

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

Université ABOU-BEKR Belkaid -Tlemcen

Faculté de Technologie

Département de Génie Civil



Mémoire pour l'Obtention du Diplôme
de Master en Génie Civil
Option : Infrastructure de base et géotechnique-Travaux Publics

Thème :

**ETUDE DE SURELEVATION DE LA RN 06 DE PK 243 AU PK 247
SUR 4 KM AVEC OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT.**

Soutenu en juin 2014 par :

FERHI Asma

Devant le jury composé de :

Mr. HAMZAOUI. F	Président
Mr. CHRIF BENMOUSSA. M.Y	Encadreur
Mr. DJEMAOUNE. A	Examineur
Mr. GHANNANI. B	Examineur

Remerciement

Toute notre parfaite gratitude, grâce et remerciement à Allah le plus puissant qui nous a donné le privilège, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.

C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que nous remercions notre encadreur M^r CHERIF BENMOUSSA M.Y pour la sollicitude avec laquelle il a suivi et guidé ce travail et pour sa gentillesse et ses orientations efficaces.

Nous tenons également à remercier ; M^r HAMZAOUI. F d'avoir accepté de présider le jury de notre projet de fin d'études, M^r DJEMAOUNE. A et M^r GHANNANI. B qui ont bien voulu examiner notre travail. Leurs présences vont valoriser de manière certaine, le travail que nous avons effectué.

Et également nos remerciements sont exprimés à M^r OSMANI.O de nous avoir accueilli au sein de son service ; et pour son précieux aide à maîtriser les logicielles : Piste, Autocad et Covadis.

Nous adressons également notre profonde gratitude à tous les professeurs de l'université **ABOU-BEKR Belkaid**, en particulier ceux du département **GENIE CIVIL** qui nous enrichissent de connaissances et de savoir.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire, de près ou de loin.

Merci à tous.

Dédicace...

Au nom d'Allah, le tout miséricordieux, le très miséricordieux.

J'ai vécu sans le savoir.

Comme l'herbe qui pousse.

Le matin, le jour, le soir ...

Et voila que ce jour après tant d'années de travail et de labeur.

Je vais enfin cueillir la rose de mon jardin.

Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce modeste travail que je le dédie à :

Mes très chers parents que dieu le tout puissant les protègent et les gardent, ils m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin ;

Ma mère qui a été à mes côtés et m'a soutenu durant toute ma vie.

Mon père qui n'a pas cessé de m'encourager et de se sacrifier pour que je puisse franchir tout obstacle durant toutes mes années d'étude.

Ma très chère sœur « *Zohra* » que je l'aime beaucoup.

Mes très chers frères « *Oussama, Aladdine et Mohammed el Amine* ».

Toute ma famille.

Tous mes amis « *Hanane, Nabila, Fatima, Zahia, Cherifa, Zeyneb, Khadija, Sihem, Amina, Nezha, Dalila, Nacera, Omar, Mohammed, Zino...* » .

Toute la promotion 2014.

A vous ... merci.

RESUME:

Notre projet de fin d'étude rentre dans le domaine des infrastructures de transport, et en particulier les routes, il s'intitule « Etude de surélévation de la RN 06 du PK 243 au PK 247 sur 4 km avec ouvrages d'assainissement », pour l'équilibre hydraulique.

L'écoulement d'eau est perturbé par la création de la nouvelle ligne, donc il faut réaliser des ouvrages de rétablissement des écoulements naturels que devront être correctement dimensionnés pour assurer la continuité des débits en étudiant les cours d'eau le long de la voie.

Le présent projet nous a permis de concilier le social, l'économique et l'environnemental qui traduit directement la notion de développement durable de la région et permettre d'assurer le confort et la sécurité des usagers.

Mots clés :

Route nationale (RN), trafic, vitesse de base, géométrie routière, dévers, sécurité, confort, terrassement, ouvrages d'assainissement pour l'équilibre hydraulique.

SUMMARY:

Our project of end study returns in the field of the transport infrastructures, and in particular the roads which are entitled «Study of heightening the RN 06 of the km No 243 with the km No 247 out 4 km with drainage systems », for hydraulic balance.

The flow of water is disturbed by the creation of the new line; therefore it is necessary to carry out works of re-establishment the natural flows which will have to be correctly dimensioned to ensure the continuity of the flows by studying the rivers along the way.

This project enabled us to reconcile the social, the economic and the environmental ones which directly translate the concept of sustainable development of the area and to make it possible to ensure the comfort and the safety of the users.

Key words:

Main road, traffic, design speed, geometry road, warped, safety, comfort, earthwork, drainage systems for hydraulic balance.

ملخص:

تقع دراسة مشروعنا النهائي في مجال البنية التحتية للنقل ، والطرق بصفة خاصة. تحت عنوان " دراسة ارتفاع مستوى الطريق من الحجر الكيلومتری رقم 243 الى رقم 247 على الطريق الوطني رقم 06 مع انجاز مرافق صرف المياه ". يتوتر تدفق المياه من خلال إنشاء الخط الجديد، لذلك يجب إجراء أعمال صرف التندفقات الطبيعية التي يجب أن يكون حجمها بشكل صحيح لضمان استمرارية التندفقات على طول الطريق. يسمح لنا هذا المشروع بتحقيق التوازن الاجتماعي والاقتصادي والبيئي الذي يعكس بشكل مباشر على مفهوم التنمية المستدامة في المنطقة ، وضمان راحة وسلامة المستخدمين.

الكلمات المفتاحية:

الطريق الوطني، حركة المرور، هندسة الطرق، الانحدار، سلامة المرور، راحة السائق، حفر ونقل التراب، مرافق صرف المياه.

LISTE DES FIGURES :

Figure.1. 1:Situation géographique du projet. [1].....	3
Figure.1. 2:Schéma explicatif d'une coupe transversale de la chaussée prévue.	13
Figure.2. 1:Eléments du tracé en plan [4]	16
Figure2. 2:Force centrifuge [6]	18
Figure2. 3:Elément géométriques du profil en long. [10].....	23
Figure2. 4:Profil en travers d'une chaussée bidirectionnelle. [14]	30
Figure2. 5:Profil en travers type en remblai.....	32
Figure2. 6:Profil en travers type en déblai.	32
Figure2. 7Profil en travers type mixte.....	33
Figure2. 8:Profil en travers sur ouvrage busé en remblai.	33
Figure2. 9:Profil en travers mixte [14].	35
Figure2. 10:Profils en travers successifs. [10]	35
Figure2. 11:Coupe longitudinale [10].....	36
Figure.3. 1:Chaussée souple [17].....	40
Figure.3. 2:Chaussée rigide [17].	41
Figure.3. 3:Chaussée semi-rigide [17].....	41
Figure.3. 4:Constitution d'une structure de chaussée type [11]	42
Figure.3. 5:Diffusion des charges. [17]	44
Figure.3. 6:Classification du trafic selon le « SETRA » [19]	45
Figure.3. 7: Structure de chaussée par la méthode « C.B.R ».....	56
Figure.3. 8: Structure de chaussée par la méthode de catalogue des structures « SETRA »..	58
Figure.3. 9:Structure de chaussée par la méthode «CTTP ».	59
Figure.4. 1:Situation des réseaux d'assainissement sur le profil en travers d'une route.....	66
Figure.4. 2:Déplacement du point de concentration des eaux.....	67
Figure.4. 3:Vue de face d'un ouvrage batterie (3 Ø = 1000 mm).	79
Figure.4. 4:Vue de face d'un ouvrage batterie (4 Ø = 1000 mm).	79
Figure.4. 5:Fossé en terre.	80
Figure.5. 1:Modulation des lignes longitudinales. [9]	88
Figure.5. 2:Modulation des lignes transversales. [9]	88
Figure.5. 3:Flèche de rabattement. [6]	90
Figure.5. 4:Flèches directionnelles (de sélection). [6].....	91
Figure.5. 5:Panneaux de direction.....	95

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau.1. 1:Coefficient d'équivalence « P » [2]	7
Tableau.1. 2: Valeurs des coefficients « K1 » [2]	8
Tableau.1. 3:Valeurs des coefficients de réduction de la capacité « K2 » [2].....	8
Tableau.1. 4:Valeurs de capacité théorique du profil en travers en régime stable « Cth » [2]..	9
Tableau.2. 1:Paramètres fondamentaux du projet. [2]	15
Tableau.2. 2:Rayon verticaux pour angle saillant. [2]	26
Tableau.2. 3:Rayon verticaux pour angle rentrant [2]	27
Tableau.3. 1:Classe de trafic en fonction de « CAM » des poids lourd [16].....	46
Tableau.3. 2:L'importance de sol en fonction de l'indice de « CBR » [7].....	47
Tableau.3. 3:Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau[19].	49
Tableau.3. 4:La classe du trafic poids lourd [19].	50
Tableau.3. 5:Classement de sol en fonction de l'indice de « CBR » [20].	51
Tableau.3. 6:Tableau exprime les classe de sol en fonction de la déflexion [20].....	54
Tableau.3. 7: Epaisseur de couche de fondation en fonction de la portance du sol [20].....	54
Tableau.3. 8:Les zones climatiques de l'Algérie [2].	54
Tableau.3. 9:Récapitulatifdes résultats.....	56
Tableau.4. 1:Coefficient de ruissellement [25].....	71
Tableau.4. 2:Variation de GAUSS [25]	72
Tableau.4. 3:Valeurs de coefficient de rugosité « Kst » [26].	74
Tableau.5. 1:Modulation des lignes discontinues. [6]	89

TABLE DES MATIERES :

Introduction générale:	1
------------------------------	---

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU PROJET.

1. Introduction :	2
2. Situation géographique de la wilaya de Naàma :	2
3. Problématique :	2
4. Présentation de projet :	2
5. Situation de projet :	3
6. Objectif du projet :	4
7. Etude de trafic :	4
8. Analyse de trafic :	5
8.1. Différents types de trafic :	5
8.2. Calcul de la capacité :	6
8.2.1. La détermination du nombre des voies :	6
8.2.2. Calcul de trafic à l' horizon (TMJA _h) :	6
8.2.3. Calcul du trafic effectif :	7
8.2.4. Débit de pointe horaire normal :	7
8.2.5. Débit horaire admissible :	8
8.2.6. Détermination du nombre des voies :	9
8.3. Application au projet :	10
9. Conclusion :	13

CHAPITRE 2 : GEOMETRIE DE LA ROUTE.

1. Introduction :	14
2. Tracé en plan :	14
2.1. Introduction :	14
2.2. Règles à respecter dans le tracé en plan :	14
2.3. Paramètres fondamentaux de projet :	15
2.4. Les éléments de tracé en plan :	16
2.4.1. Les alignements :	16
2.4.2. Les arcs de cercles :	17
2.4.3. Courbes de raccordement :	19

2.5.	Application au projet :	20
2.5.1.	Rayon minimal absolu (RHm):	20
2.5.2.	Rayon minimal normal (RHn) :	20
2.5.3.	Rayon au dévers minimal (RHd) :	21
2.5.4.	Rayon minimal non déversé (RHnd) :	21
3.	Profil en long :	22
3.1.	Introduction :	22
3.2.	Tracé de la ligne rouge (cote projet):	22
3.3.	Éléments constituant la ligne rouge :	23
3.3.1.	Les alignements :	23
3.3.2.	Les déclivités :	23
3.4.	Raccordement en profil en long :	24
3.4.1.	Raccordement convexe (angle saillant) :	24
3.4.2.	Raccordement concave (angle rentrant) :	26
3.5.	Coordination du tracé en plan et profil en long :	27
3.6.	Objectifs de coordination du tracé en plan et profil en long :	28
4.	Profil en travers :	29
4.1.	Introduction:	29
4.2.	Types des profils en travers :	29
4.2.1.	Profil en travers type:	29
4.2.2.	Profil en travers courant:	29
4.3.	Les éléments constituant le profil en travers :	30
4.4.	Application au projet :	30
5.	Cubatures :	34
5.1.	Introduction :	34
5.2.	Définition :	34
5.3.	Méthodes des calculs des cubatures :	35
5.3.1.	Formule de « SARRAUS » :	35
5.3.2.	Méthode linéaire :	37
5.3.3.	Méthode classique :	37
6.	Conclusion :	38
<u>CHAPITRE 3 : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE.</u>		
1.	Introduction :	39
2.	Définition de la chaussée :	39

3.	Role de la chaussée :	39
4.	Differentes structures de chaussée :	40
4.1.	La chaussée souple :	40
4.2.	La chaussée rigide :	40
4.3.	La chaussée semi-rigide :	41
5.	Les differentes couches de chaussée :	42
5.1.	La couche de forme :	42
5.2.	La couche de fondation :	43
5.3.	La couche de base :	43
5.4.	La couche de surface :	43
6.	Les facteurs de dimensionnement des chaussée :	44
6.1.	Le trafic :	44
6.1.1.	Trafic à la mise en service :	44
6.1.2.	Le trafic cumulé équivalent :	45
6.2.	Le climat et l'environnement :	46
6.3.	Le sol support :	46
6.4.	Les matériaux :	47
7.	Les méthodes de dimensionnement :	47
7.1.	Les méthodes empiriques :	47
7.1.1.	Méthode C.B.R « California- Bearing- Ratio »:	47
7.1.2.	Méthode du catalogue des structures « SETRA » :	49
7.1.3.	La méthode «A.A.S.H.O»:	51
7.1.4.	La méthode «L.C.P.C» :	51
7.1.5.	Méthode du catalogue des chaussées neuves « CTTP » :	52
8.	Application au projet :	55
8.1.	Méthode « C.B.R » :	55
8.2.	Méthode de catalogue des structures « SETRA » :	57
8.3.	Méthode du catalogue des chaussée neuves « CTTP »:	58
8.3.1.	Détermination de la classe de trafic « TPLi » :	58
8.3.2.	Classe du sol support :	58
8.3.3.	La zone climatique :	59
9.	Conclusion :	60

