7	0.0	0.0

TABULATION

584	2865.000	0.2	280.0	0.0	0.0
585	2870.000	8.2	217.3	0.0	0.0
586	2875.000	7.6	198.2	0.0	0.0
587	2880.000	6.2	179.2	0.0	0.0
588	2885.000	4.3	160.4	0.0	0.0
589	2890.000	1.7	142.0	0.0	0.0
590	2895.000	0.1	125.7	0.0	0.0
591	2900.000	0.0	112.4	0.0	0.0
592	2905.000	0.6	91.3	0.0	0.0
593	2910.000	0.7	75.1	0.0	0.0
594	2915.000	0.6	61.4	0.0	0.0
595	2920.000	0.1	50.2	0.0	0.0
596	2925.000	0.0	42.3	0.0	0.0
597	2930.000	0.0	38.2	0.0	0.0
598	2935.000	0.0	36.4	0.0	0.0
599	2940.000	0.0	34.4	0.0	0.0
600	2945.000	0.0	30.0	0.0	0.0
601	2950.000	0.0	28.1	0.0	0.0
602	2955.000	0.0	25.8	0.0	0.0
603	2960.000	0.1	23.5	0.0	0.0
604	2965.000	0.7	21.3	0.0	0.0
605	2970.000	1.8	18.6	0.0	0.0
626	3070.000	759.6	0.5	0.0	0.0
627	3075.000	761.9	0.5	0.0	0.0
628	3080.000	668.7	0.5	0.0	0.0
629	3085.000	633.5	0.7	0.0	0.0
630	3090.000	603.2	0.6	0.0	0.0
631	3095.000	585.4	0.6	0.0	0.0
632	3100.000	556.1	0.6	0.0	0.0
633	3105.000	518.0	0.6	0.0	0.0
634	3110.000	473.5	0.5	0.0	0.0
635	3115.000	424.8	0.5	0.0	0.0
636	3120.000	357.9	0.5	0.0	0.0
637	3125.000	259.1	1.2	0.0	0.0
638	3130.000	181.1	1.4	0.0	0.0
639	3135.000	123.9	1.5	0.0	0.0
640	3140.000	86.9	1.8	0.0	0.0
641	3145.000	67.6	2.2	0.0	0.0
642	3150.000	34.3	10.7	0.0	0.0
643	3155.000	5.7	30.0	0.0	0.0
644	3160.000	0.1	57.6	0.0	0.0
645	3165.000	0.0	87.4	0.0	0.0
646	3170.000	0.0	68.8	0.0	0.0
647	3171.002	0.0	59.7	0.0	0.0
648	3175.000	0.0	125.5	0.0	0.0
649	3180.000	0.0	122.8	0.0	0.0
650	3185.000	0.0	143.3	0.0	0.0
651	3190.000	0.0	164.7	0.0	0.0
652	3195.000	0.0	188.0	0.0	0.0

TABULATION

653	3200.000	0.0	217.2	0.0	0.0
654	3205.000	0.0	251.0	0.0	0.0
655	3210.000	0.0	287.5	0.0	0.0
656	3215.000	0.0	312.2	0.0	0.0
657	3220.000	0.0	335.8	0.0	0.0
658	3225.000	0.0	354.4	0.0	0.0
659	3230.000	0.0	358.8	0.0	0.0
660	3235.000	0.0	365.5	0.0	0.0
661	3240.000	0.0	375.6	0.0	0.0
662	3245.000	0.0	388.0	0.0	0.0
663	3250.000	0.0	393.5	0.0	0.0
719	3530.000	0.0	367.6	0.0	0.0
720	3531.852	0.0	277.3	0.0	0.0
721	3535.000	0.0	452.0	0.0	0.0
722	3540.000	0.0	550.9	0.0	0.0
723	3545.000	0.0	548.1	0.0	0.0
724	3550.000	0.0	527.0	0.0	0.0
725	3555.000	0.0	520.2	0.0	0.0
726	3560.000	0.0	483.8	0.0	0.0
727	3565.000	0.0	449.4	0.0	0.0
728	3570.000	0.0	410.9	0.0	0.0
729	3575.000	0.0	370.1	0.0	0.0
743	3640.000	56.3	116.1	0.0	0.0
744	3645.000	79.3	110.0	0.0	0.0
763	3740.000	0.0	96.9	0.0	0.0
764	3745.000	0.0	99.5	0.0	0.0
765	3750.000	0.0	106.2	0.0	0.0
766	3755.000	0.0	151.2	0.0	0.0
767	3760.000	0.0	218.0	0.0	0.0
768	3765.000	0.0	264.1	0.0	0.0
769	3770.000	0.0	249.8	0.0	0.0
770	3775.000	0.0	256.4	0.0	0.0
771	3780.000	0.0	286.9	0.0	0.0
824	4035.000	0.0	325.7	0.0	0.0
825	4040.000	0.0	334.3	0.0	0.0
826	4045.000	0.0	309.4	0.0	0.0
827	4050.000	0.0	282.3	0.0	0.0
828	4055.000	0.0	239.8	0.0	0.0
829	4059.378				
		40178	63343	0	0



Le 15/06/2024 à 10:56 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 3725

E:\MEMOIRE M2\2023-2024\VOA\ouchenane safa\PISTE\MANUEL\PROJET.PIS