CHAPITRE 4 : ASSAINISSEMENT

1.	Introduction :	61
2.	Objectifs de l'assainissement :	61
3.	Définitions :	62
4.	Types de dégradation :	62
5.	Assainissement de la chaussée :	63
5.1.	Réseaux longitudinaux :	63
5.1.1.	Fossé de pied du talus de déblai :	63
5.1.2.	Fossé de crête de déblai :	63
5.1.3.	Réseau de terre-plein central (TPC) :	63
5.1.4.	Fossé de pied du talus de remblai :	64
5.1.5.	Réseau de crête de talus de remblai :	64
5.2.	Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordements :	64
5.2.1.	Ouvrages transversaux :	64
5.2.2.	Ouvrage de raccordement :	65
5.3.	Autres ouvrages :	65
5.3.1.	Ouvrages de contenance et de dépollution :	65
5.3.2.	Exutoires :	65
6.	Nature et fonction des réseaux :	65
7.	Interaction entre le cours d'eau et la route :	66
8.	Retablisement des écoulements naturels :	66
9.	Conception technique des ouvrages :	67
10.	Choix des ouvrages d'assainissement :	68
10.1.	Critère de choix :	68
10.2.	Facteurs influençant sur le choix des ouvrages hydrauliques :	68
11.	Rectification du tracé :	69
12.	Entretien et exploitation des ouvrages :	69
13.	Détermination des buses :	70
13.1.	Le débit à évacuer :	70
13.1.1.	Coefficient de ruissellement « C » :	71
13.1.2.	Détermination de l'intensité de la pluie :	71
13.1.3.	L'intensité horaire « i » :	71
13.1.4.	Pluie journalière maximale annuelle « Pj » :	72

13.1.5.	Le temps de concentration (tc) :	72
13.2.	Le débit capable de l'ouvrage à saturation :	73
13.2.1.	Coefficient de rugosité :	73
13.2.2.	Rayon hydraulique (R_H):	74
14.	Application au projet :	75
14.1.	Calcul hydraulique :	75
14.1.1.	Calcul de la pluie journalière maximale annuelle « Pj » :	75
14.1.2.	L'intensité horaire « i » :	76
14.1.3.	Calcul de la surface du bassin versant :	77
14.2.	Dimensionnement des buses :	77
14.2.1.	Calcul des débits à évacuer :	77
14.2.2.	Calcul des diamètre des buses :	78
15.	Conclusion :	80

CHAPITRE 5 : SIGNALISATION.

1.	Introduction :	81
2.	Objectifs de la signalisation routiere:	81
3.	Définition :	81
4.	Critetres a respecter pour la signalisation :	82
5.	Categories de signalisation :	82
5.1.	Signaux d'avertissement de danger (type A) :	82
5.2.	Signaux de réglementation :	82
5.3.	Signaux d'indication :	83
6.	Principes de la signalisation routiere :	83
6.1.	Principe de valorisation :	83
6.2.	Principe de concentration :	83
6.3.	Principe de lisibilité :	84
7.	Types de signalisation :	84
7.1.	La signalisation verticale :	84
7.1.1.	Signaux de danger :	84
7.1.2.	Signaux comportant une prescription absolue :	84
7.1.3.	Signaux à simple indication :	85
7.1.4.	Signaux de position des dangers :	85
7.1.5.	Signalisation temporaire- signalisation de chantier :	85

7.2.	Signalisation horizontale :	85
7.2.1.	Marques longitudinales :	86
7.2.2.	Marquages transversales:	86
7.2.3.	Autres marques :	86
8.	Caracteristiques generales des marques :	87
8.1.	Couleur des marques :	87
8.2.	Caractéristiques des lignes discontinues :	87
8.3.	Largeur des lignes :	89
8.4.	Les flèches:	89
8.4.1.	Les flèches de rabattement :	90
8.4.2.	Les flèches de sélection :	91
9.	Dispositifs de retenue :	92
9.1.	Catégories des dispositifs de retenue :	92
9.2.	Classification des dispositifs latéraux :	92
9.3.	Glissières de sécurité :	93
9.3.1.	Glissières de niveau 1:	93
9.3.2.	Glissières de niveau 2 et 3:	93
9.4.	La murette de protection en béton armé :	93
10.	Application au projet :	94
10.1.	Panneaux de signalisation de danger (type A) : [29]	94
10.2.	Panneaux de signalisation d'interdiction et de priorité (type B) :	94
10.3.	Panneau de signalisation de direction (type E4) :	95
10.4.	Signalisation de position de dangers particuliers (H) :	95
10.5.	Les bornes (K) :	95
10.6.	Glissières de sécurité :	95
11.	Conclusion :	96
	Conclusion générale:	97
	Références bibliographiques:	98

INTRODUCTION GENERALE



INTRODUCTION GENERALE :

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

La présence d'eau dans la route provoque plusieurs inconvénients tels que les problèmes d'inondation ; glissement des terrains, ainsi que les problèmes d'érosion ; stabilité des talus et la dégradation des chaussées par défaut de portance du sol. Donc la solution de ses problèmes est de prévoir des dispositions adéquates pour évacuer l'eau loin de la route. L'ensemble de ses travaux porte le nom Assainissement.

Le tronçon à étudier se situe entre le PK 243 au PK 247 sur la RN 06, grâce à sa situation dans un bassin versant, l'aménagement retenu est une surélévation de l'itinéraire avec réalisation des ouvrages d'assainissement pour l'équilibre hydraulique dont la consistance technique reste à définir en fonction :

- des caractéristiques et de l'état actuel de la route et ces dépendances (buses, caniveaux, talus ...).
- des données géotechniques de la plate-forme et du sol support.
- de la portance de la chaussée existante et du niveau de sa dégradation.
- des données de trafic futur influant sur les structures de la chaussée.
- des conditions de sécurité routière le long de la route.

CHAPITRE 1

PRESENTATION DU PROJET

CHAPITRE 2

GEOMETRIE DE LA ROUTE



1. INTRODUCTION :

Lors de la construction d'une route, il faut assurer un niveau de service, car elle se dégrade avec le temps. Si aucun entretien n'est réalisée, la route continuera à se dégrader jusqu'à atteindre un état de ruine faisant chuter considérablement le niveau de service et mettant en danger les usagers.

2. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA DE NAAMA :

La wilaya de Naâma se situe entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien, est limitée:
Au Nord ; par les wilayas de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès, **au Sud** ; par la wilaya de Béchar, **à l'Ouest** ; par la frontière marocaine et **à l'Est** ; par la wilaya d'El Bayadh.

3. PROBLEMATIQUE :

La wilaya de Naâma connaît de temps en temps des points de ruissellement et des inondations exceptionnelles, et son réseau n'est pas l'abri ce qui cause parfois même des coupures de circulation des véhicules (lourds et légers).

Parmi ces sections jugées, celle qui fait l'objet de cette étude. Elle nécessite une étude portant sur la surélévation de la cote projet actuelle en réalisant des ouvrages d'assainissement qui permettent l'équilibre hydraulique.

4. PRESENTATION DE PROJET :

La route nationale RN06 est un axe stratégique dans le secteur économique de base de la wilaya de Naâma, il s'étale sur 273 km de PK 211 au PK 484 reliant les wilayas du nord aux wilayas de sud (l'épine dorsale de réseau de cette wilaya), assurant la circulation du trafic routier de la région de Naâma vers les différents pôles intérieurs de cette wilaya.



Le projet faisant l'objet de cette étude consiste essentiellement à la surélévation de l'itinéraire débutant de PK 243 et prenant fin au PK 247 sur la RN 06 qui est une route à une seule chaussée bidirectionnelle, avec la réalisation des ouvrages d'assainissement.

La vitesse de référence a été prise à **100Km/h**, sauf que par endroit où la vitesse a été réduite.

5. SITUATION DE PROJET :

Le présent projet se situe dans l'Ouest de l'Algérie, son axe se développe sur une longueur de 4 km dans la RN 06, ses limites prennent origine de PK 243 pour prendre fin au PK 247 sur la ligne reliant Mecheria avec la wilaya de Saida. (cf. figure 1.1).



Figure 1. 1: Situation géographique du projet. [1]



6. OBJECTIF DU PROJET :

Le projet de surélévation de la RN06 a pour objectif de doter cette route des caractéristiques d'une route nationale et d'augmenter son niveau de service. Cela se concrétisera moyennant les actions suivantes :

- Améliorer le niveau de service de la route et les conditions de circulations.
- Le traitement des zones inondables.
- Doter la chaussée d'une structure adéquate capable de supporter le trafic actuel et futur.
- Assurer et améliorer la sécurité des voyageurs sur ce tronçon où le trafic est en croissance permanente.
- Les rectifications des virages dont le rayon de courbure ne répond pas aux normes minimales de sécurité.
- La rectification du profil en long au niveau des sommets de cote ou points bas non conformes aux normes.
- Le renforcement de la chaussée pour un apport structurel.

7. ETUDE DE TRAFIC :

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic, son agressivité et aussi le type d'aménagement à réaliser.

Le trafic moyen journalier annuel (TMJA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement du corps de chaussée).

L'étude de trafic s'attachera à la connaissance des flux transitoires :

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération.
- La nature des flux, pour déterminer les points d'échange.
- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les investissements.
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.



- Le niveau de trafic poids lourds déterminant le dimensionnement de la structure de la chaussée. [2]

8. ANALYSE DE TRAFIC :

Tout projet d'étude d'infrastructure routière doit impérativement contenir une évaluation et une analyse précise du trafic supporté, car le dimensionnement de la chaussée est lié étroitement à cette sollicitation.

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires à savoir:

- *Comptages manuels.*
- *Comptages automatiques.*

Ces deux types, permettent de mesurer le trafic sur un tronçon. En ce qui concerne les compteurs automatiques, les dispositifs en maintenant la capacité de discriminer les véhicules légers et les poids lourds.

- *Les enquêtes de type cordon* : elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, les origines et destinations de chaque flux.
- *Les enquêtes qualitatives* : elles permettent de connaître l'appréciation de l'usager par rapport au réseau, les raisons de son déplacement...etc. [2]

8.1. Différents types de trafic :

On distingue quatre types de trafic :

- **Trafic normal** : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte celui de nouveau projet.
- **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.
- **Trafic induit** : Est le nouveau trafic attiré suite à l'amélioration du niveau de service de la route aménagée.



- **Trafic total** : C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

8.2. Calcul de la capacité :

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de la circulation qui lui est propres durant une période bien déterminé. [2]

La capacité dépend des :

- Conditions de trafic.
- Conditions météorologiques.
- Distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- Types d'usagers habités ou non à l'itinéraire.
- Caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

8.2.1. La détermination du nombre des voies :

Le choix du nombre des voies résulte de la comparaison entre l'offre et la demande (le débit admissible) et le trafic prévisible à l'année d'exploitation. Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour les années d'exploitation.

Le Trafic Journalier Moyen Annuel (**TMJA**) exprimé en (véhicules/jour), est égal au trafic total de l'année, divisé par le nombre de jour. [2]

8.2.2. Calcul de Trafic à l' horizon (**TMJA_h**) :

Du fait de la croissance annuelle du trafic le (**TMJA**) évolue d'une année à l'autre. Le trafic moyen journalier annuel à l'année horizon s'est exprimé dans la formule suivante : [2]

$$\mathbf{TMJA_h = TMJA_0 \times (1 + \tau)^n}$$

TMJA_h : le trafic à l'année horizon (2030).

TMJA₀ : le trafic à l'année zéro (l'année de référence=2013).



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

n : nombre d'année.

8.2.3. Calcul du trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de type de route et de l'environnement (en site plat, vallonné ou montagneux). Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence (p) pour convertir les poids lourds (PL) en unités des véhicules particuliers (U.V.P).

Le trafic effectif (T_{eff}) est donné par la relation suivante : [2]

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

Avec :

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j).

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, il dépend de la nature de la route.

Z : pourcentage de poids lourds (%).

Les valeurs du coefficient d'équivalence sont groupées dans (le tableau 1.1).

Tableau 1. 1:coefficient d'équivalence « P » [2]

routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

8.2.4. Débit de pointe horaire normal :

Le débit de pointe horaire normal (Q) est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est exprimé en (U.V.P) et donné par la formule : [2]

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{\text{eff}}$$



Avec :

Q : débit de pointe horaire.

n : nombre des heures de pointe.

T_{eff} : trafic effectif.

8.2.5. Débit horaire admissible :

Le débit horaire admissible (**Q_{adm}**) exprimé en (**U.V.P/h**); est le nombre des véhicules tolérés pendant une heure pouvant passer en un point donné, il est déterminé par la formule suivante : [2]

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

Avec:

K₁ : coefficient lié à l'environnement.

K₂ : coefficient de réduction de capacité.

C_{th} : capacité théorique du profil en travers.

Les valeurs de (**K₁**) sont groupées dans (le tableau 1.2).

Tableau 1. 2: valeurs des coefficients « K1 » [2]

Environnement	E1	E2	E3
k₁	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Les valeurs de (**K₂**) sont présentées en fonction de l'environnement et la catégorie de la route dans (le tableau 1.3).

Tableau 1. 3:valeurs des coefficients de réduction de la capacité « K2 » [2].

Environnement	Catégorie de la route				
	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	0.92	0.95	0.97	0.96	0.96



Les valeurs de (C_{th}) sont montrées dans (le tableau 1.4).

Tableau 1. 4:valeurs de capacité théorique du profil en travers en régime stable « Cth » [2].

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

8.2.6. Détermination du nombre des voies :

a) Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare (Q) à (Q_{adm}) et en prend le profil permettant d'avoir : [2]

$$Q \leq Q_{adm}$$

b) Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voie par chaussée est le nombre entier le plus proche du rapport : [2]

$$n = S \left(\frac{Q}{Q_{adm}} \right)$$

Avec :

n : nombre de voies.

Q_{adm} : débit admissible par voie.

S : coefficient dissymétrie, en général = 2/3.



8.3. Application au projet :

8.3.1. Les données de trafic :

- Le $TJMA_0 = 1000$ v/j.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$.
- La vitesse de référence $V_r = 100$ km/h.
- Le pourcentage de poids lourds $Z = 40\%$.
- L'année de mise en service est 2013.
- La durée de vie estimée de 17 ans.
- Catégorie C1.
- L'environnement E1.

8.3.2. Projection future du trafic :

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

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

Avec: $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon.

$TJMA_0$: le trafic à l'année de référence.

n: nombre d'année.

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

- Le Trafic à l'année (2030) pour une durée de vie de 17 Ans est :

AN :

$$TJMA_{2030} = 1000 \times (1 + 0,04)^{17}.$$

$$TJMA_{2030} = 1948 \text{ v/j.}$$



8.3.3. Calcul de trafic effectif :

$$\diamond \text{Teff} = [(1 - Z) + P \times Z] \times \text{TJMA}_h$$

Z : pourcentage de poids lourd=40%.

P=3 (coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds Pour une route à deux voies et un environnement E1).

AN :

$$\text{Teff}_{2030} = [(1 - 0.4) + 3 \times 0.4] \times 1948.$$

$$\text{Teff}_{2030} = 3507 \text{ uvp/j.}$$

8.3.4. Débit de pointe horaire normal :

$$\diamond Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{\text{eff}}$$

- **Année de mise en service**

$$Q = 0.12 \times \text{Teff}_{2013}.$$

AN :

$$Q = 0.12 \times 1000.$$

$$Q = 120 \text{ uvp/h}$$

- **Année horizon**

$$Q = 0.12 \times \text{Teff}_{2030}.$$

AN :

$$Q = 0.12 \times 3507.$$

$$Q = 421 \text{ uvp/h}$$



8.3.5. Débit horaire admissible :

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Environnement E1} \longrightarrow K1=0.75. \\ \text{Environnement E1 et catégorie C1} \longrightarrow K2=1. \end{array} \right.$$

$$C_{th} = 1500 \text{ (U.V.P/h)}.$$

AN:

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 1500.$$

$$Q_{adm} = 1125 \text{ uvp/h.}$$

Donc :

$$Q < Q_{adm}.$$

8.3.6. Détermination nombre des voies :

$$\diamond N = S \times \left(\frac{Q}{Q_{adm}} \right).$$

n : nombre de voies.

Qadm : débit admissible par voie.

S : coefficient dissymétrie, en général = 2/3.

AN :

$$n = (2/3) \times (421/1125).$$

$$n = 0.25$$

Donc : n = 1 voie /sens.



9. CONCLUSION :

La capacité théorique est de : 1500 **uvp /h**, donc selon la norme de B 40, notre route sera d'une chaussée bidirectionnelle à deux voies de circulation de 3.5 m de largeur chacune et d'un accotement d'une largeur de 2 m de chaque côté (cf. *figure 1.2*).

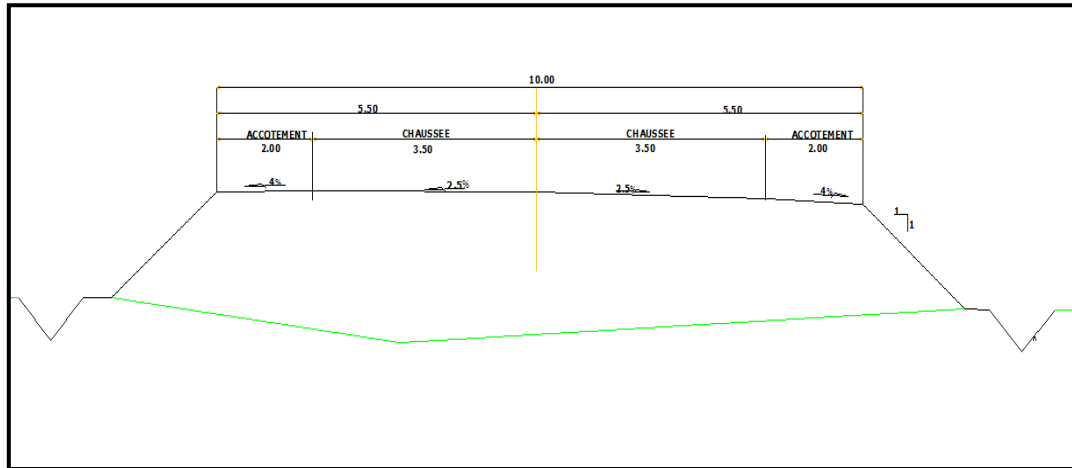


Figure 1. 2:Schéma explicatif d'une coupe transversale de la chaussée prévue.

CHAPITRE 3

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE



1. INTRODUCTION :

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration de terrain.

La surface de roulement d'une route est une conception de l'espace, définie géométriquement par trois groupes d'éléments qui sont :

- Tracé de son axe en situation ou en plan.
- Tracé de cet axe en élévation ou profil en long.
- Profil en travers.

2. TRACE EN PLAN :

2.1. Introduction :

Le tracé en plan est une succession des droites reliées entre eux par des liaisons. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal, qui peut être une carte topographique ou un relief, schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort, de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

2.2. Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour faire un bon tracé en plan on doit respecter certaines recommandations au niveau de la conception qu'au moment de la réalisation. Dont les exigences suivantes semblent pertinentes : [2]

- L'adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Respecter les normes de l'aménagement des routes principales.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.



- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum des ouvrages d'arts pour des raisons économiques.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

2.3. Paramètres fondamentaux de projet :

Notre projet se situe dans un environnement (E1), classé en catégorie (C1) avec une vitesse de base 100 km/h.

D'après le règlement Algérien B40, dans le (tableau .2.1) on regroupe les valeurs minimales des paramètres fondamentaux du tronçon de la présente étude :

Tableau.2. 1:paramètres fondamentaux du projet. [2]

Paramètres	Symbole	Vitesse (100km/h)
Longueur minimale	Lmin	139 m
Longueur maximale	Lmax	1666 m
Dévers minimal	d min	2.5 %
Dévers maximal	d max	7 %
Temps de perception- réaction	t1	1.8 s
Frottement longitudinale	fL	0.36
Frottement transversal	ft	0.11
Distance de freinage	d0	111 m
Distance d'arrêt	d1	161 m
Rayon minimum absolu	RHm	450 m
Rayon minimum normale	RHn	650 m
Rayon au devers minimale	RHd	1600 m
Rayon non déversé	RHnd	2200 m



2.4. Les éléments de tracé en plan :

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons (courbes de raccordement progressives) et des arcs de cercles (*cf. figure. 2.1*).

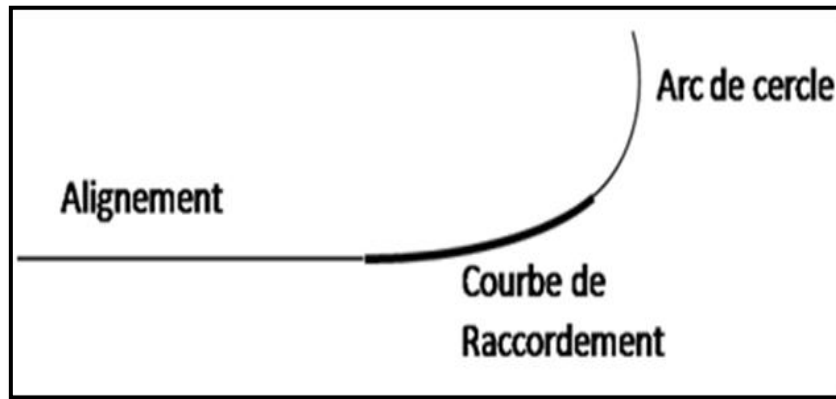


Figure. 2. 1:éléments du tracé en plan [4]

2.4.1. Les alignements :

Les longs alignements dans le tracé rectiligne sont à proscrire, grâce à :

- L'éblouissement causé par les phares (conduite de nuit).
- La mauvaise adaptation de la route au paysage.
- L'esthétique difficile.
- L'encouragement des vitesses excessives.

Pour cela, on est amène à faire un tracé légèrement infléchi. On doit donc remplacer ces alignements droits trop longs par une succession d'alignements courts et de courbes. En faits, il est préférable d'avoir un pourcentage compris entre 40% et 60% en alignement droit, d'une section de route. [2]

❖ *La longueur minimale :*

La longueur minimale d'alignement (L_{\min}) devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance Parcourue pendant cinq (5) secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles. Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C ou en Ove. [2]



Les valeurs de (L_{\min}) sont obtenues à partir la formule suivante :

$$L_{\min} = 5 V_r$$

Avec :

V_r : vitesse de référence en (m/s) [2]

❖ **La longueur maximale :**

La longueur maximale d'alignement (L_{\max}) est prise égale à la distance parcourue pendant soixante (60) secondes [2]:

Les valeurs de (L_{\max}) sont obtenues à partir la formule suivante :

$$L_{\max} = 60 V_r$$

2.4.2. Les arcs de cercles :

Pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur à R_{Hm} (rayon minimum absolue), on utilise alors autant que possible des valeurs supérieures ou égale à ce dernier.

La courbe est limitée par trois éléments intervenants :

- La stabilité des véhicules.
- L'inscription des véhicules longs dans les courbes de faible rayon.
- La visibilité dans les tranchées en courbe.

2.4.2.1. La stabilité en courbe :

Dans un virage, l'effet de la force centrifuge (cf. figure. 2.2).provoque une instabilité au véhicules, afin de réduire cet effet on réalise un devers (exprimé par sa tangente) qui soit la pente dont l'inclinaison de la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage pour éviter le phénomène de dérapage.

Les rayons en plans dépendent des facteurs suivants : [5]

- Force centrifuge FC.
- Poids de véhicule P.
- Accélération de la pesanteur g.



- Dévers d.

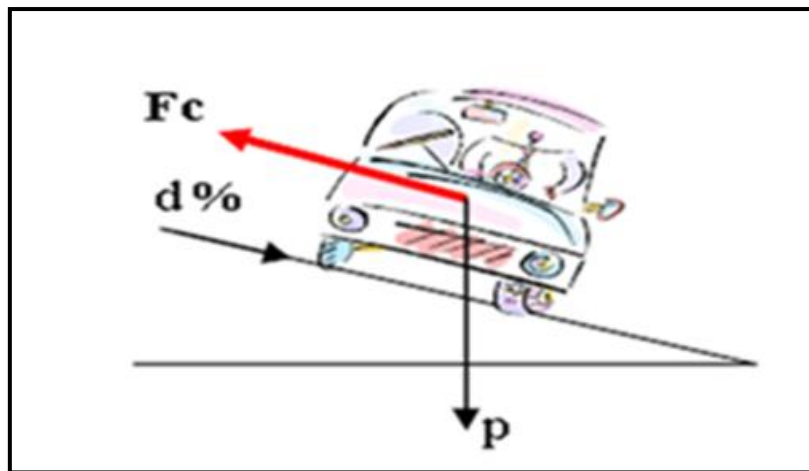


Figure2. 2:Force centrifuge [6]

2.4.2.2. Rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal [2]:

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

Pour chaque (V_r) on définit une série de couple (R, d).

Avec :

RHm : rayon horizontal minimal.

V_r : vitesse de référence.

f_t : frottement transversal.

d_{max} : dévers maximal.

2.4.2.3. Rayon minimal normal (RHn) :

Le rayon minimal normal (**RHn**) doit permettre aux véhicules dépassant (V_r) avec (20 km/h) de rouler en sécurité. [2]



$$\mathbf{RHn} = \frac{(\mathbf{Vr} + 20)^2}{127 (\mathbf{ft} + \mathbf{d}_{\max})}$$

2.4.2.4. Rayon au devers minimal (RHd) :

C'est le rayon dont au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse (**Vr**) serait équivalente à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit. [2]

$$\mathbf{RHd} = \frac{\mathbf{Vr}^2}{127 \times 2 \times \mathbf{d}_{\min}}$$

2.4.2.5. Rayon minimal non déversé (RHnd) :

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toi et le devers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon minimal qui permet cette disposition est le rayon minimal non déversé (**RHnd**). [2]

$$\mathbf{RHnd} = \frac{\mathbf{Vr}^2}{127 (\mathbf{f}'' - \mathbf{d}_{\min})}$$

Pour notre projet $\mathbf{f}''=0.06$. [2]

2.4.3. Courbes de raccordement :

Il est souhaitable de prévoir, entre les segments de droite et les arcs de cercle, des zones de raccordement progressif, dans le cas des rayons inférieurs à 200m.



2.5. Application au projet :

$V_r=100$ km/h, $d_{\max}=7\%$, $d_{\min}=2.5\%$, $f_t=0.11$, $f''=0.06$.

2.5.1. Rayon minimal absolu (RHm):

$$\diamond \text{ RHm} = \frac{v_r^2}{127 (f_t + d_{\max})}$$

AN :

$$\text{RHm} = \frac{100^2}{127 (0.11 + 0.07)}$$

RHm = 438m

2.5.2. Rayon minimal normal (RHn) :

$$\diamond \text{ RHn} = \frac{(V_r+20)^2}{127 (f_t + d_{\max})}$$

AN :

$$\text{RHn} = \frac{(100 + 20)^2}{127 (0.11 + 0.07)}$$

RHn = 627m

**2.5.3. Rayon au dévers minimal (RHd) :**

$$\diamond \text{ RHd} = \frac{v_r^2}{127 \times 2 \times d_{\min}}$$

AN :

$$\text{RHd} = \frac{100^2}{127 \times 2 \times 0.025}$$

RHd = 1575m

2.5.4. Rayon minimal non déversé (RHnd) :

$$\diamond \text{ RHnd} = \frac{v_r^2}{127(f'' - d_{\min})}$$

AN :

$$\text{RHnd} = \frac{100^2}{127(0.06 - 0.025)}$$

RHnd = 2250m



3. PROFIL EN LONG :

3.1. Introduction :

Le profil en long est la projection de l'axe de la route sur un plan vertical. Il est constitué d'une succession d'alignements droits inclinés (rampes et pentes) raccordés par des courbes à rayons parabolique (convexes et concaves).

Il a pour but d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution de tracé et une bonne perception des points singuliers.

Afin d'éviter des terrassements importants une correction de la ligne rouge sera exécutée tout en respectant les conditions techniques d'aménagement des routes.

3.2. Tracé de la ligne rouge (cote projet):

Le tracé de la ligne rouge qui représente la surface de roulement du nouvel aménagement retenue n'est pas arbitraire mais il doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la stabilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales et plus particulièrement aux exigences suivantes :

- Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais ;
- Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes ;
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance ;
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais ;
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques ;
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long ;
- Limiter la déclivité minimale à 0.5 % de préférence pour d'éviter la stagnation des eaux pluviales. [6]



3.3. Eléments constituant la ligne rouge :

3.3.1. Les alignements :

Sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

3.3.2. Les déclivités :

On appelle déclivité d'une route, la tangente des segments de profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées (cf. figure. 2.3). Le raccordement entre une pente et une rampe se fait 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.

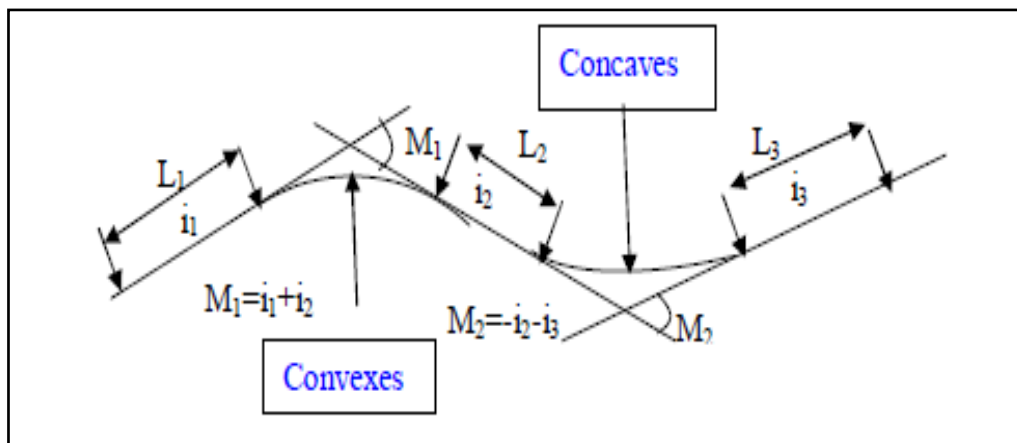


Figure2. 3:Elément géométriques du profil en long. [10]

a) *Déclivité minimale :*

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuent longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.5%.



b) Déclivité maximale :

Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée (rugosité) qui concerne tous les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque concernant le poids lourd. Selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base.

- En pente c'est la condition d'adhérence (rugosité) qui sera prise en compte.
- En rampe c'est la condition de vitesse minimale des poids lourds.

Pour notre projet on a :

$$V_r = 100 \text{ Km/h} \longrightarrow I_{\max} = 5\%. [2]$$

3.4. Raccordement en profil en long :

Le changement de déclivité constitue des points particuliers dans le profil en long, ce changement est assuré par l'introduction de raccordement circulaire qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité.

3.4.1. Raccordement convexe (angle saillant) :

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

Leur conception doit satisfaire aux conditions suivantes :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité. [2]

3.4.1.1. Condition de confort :

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

Limitation de l'accélération verticale [11]:

$$(V_r^2 / R_v) \leq (g/40) \quad \text{donc} \quad R_v \geq (40/g) \times V_r^2 \text{ pour (cat. 1-2).}$$

$$(V_r^2 / R_v) \leq (g/30) \quad \text{donc} \quad R_v \geq (30/g) \times V_r^2 \text{ pour (cat. 3-4-5).}$$



Avec :

$g = 9.81\text{m/s}^2$ (accélération de la pesanteur)

R_V : Etant le rayon de raccordement.

Dans notre cas [12]:

$$R_{V_{\min}} = 0.3 V_r^2$$

V_r : vitesse référence (Km/h).

$$R_{V_{\min}} \geq 0.3 \times V_r^2 \longrightarrow R_{V_{\min}} \geq 0.3 \times 100^2$$

$$\longrightarrow R_{V_{\min}} \geq 3000\text{m.}$$

3.4.1.2. Condition de visibilité :

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

Avec :

d : distance d'arrêt (m).

h_0 : hauteur de l'œil (m).

h_1 : hauteur de l'obstacle (m).



Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base, l'environnement et la catégorie de la route, pour le choix d'une chaussée bidirectionnelle et pour une vitesse de base $VB = 100$ Km/h, la catégorie (C1) et pour l'environnement (E1) ; le (tableau.2. 2) regroupe les valeurs pour raccordement en angle saillant:

tableau.2. 2:Rayon verticaux pour angle saillant. [2]

Catégorie		C1
Environnement		E1
Vitesse de base (km/h)		100
Déclivité maximale $I_{\max}(\%)$		5%
Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R_{vm}	1000
Min-normale	R_{vn}	2000
dépassement	R_{vd}	2000

3.4.2. Raccordement concave (angle rentrant) :

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

Cette condition s'exprime par la relation [11] :

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

Avec :

R'_v : Rayon minimum du cercle de raccordement.

d_1 : distance d'arrêt.



Le (tableau.2. 3) regroupe les valeurs pour raccordement en angle rentrant:

tableau.2. 3:Rayon verticaux pour angle rentrant [2]

Catégorie		C1
Environnement		E1
Vitesse de base (km/h)		100
Déclivité maximale $I_{\max}(\%)$		5%
Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R_{vm}	3000
Min-normale	R_{vn}	4200

3.4.2.1. Condition esthétique :

Une route moderne doit être conçue et réalisée de façon à procurer à l'utilisateur une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale.

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

Avec :

Δd : Changement de dévers (%).

$R_{v\min}$: rayon vertical minimum (m).

3.5. Coordination du tracé en plan et profil en long :

« Le respect des bonnes conditions de visibilité de l'itinéraire par l'utilisateur impose de veiller à une bonne coordination des éléments du tracé en plan et du profil en long. Dont la combinaison de ces deux éléments conditionne l'image offerte réellement à l'utilisateur ».



La conception combinée des différents éléments et la visualisation du tracé doivent permettre en particulier :

- De distinguer la chaussée et les obstacles éventuels et de s'assurer que ces derniers se trouvent à une distance assez grande pour permettre de manœuvrer ou de s'arrêter.
- De vérifier que le conducteur peut prévoir d'assez loin l'évolution du tracé sans être abusé par des trompe-l'œil ou gêné par des brisures ou des discontinuités ; ceci doit permettre en particulier de supprimer ou de réduire les « pertes de tracé » .
- D'éviter de placer les points singuliers dans des courbes à faible rayon, ou dans des zones où la distance de visibilité est réduite.
- D'assurer de façon globale à l'utilisateur une vision agréable de la route, par une combinaison harmonieuse des courbes, l'aspect des talus et l'environnement général de la route étant intégrés dans cette vision d'ensemble.
- D'apprécier l'impact de la route sur les paysages. [3]

3.6. Objectifs de coordination du tracé en plan et profil en long :

La bonne coordination du tracé en plan et profil en long assure l'atteinte des objectifs suivants :

- associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition, pour éviter un défaut d'inflexion.
- supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de surcoût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses. [13]



4. PROFIL EN TRAVERS :

4.1. Introduction:

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre des profils en travers, qui sont des levés perpendiculaires à l'axe de la route sur un plan vertical. La plateforme des routes comprend: les chaussées, les accotements latéraux et éventuellement un terre-plein central.

Le profil en travers doit être tel qu'il puisse assurer à tout moment l'écoulement du trafic actuel et prévisible dans de bonnes conditions de sécurité et celles de confort, ainsi l'évacuation rapide des eaux de pluie. Il permet d'établir les paramètres suivants:

- la position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements.
- l'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel.
- les cubatures (volumes des déblais et ceux des remblais).

4.2. Types des profils en travers :

Il existe deux types de profil en travers qui sont :

4.2.1. Profil en travers type:

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

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (en remblais, déblais ou mixte). [3]

4.2.2. Profil en travers courant:

Il s'applique au PK considéré, il reprend et mentionne toutes les données caractérisant la section transversale de la route à ce PK, notamment cote terrain naturel (TN), cote de projet et devers de la chaussée. Il est dessiné à des distances régulières (10, 15, 20,25m) qui servent à calculer les cubatures. [3]



4.3. Les éléments constituant le profil en travers :

Le profil en travers est constitué par les éléments suivants (cf. figure. 2.4) :

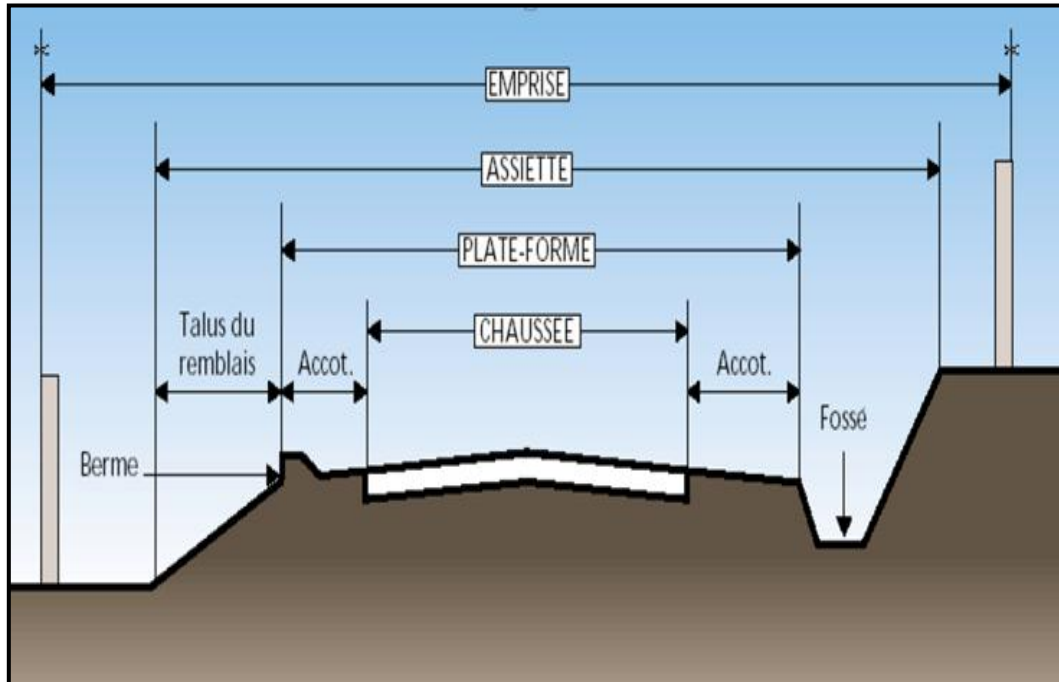


Figure2. 4:profil en travers d'une chaussée bidirectionnelle. [14]

❖ La chaussée :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules, elle peut être bidirectionnelle ou unidirectionnelle. [14]

❖ La largeur roulable :

Elle comprend la chaussée, ses sur-largeurs et la bande d'arrêt. [9]

❖ La plate-forme :

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus des remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts. [7]



❖ **L'assiette :**

Surface de terrain réellement occupé par la route, limitée par les terrassements, entre les pieds des Talus en remblais et les crêtes des talus en déblais. [8]

❖ **L'emprise :**

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, exutoires, etc...), Coïncidant généralement avec le domaine public.[10]

❖ **Les accotements :**

Comprend une bande d'arrêt d'urgence (**B.A.U**) bordée à l'extérieure d'une berme.

- La bande d'arrêt d'urgence facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est revêtue et constituée à partir du bord géométrique de la chaussée.
- la berme participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations..). Sa largeur dépend de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place. [10]

❖ **Le fossé :**

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux pluviales. [15]

❖ **Le talus :**

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

A : la base du talus.

B : hauteur du talus.



4.4. Application au projet :

Après l'étude de trafic, les profils en travers type retenu (cf. figure.2.5, 2.6 et 2.7) pour notre route sera composé d'une chaussée bidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée : $3.50 \times 2 = 7.00$ m ;
- Accotement : $2.00 \times 2 = 4.00$ m ;
- Plate-forme : 11.00 m.

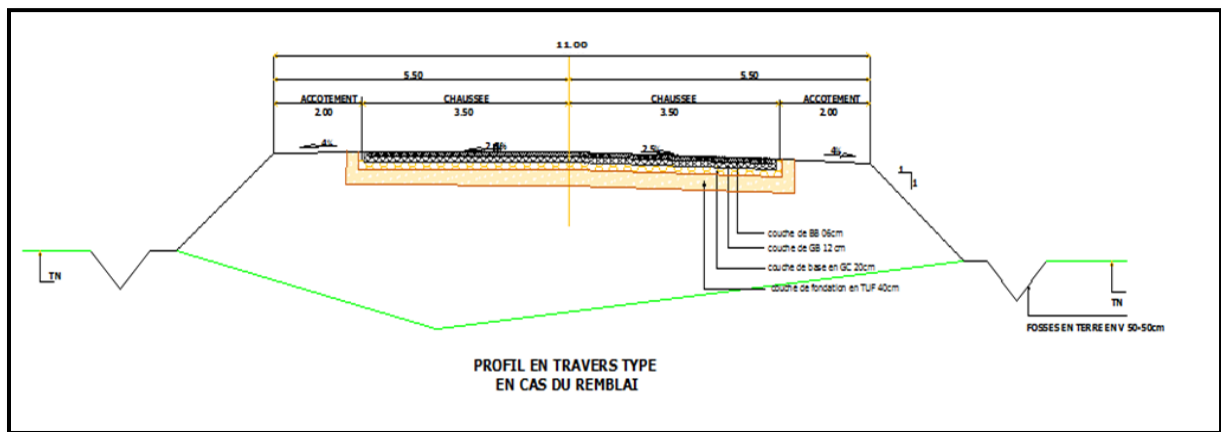


Figure2. 5: profil en travers type en remblai.

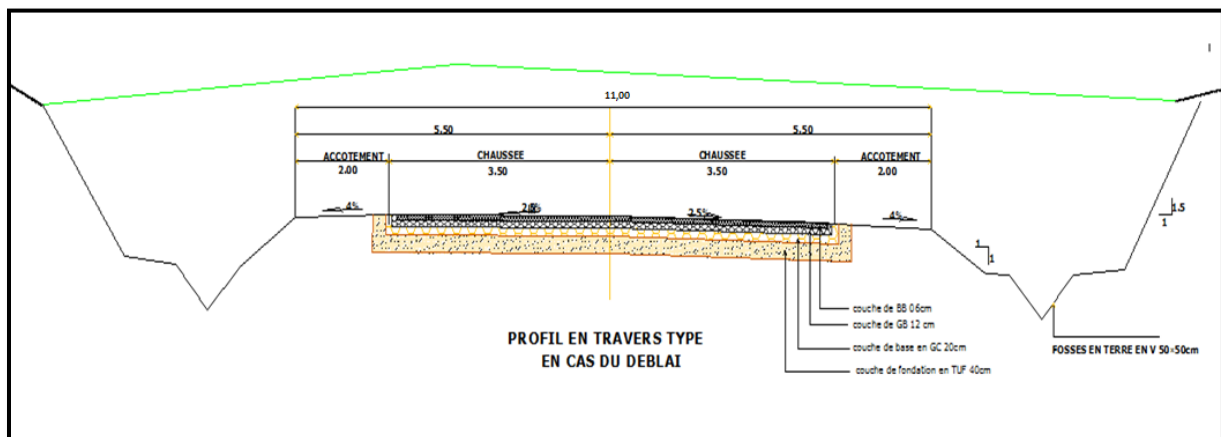


Figure2. 6: profil en travers type en déblai.

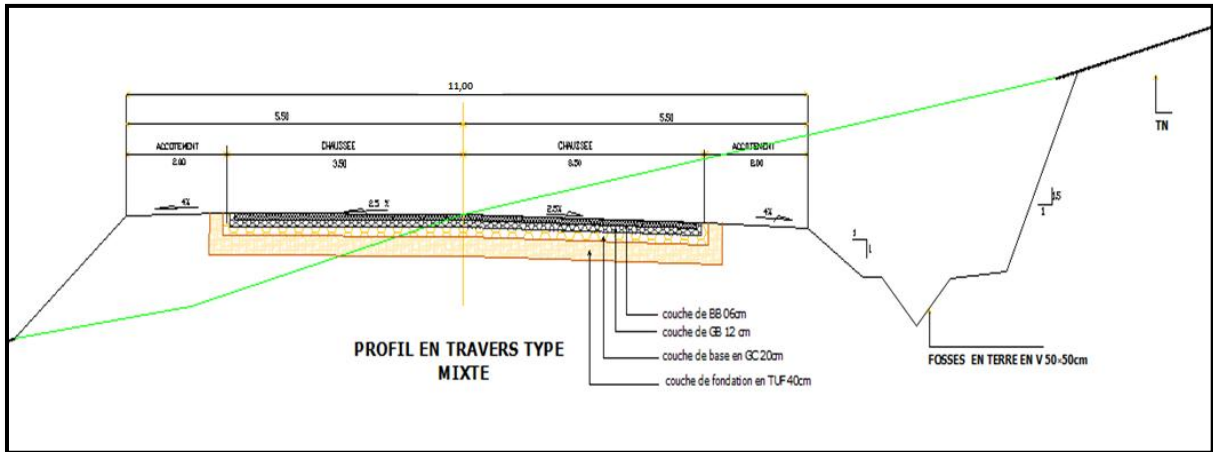


Figure2. 7:profil en travers type mixte.

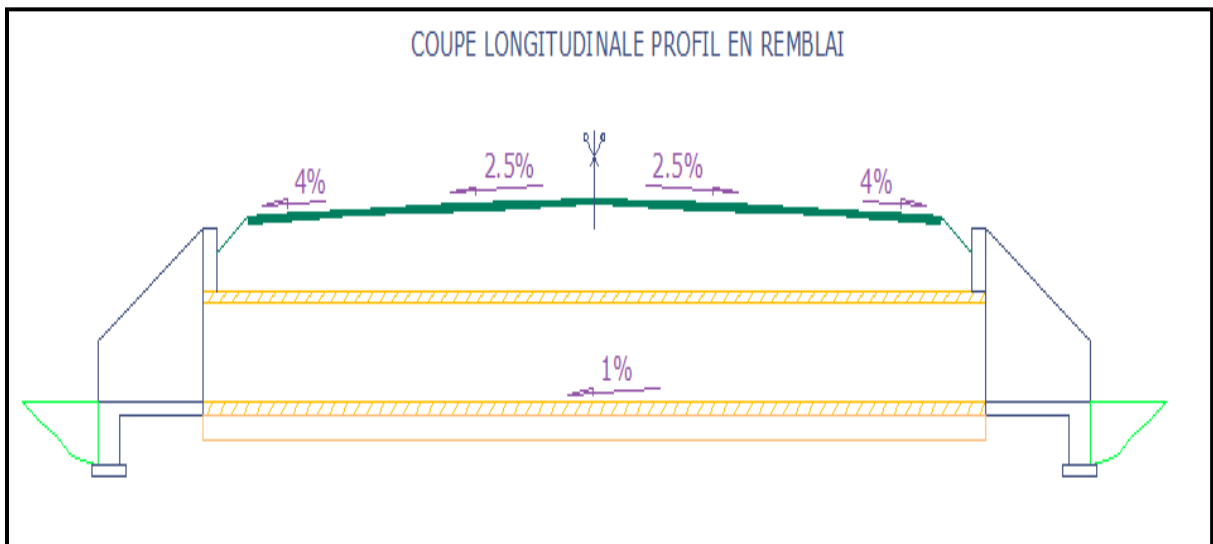


Figure2. 8:profil en travers sur ouvrage busé en remblai.



5. CUBATURES :

5.1. Introduction :

La réalisation d'un projet routier ne peut se faire sans modifier la forme naturelle du terrain, car il n'est pas possible que le projet suit exactement les ondulations de relief du terrain.

La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) lorsqu'on doit surélever le terrain et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai) lorsqu'on doit abaisser le niveau du terrain.

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle « les cubatures des terrassements ». Pour atteindre l'économie maximale du point de vue du coût des terrassements il faut bien :

- mettre en œuvre le minimum de matériau.
- Equilibrer les mouvements des terres (déblais- remblais).
- Minimiser la distance de transport.

La finalisation d'un projet de route passe nécessairement par une optimisation du profil en long permettant d'atteindre ces objectifs.

5.2. Définition :

On définit les cubatures par le nombre des cubes des déblais et remblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprochée et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente. [18]



5.3. Méthodes des calculs des cubatures :

Les cubatures sont les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet.

Il existe plusieurs méthodes des calculs des cubatures qui les simplifient.

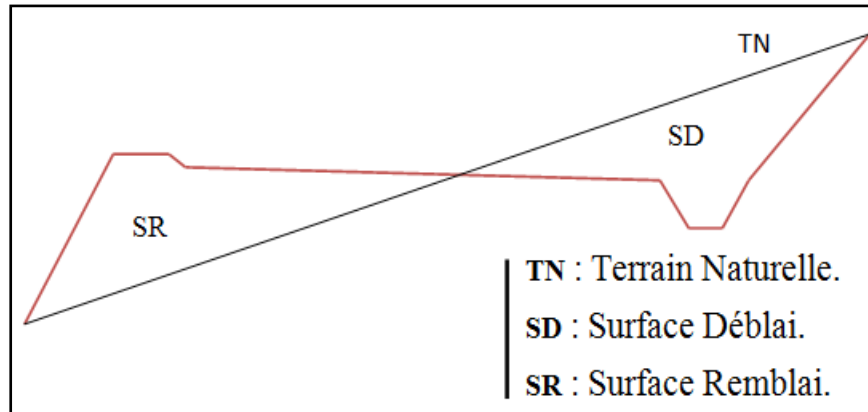


Figure2. 9:Profil en travers mixte [14].

Le travail consiste à calculer les surfaces (**SD**) et (**SR**) pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section concernant notre projet.

5.3.1. Formule de SARRAUS :

C'est la méthode de la formule des trois niveaux, elle consiste à calculer les volumes des déblais ou des remblais des tronçons compris entre deux profils en travers successifs, (cf.figure2.10) [14]

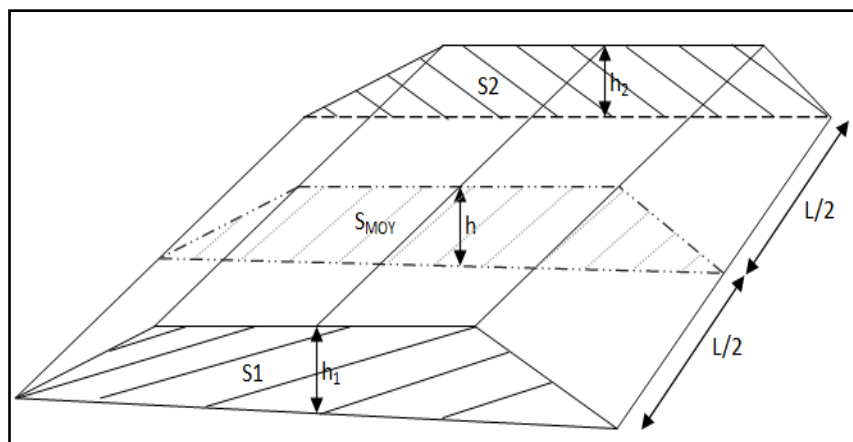


Figure2. 10:Profils en travers successifs. [10]



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

S_1 et S_2 : les surfaces des sections parallèles.

h : la hauteur ou la distance entre ces deux sections.

S_{MOY} : surface intermédiaire parallèles à S_1 et S_2 .

V : Le volume sera soit totalement en déblai, soit en remblai.

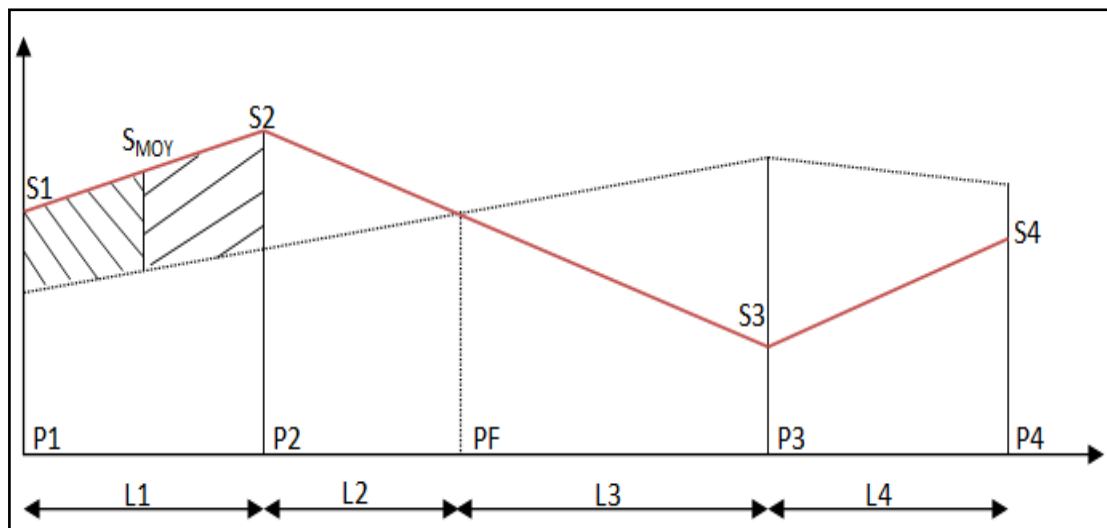


Figure2. 11:coupe longitudinale [10].

P_i : profil en travers.

PF: profil fictive dont la surface est nulle.

S_i : surface de profil en travers P_i .

L_i : distance entre ces deux profils.

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

Pour simplifier la formule de (V) on considère que les deux expressions (S_{MOY}) et $\left(\frac{S_1+S_2}{2}\right)$ sont plus voisines. [14]



Donc:

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

Les volumes seront :

$$V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2) \quad \text{Entre P1 et P2.}$$

$$V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0) \quad \text{Entre P2 et PF.}$$

$$V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3) \quad \text{Entre PF et P3.}$$

$$V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4) \quad \text{Entre P3 et P4.}$$

En additionnant ces expressions membre à membre afin d'obtenir le volume total des terrassements : [14]

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

5.3.2. Méthode linéaire :

C'est une méthode classique dont 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. [3]

5.3.3. Méthode classique :

Dans cette méthode on distingue deux différentes sous méthodes de calcul dont la première est celle dite de « GULDEN » où les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil.

Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure). [8]



6. CONCLUSION :

La coordination du tracé en plan, du profil en long et de l'implantation des points d'échange est nécessaire, en particulier pour le respect des conditions de visibilité et de perception.

La difficulté est de faire le lien entre les différents plans, car on ne peut pas réaliser le tracé sur la vue en plan sans faire le lien avec le profil en long et les profils en travers.

le concepteur aura une marge de manœuvre importante pour adapter les rayons à la configuration des lieux et au type de circulation attendue tout en veillant au respect des principes généraux d'enchaînement et des conditions de perception des points difficiles.

Dans le calcul des cubatures on utilise la méthode de « GULDEN ». Dont on obtient les résultats suivant :

- Le volume total de déblai :

$$VD = 1002 \text{ m}^3.$$

- Le volume total de remblai :

$$VR = 63960 \text{ m}^3.$$

Le tracé en plan, le profile en long, les profils en travers et les cubatures sont faits à l'aide du logiciel piste 5.06.

Tous les résultats du calcul sont joints en annexes.

CHAPITRE 4

ASSAINISSEMENT



1. INTRODUCTION :

Dans le dimensionnement des structures de chaussée, l'épaisseur de cette dernière doit être suffisante pour qu'elle ait une durée convenable et non surabondante pour éviter les dépenses superflues. Dont l'objectif essentiel est la réalisation des chaussées résistantes aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques (pluie, neige, verglas,... Etc). Afin que la répétition des passages des véhicules ne puisse l'endommager trop rapidement.

Pour cela la qualité de la construction des chaussées, passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser.

La chaussée doit permettre la circulation des véhicules dans les conditions de confort et de sécurité voulue. Si le corps de chaussée se repose sur un sous-sol présentant une portance insuffisante. On est donc amené à apporter sur le sol naturel une épaisseur quelque fois importante de matériaux choisis dont la qualité va croître au fur et à mesure qu'on se rapproche de la surface de la chaussée car les matériaux seront soumis à pression fort.

2. DEFINITION DE LA CHAUSSEE :

Une chaussée est une structure plane conçue et dimensionnée pour assurer son rôle sur une période de service minimale fixée au stade d'élaboration du projet.

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est structurée par un ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

3. ROLE DE LA CHAUSSEE :

La chaussée a pour rôle de reporter sur le sol support les efforts dus au trafic, en les répartissant convenablement.

La pression verticale transmise au sol sera en tout point suffisamment faible pour que le support puisse la supporter sans dégradation. Ceci est obtenu par un choix judicieux de l'épaisseur de la structure, du module d'élasticité et de résistance du matériau structures de chaussée.



4. DIFFERENTES STRUCTURES DE CHAUSSEE :

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, et en combinant les matériaux routiers, trois grandes familles de structures de chaussées sont proposées : [10]

4.1. La chaussée souple :

C'est une structure dont laquelle l'ensemble des couches qui la constituent, sont traitées aux liants hydrocarbonés.

La couche de fondation et/ou la couche de base peuvent être constituées de grave non traitée. [18]

Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic, la structure type est illustrée sur (cf. *figure.3.1*).

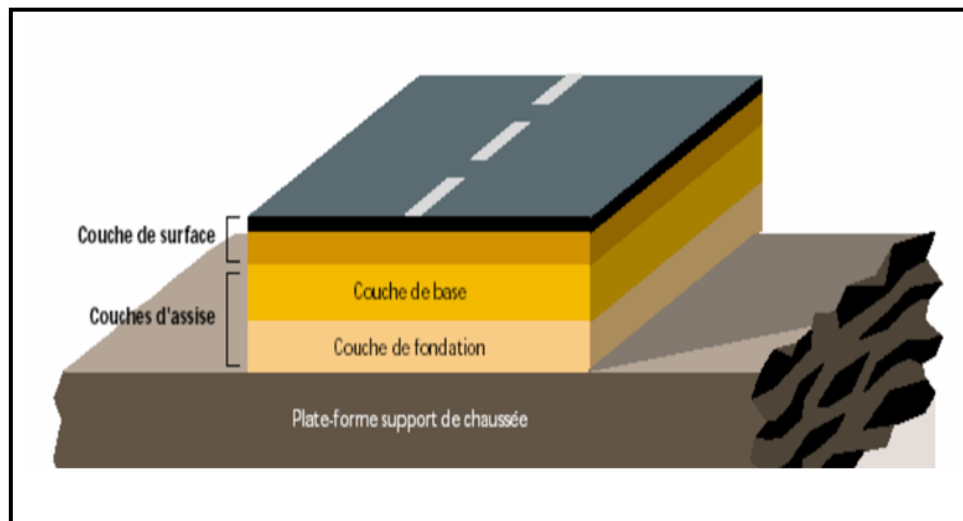


Figure.3. 1:chaussée souple [17]

4.2. La chaussée rigide :

Une chaussée rigide est constituée d'un revêtement en béton de ciment pervibré ou fluide. Une chaussée en béton comporte, à partir du sol, les couches suivantes :

- une couche de forme.
- une couche de fondation.
- une couche de roulement en béton de ciment.



Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic, la couche de fondation n'est pas nécessaire. [18]

La dalle en béton de ciment peut ainsi être réalisée directement sur l'arase de terrassement ou sur la plate-forme support de chaussée. (cf. figure.3.2)

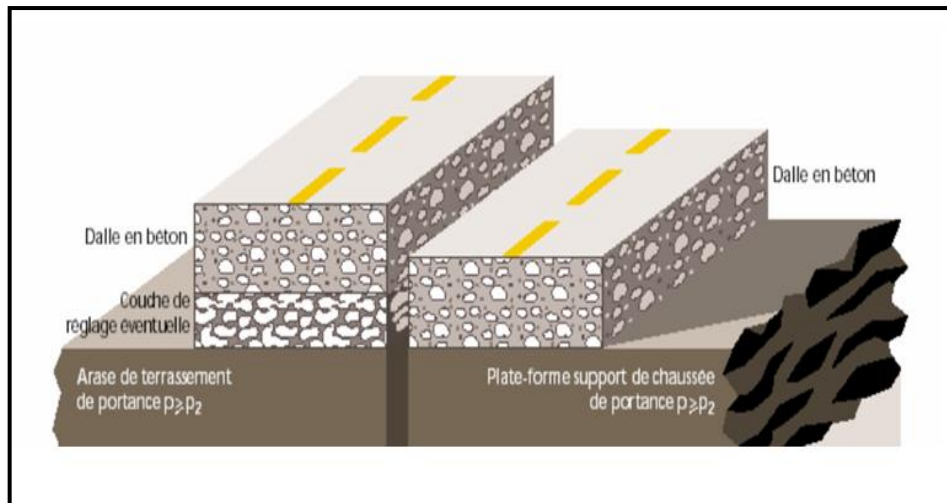


Figure.3. 2:chaussée rigide [17].

4.3. La chaussée semi-rigide :

Elle comporte une couche de surface bitumineuse reposant sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques disposés en une couche (base) ou deux couches (base et fondation) (cf. figure.3.3). [18]

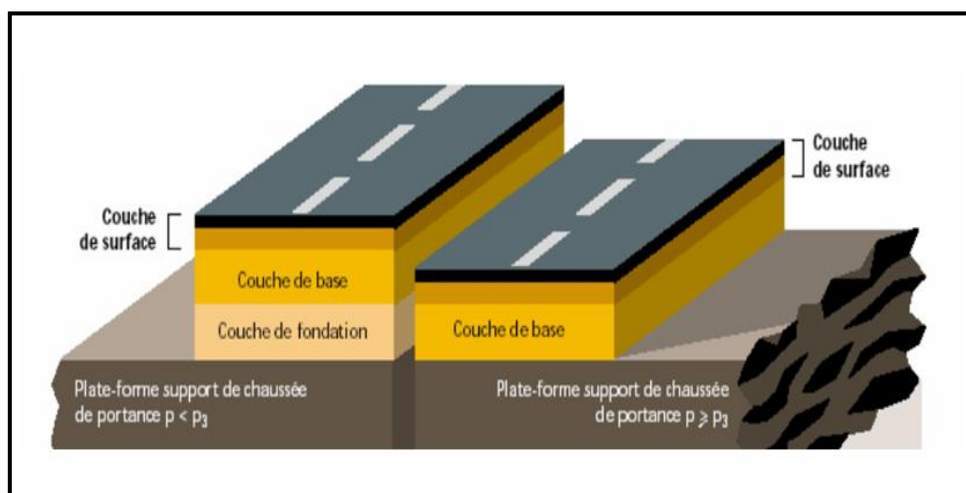


Figure.3. 3:chaussée semi-rigide [17].



5. LES DIFFERENTES COUCHES DE CHAUSSEE :

Comme la pression dans la couche granulaire décroît régulièrement en profondeur, on peut constituer une chaussée par la superposition de couches de caractéristiques mécaniques croissantes.(cf. figure.3.4):

- Couche de forme.
- Couche de fondation.
- Couche de base.
- Couche de surface.

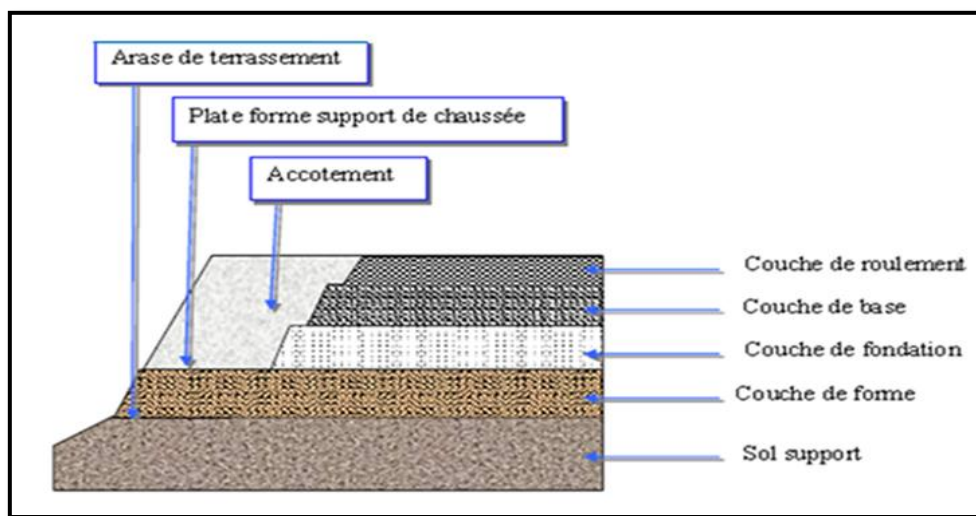


Figure.3. 4:Constitution d'une structure de chaussée type [11]

5.1. La couche de forme :

Afin d'améliorer et d'uniformiser la portance du sol, on est amené à interposer, entre le sol support et les couches de chaussée, un élément de transition qui peut être constitué soit de matériaux grenus roulés ou concassés, soit de matériaux traités aux liants hydrauliques ; il est appelé couche de forme.

Actuellement, on tient de plus en plus compte du rôle de portance à long terme apporté par la couche de forme dans le dimensionnement et l'optimisation des structures de chaussées.

Eventuellement, une couche drainante ou anti-contaminant peut être intercalée entre la couche de forme et la couche de fondation qui s'appelle sous-couche. [18]



5.2. La couche de fondation :

Elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur la couche sous-jacente.

La construction de cette couche ne pose pas de problème particulier ; la plupart des matériaux routiers conviennent. [18]

5.3. La couche de base :

C'est une couche intermédiaire, permet le passage progressif entre la couche de roulement et celle de fondation. Elle a le même rôle que celui de la couche de fondation.

La construction de cette couche doit faire l'objet d'une attention toute spéciale: dont le matériau utilisé doit pouvoir résister aux contraintes résultant du trafic.

La couche de base et couche de fondation forment le « corps de chaussée ». [11]

5.4. La couche de surface :

La couche de base est recouverte par une couche de surface pour :

a) Résister aux efforts horizontaux des pneumatiques :

En effet, les pneumatiques exercent sur la chaussée des efforts horizontaux résultant de :

- la transmission de l'effort moteur (accélération).
- la mise en rotation des roues non motrices.
- la transmission de l'effort de freinage.

b) S'opposer à la pénétration de l'eau :

Il est important d'empêcher l'eau de pénétrer dans les couches de la chaussée. Les conséquences sont connues :

- Elle délie les granulats.
- Elle ramollit les sols fins, faisant chuter leur portance. [14]



6. LES FACTEURS DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES :

6.1. Le trafic :

Le trafic constitue un élément essentiel du dimensionnement des chaussées. Parce que le poids des véhicules est transmis à la chaussée, sous forme de pressions, par l'intermédiaire des pneumatiques. (cf. figure.3.5).

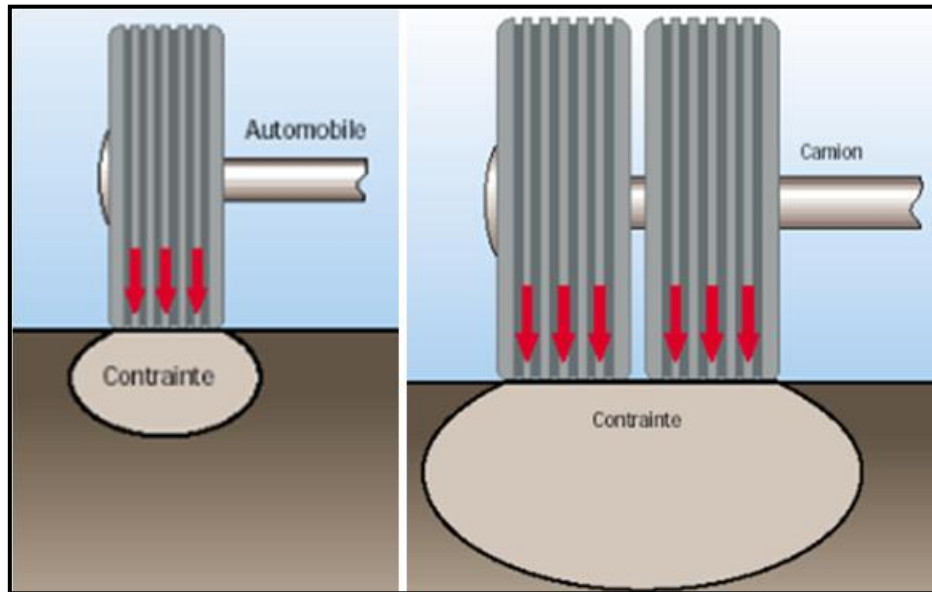


Figure.3. 5:Diffusion des charges. [17]

Les matériaux situés sous les roues subissent des efforts très différents lorsqu'une voiture passe ou un camion. Seul ce dernier est pris en compte pour déterminer les classes de trafic, dont il s'est exprimé généralement par deux paramètres:

- Le **(TMJA)** à la mise en service qui permet de choisir les matériaux nécessaires pour la construction de la chaussée.
- Le nombre cumulé d'essieux de référence passant sur la chaussée tout au long de sa durée de vie et qui sert à faire le calcul de dimensionnement proprement dit.

6.1.1. Trafic à la mise en service :

Les classes de trafic sont définies par le trafic moyen journalier des Poids Lourds (charge utile supérieure à **5 t**) qui circulent sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service de la route.



Ces classes de trafic définissent deux grandes catégories de routes (cf. figure.3.6).

- les voiries à faible trafic regroupant toutes les classes de t_6 à t_{3+} .
- les voiries à moyen et fort trafics regroupant toutes les classes de T_3 à T_0 . [19]

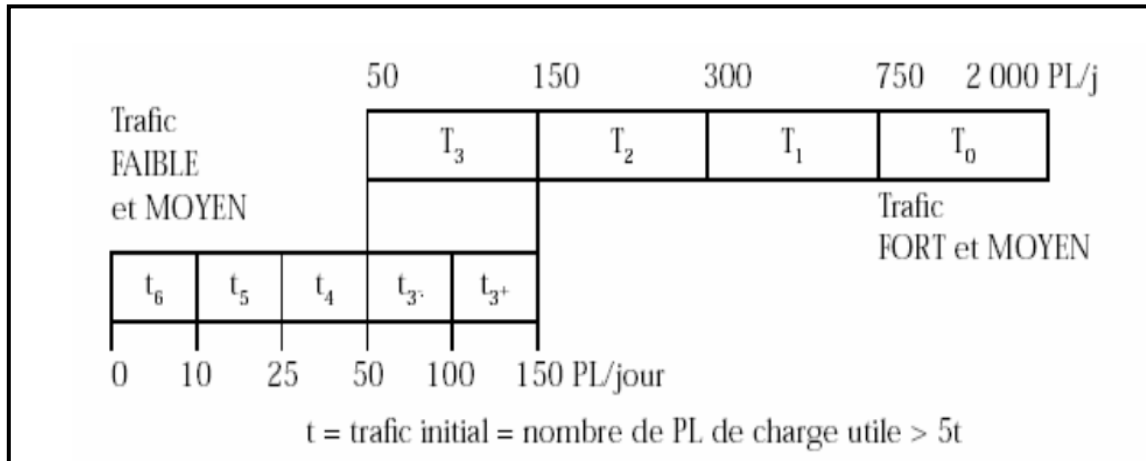


Figure.3. 6:Classification du trafic selon le « SETRA » [19]

6.1.2. Le trafic cumulé équivalent :

Le trafic utilisé pour le dimensionnement est le nombre équivalent d'essieux de référence correspondant au trafic (**PL**) cumulé sur la durée de service retenue, il est donné par la relation suivante [16]:

L'essieu de référence en vigueur en Algérie est l'essieu de (**13 Tonnes**).

$$NE = N \times CAM$$

Avec :

N: est le nombre cumulé de PL pour la période de calcul,

CAM: coefficient d'agressivité moyenne de PL par rapport à l'essieu de référence.

$$N = 365 \times T \times C$$

T : trafic poids lourd moyenne journalière annuelle à l'année de mise en service sur la voie la plus chargée.



C: étant le facteur de cumul sur la période de calcul, telle que:

$$C = [(1 + \tau)^P - 1] / \tau$$

P: durée de vie.

\(\tau\): Taux de croissance de trafic.

Donc :

$$NE = 365 \times T \times CAM \times [(1 + \tau)^P - 1] / \tau$$

Tableau.3. 1: Classe de trafic en fonction de « CAM » des poids lourd [16].

Classe de trafic	T5	T4	T3	T3 ⁺	Au-delà
CAM	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8 si e < 20cm
					1.0 si e > 20cm

6.2. Le climat et l'environnement :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations.

L'amplitude des variations de température et la température maximum interviennent dans le choix du liant hydrocarboné.

Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support et donc sa portance ainsi que les possibilités de réemploi des matériaux des déblais en remblais [14].

6.3. Le sol support :

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, de fonction de L'indice (CBR). Dont il est mesuré à la teneur en eau d'équilibre à long terme du sol support. Si ce dernier facteur n'est pas connu, on prendra comme paramètres une teneur en eau égale à la limite de plasticité et densité sèche égale à 95 % de la densité à l'O.P.M.



Tableau.3. 2:L'importance de sol en fonction de l'indice de CBR [7].

portance	1	2	3	4
CBR	<3	3à6	6à10	10à20

6.4. Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences en fonction de la couche de chaussée concernée et du trafic (PL)[10].

7. LES MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT :

On distingue deux familles des méthodes:

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

Pour cela on s'intéresse aux méthodes empiriques qui sont les plus utilisées [16].

7.1. Les méthodes empiriques :

7.1.1. Méthode C.B.R « California- bearing- ratio »:

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement d'un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de L'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'au moins de 15cm. [16]

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci-après.

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

Avec :

e: épaisseur équivalente.



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

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

$$N = T_H \times \%PL$$

Avec :

T_H: trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans.

$$T_H = \frac{T_0}{2} (1+\tau)^m$$

Avec:

T₀: trafics actuel (v/j).

m : année de prévision.

P: charge par roue (P = 6.5 t pour l'essieu de 13 t).

Log: logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

Avec :

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.



Tableau.3. 3: Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau [19].

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée grave sableuse -T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.80 à 0.90

7.1.2. Méthode du catalogue des structures « SETRA » :

Le catalogue des structures type neuves établi par «SETRA» distingue les structures des chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC).

Le catalogue considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 (PL/J/sens). En tenant compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation. [16]

Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

- Trafic cumulé de poids lourds à la 15^{ème} année (**Tj**).
- Les caractéristiques de sol (**Sj**).

7.1.2.1. Détermination de la classe de trafic :

La classe de trafic (**TPLi**) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service. Cette classification est mentionnée dans le (tableau.3.4).



Tableau.3. 4:La classe du trafic poids lourd [19].

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T ₀	$<3.5 \cdot 10^5$
T ₁	$3.5 \cdot 10^5 < T < 7.3 \cdot 10^5$
T ₂	$7.3 \cdot 10^5 < T < 2 \cdot 10^6$
T ₃	$2 \cdot 10^6 < T < 7.3 \cdot 10^6$
T ₄	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^7$
T ₅	$T > 4 \cdot 10^7$

Le trafic cumulé est donné par la formule:

$$T_c = T_{PL} \left[1 + \frac{(1 + \tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] 365$$

Avec :

T_{PL} : trafic poids lourds à l'année de mise en service.

n : durée de vie.

τ: Taux de croissance de trafic.

7.1.2.2. Détermination de la classe du sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice (**CBR**) mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante. Le classement sera fait après immersion de quatre jours:

Les sols sont classés en fonction de l'indice (**CBR**) dans (le tableau.3.5).



Tableau.3. 5: Classement de sol en fonction de l'indice de « CBR » [20].

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

7.1.3. La méthode A.A.S.H.O «American- Association of state highway officials »:

Cette méthode est empirique, elle est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales.

Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les facteurs suivants : [21]

- L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.
- L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- L'influence des charges et de leur répétition.

7.1.4. la méthode L.C.P.C «laboratoire central des ponts et chaussées» :

Cette méthode est dérivée des essais « A.A.S.H.O », elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression : [22]

$$T_{eq} = [TJMA \times a [(1+\tau)^n - 1] \times 0.75 \times P \times 365] / [(1+\tau) - 1]$$

Avec :

T_{eq} : trafic équivalent par essieu de 13t.

TJMA : trafic à la mise en service de la route.

a : coefficient qui dépend du nombre des voies.



τ : taux d'accroissement annuel.

n : durée de vie de la route.

p : pourcentage du poids lourds.

Après la détermination de la valeur du trafic équivalent, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente « e » (en fonction de T_{eq} , I_{CBR}) à partir de l'abaque « L.C.P.C », qui est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

7.1.5. Méthode du catalogue des chaussées neuves « CTPP » :

Les paramètres utilisés dans la méthode du catalogue des chaussées sont: trafic, sol support, environnement et zone climatique [16].

7.1.5.1. Le trafic :

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

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

- Les chefs-lieux de wilayas.
- Les ports, les aéroports et les postes frontaliers.
- Les principales agglomérations et les zones industrielles importantes.

Ce réseau principal se décompose en deux niveaux.

- RP1 ($T > 1500V/J$) \Rightarrow RN, Autoroute, CW.
- RP2 ($T < 1500V/J$) \Rightarrow RN, CW,.... [23]

7.1.5.2. Répartition transversale du trafic :

On adoptera les valeurs suivantes :

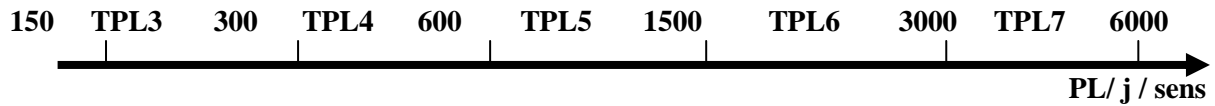
- Chaussée unidirectionnelles à 2 voies : 90 % du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée unidirectionnelles à 3 voies : 80 % du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée bidirectionnelles à 2 voies : 50% du trafic PL.
- Chaussée bidirectionnelles à 3 voies : 50% du trafic PL.[23]



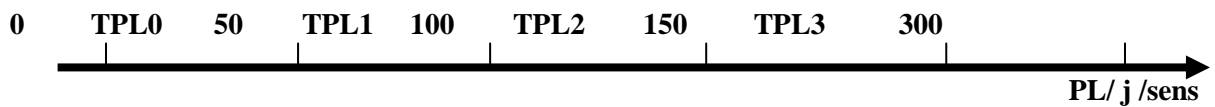
7.1.5.3. Détermination de la classe de trafic « TPLi » :

Les classes sont données pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), en nombre de (PL/J/sens) à l'année de mise en service. [19]

RP1:



RP2:



a) *Détermination des classes de portance du sol :*

(Le tableau .3.5) regroupe les classes des sols par ordre croissant de S4 à S0.

b) *Détermination des classes de portance du sol support:*

- ❖ **Pour les sols sensibles à l'eau:** la portance du sol support est déterminée par:
 - L'essai CBR imbibé à 4 jours pour les zones climatiques I et II.
 - L'essai CBR immédiat pour les zones climatiques III et IV.
- ❖ **Pour les sols insensibles à l'eau:** Les sols grossiers contenant plus de 25 % d'éléments > 20mm, la portance sera déterminée à partir des essais de chargement à la plaque ou des mesures de déflexions ($W_{nat} > W_{opm}$). [11]
 - L'essai de plaque \Rightarrow le module de sol EV2 la déflexion $\Rightarrow d_c$ (déformation).
 - Les deux sont reliés par la relation empirique : $EV2 \times d_c = 10340$.

Avec:

EV2 en (MPa).

d_c en (1/100mm).

Les différentes expériences ont fait ressortir la relation:

$$E \text{ (MPa)} = 5.1 \text{ CBR}$$



Tableau.3. 6:Tableau exprime les classe de sol en fonction de la déflexion [20].

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

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

Tableau.3. 7:Epaisseur de couche de fondation en fonction de la portance du sol [20].

Classe portance du sol terrassé (Si)	Matériaux de C.F	Epaisseur de C.F	Classe portance du sol support visée (Sj)
<S4	Matériau NT	50cm(en 2c)	S3
S4	Matériau NT	35cm	S3
S4	Matériau NT	60cm(en 2c)	S2
S3	Matériau NT	40cm(en 2c)	S2
S3	Matériau NT	70cm(en 2c)	S1

c) Les zones climatiques :

Tableau.3. 8:Les zones climatiques de l'Algérie [2].

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Teq	Région
I	>600	Très humide	20	Nord
II	350-600	Humide	20	Nord, hauts plateaux
III	100-350	Semi-aride	25	Hauts plateaux
IV	<100	aride	30	sud



8. APPLICATION AU PROJET :

8.1. Méthode « C.B.R » :

❖ $I_{CBR} = 8$ (données du rapport géotechnique)

D'après le (Tableau.3. 5) le sol est de classe **(S3)**.

Tenant compte la classification de la portance du sol dans (le tableau.3.7), on ajoute une couche de forme de « **40cm** » du matériau non traité pour passer au sol d'une bonne portance **(S2)**.

$$❖ T_H = \frac{T}{2} (1 + \tau)^m$$

$\tau = 4\%$.

AN:

$$T_H = \frac{1948}{2} (1 + 0.04)^{17}$$

$$T_H = 1898 \text{ PL/J/sens}$$

$$❖ N = T_H \times \%PI$$

$\%PI = Z = 40\%$.

AN:

$$N = 1898 \times 0.4$$

$$N = 760 \text{ Pl/j/sens}$$

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

P : charge par roue (P = 6.5 t pour l'essieu de 13 t).



AN :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{760}{10})}{8 + 5} = 46.4 \text{ cm}$$

$$E_{\text{eq}} = 46.4 \text{ cm}$$

$$E_{\text{eq}} = C_1 \times e_1 \times C_2 \times e_2 \times C_3 \times e_3.$$

Tableau.3. 9:Récapitulatif des résultats.

Couches	Epaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ci)	Epaisseur équivalente (cm)
BB	6	2	12
GB	12	1.2	14.4
GC	20	1	20
TOTAL	38		46.4

La structure de chaussée comporte : **6BB + 12 GB + 20 GC** (cf. figure.3.7).

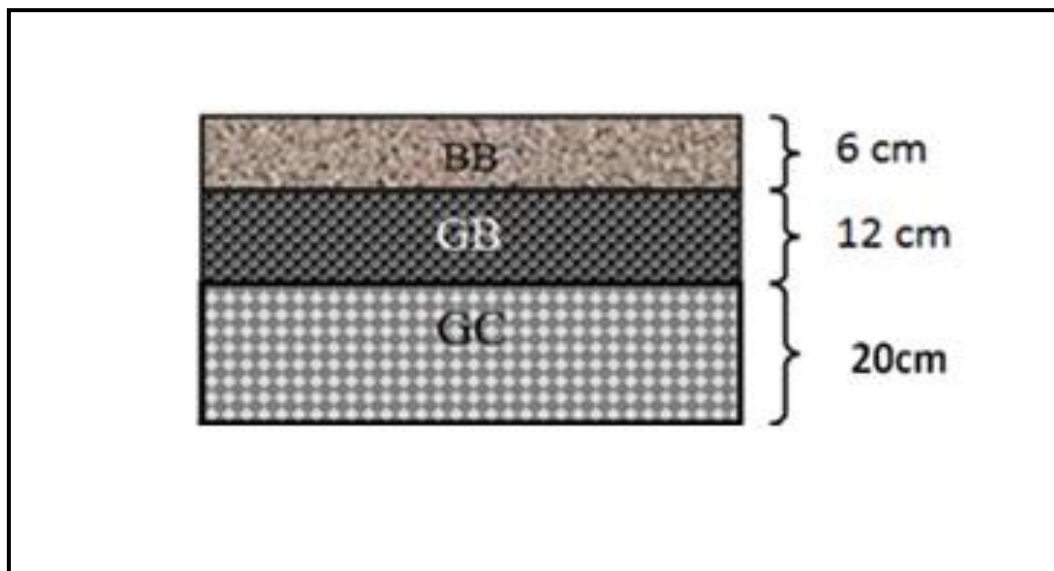


Figure.3. 7:Structure de chaussée par la méthode « C.B.R »



8.2. Méthode de catalogue des structures « SETRA » :

Le calcul du trafic poids lourds à l'année de mise en service:

$$TJMA_{2013}=1000v/j.$$

$$\text{❖ } TPL_{2013} = (TJMA_{2013} \times Z) / 2.$$

AN:

$$TPL_{2013} = (1000 \times 0.4) / 2.$$

$TPL_{2013} = 200PL/J/sens.$

$$\text{❖ } TPL_{2030} = TPL_{2013} \times (1 + \tau)^m$$

AN:

$$TPL_{2030} = 200 \times (1 + 0.04)^{17}.$$

$TPL_{2030} = 390PL/j/sens.$

$$\text{❖ } T_c = T_{PL} \left[1 + \frac{(1 + \tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] 365$$

AN :

$$T_c = 390 \left[1 + \frac{(1 + 0.04)^{17+1} - 1}{0.04} \right] 365$$

$T_c = 3.79 \cdot 10^6 PL/J/sens.$

Selon (le tableau.3.4.), le trafic est classé en T3 ;

Donc la structure est comme suit :

8BB + 20GB (cf. figure.3.8).

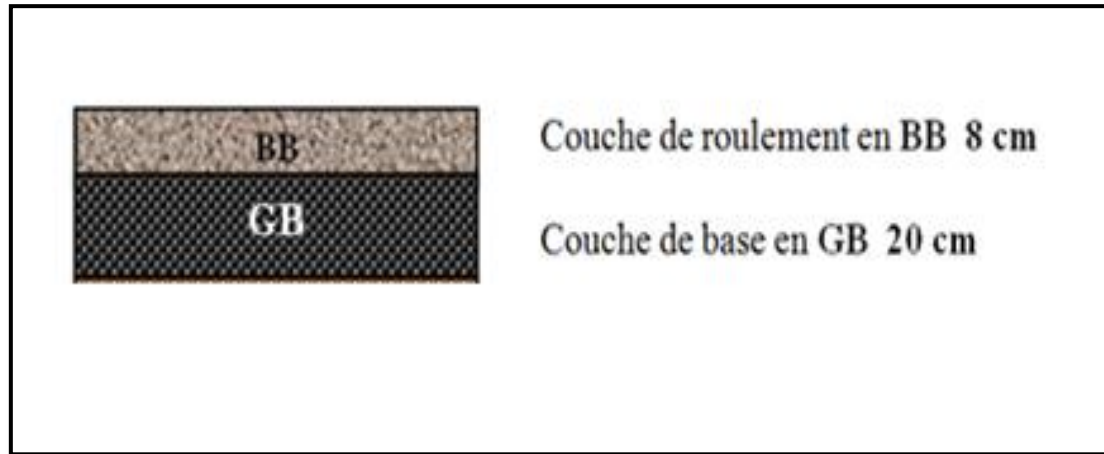


Figure.3. 8:Structure de chaussée par la méthode de catalogue des structures « SETRA ».

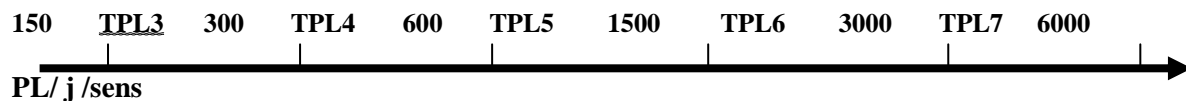
8.3. Méthode du catalogue des chaussées neuves « CTPP »:

8.3.1. Détermination de la classe de trafic « TPLi » :

$$TJMA_{2013} = 1000v/j$$

$$T_{PL} = 200PL/J/\text{sens}$$

Classe TPLi pour RP1:



Pour RP1 : $150 < 200 < 300$

Donc la classe de trafic est TPL3:

8.3.2. Classe du sol support :

$$\diamond E = 5 \times I_{CBR}$$

AN :

$$E = 5 \times 8.$$

$$E = 40 \text{ MPA}$$



D'après (le tableau.3. 6) exprimant les classe de sol en fonction de la déflexion le sol est de classe S3.

8.3.3. La zone climatique :

Selon la carte climatique de l'Algérie, NAAMA appartient à la zone II. Et suivant les fiches structures pour le (RP1) le corps de chaussée contient **6BB + 20GB + 35GC** (cf. figure.3.9).

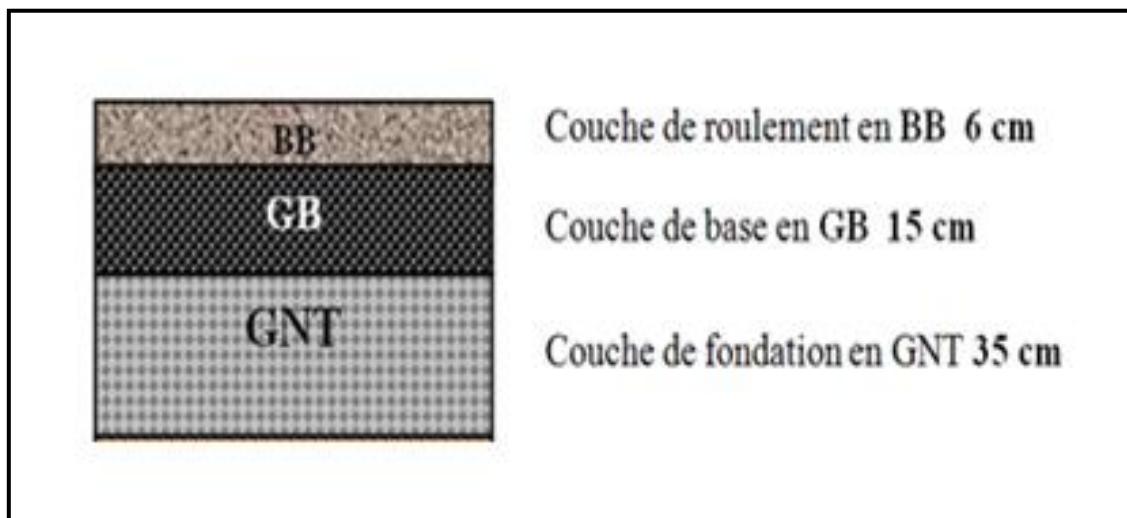


Figure.3. 9:Structure de chaussée par la méthode de catalogue des chaussées neuves «CTTP».

D'après les structures obtenues par les trois méthodes, en tenant compte l'aspect économique et pratique, la structure retenue est celle de la méthode « **C.B.R** ».



9. CONCLUSION :

La chaussée est une structure plane et imperméable, conçue et dimensionnée pour assurer son rôle sur une période de service fixée au stade d'élaboration du projet.

Durant cette période, la route est soumise à une série d'agressions causées par les véhicules et les agents atmosphériques. Pour empêcher une détérioration irréversible de la chaussée, le maître d'ouvrage est conduit à faire effectuer une série d'opérations d'entretien et de renforcement dont l'importance est fonction de la technique adoptée, des conditions climatiques, du trafic,... etc. Ces opérations peuvent constituer un souci permanent et des charges importantes pour la collectivité locale.

Par conséquent, pour évaluer la répercussion économique du choix d'un type déterminé de chaussée, il faut tenir compte, non seulement du coût de construction, mais aussi des coûts d'entretien et de renforcement répartis sur la période de service adoptée pour l'ouvrage.

D'autres paramètres peuvent avoir une influence dans le choix de la technique de construction mais qui sont difficiles à quantifier, comme le coût social et le coût de la sécurité.

CHAPITRE 5

SIGNALISATION



1. INTRODUCTION :

L'évacuation des eaux de ruissellement et superficielles est l'une des préoccupations fondamentales dans le domaine des routes, car la présence d'eau provoque plusieurs inconvénients tels que les problèmes d'inondation, glissement des terrains, ainsi que les problèmes d'érosion, stabilité des talus et la dégradation des chaussées par défaut de portance du sol.

Donc une solution à ses problèmes fut adaptée, c'est de prévoir des ouvrages pour l'évacuation des eaux. L'ensemble de ses travaux porte le nom assainissement.

2. OBJECTIFS DE L'ASSAINISSEMENT :

L'implantation des ouvrages d'évacuations (fossé, dalots, buses ...etc.) dimensionnés en fonction du débit des eaux recueillies, assure :

- L'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée.
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- La réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- L'évacuation des eaux s'infiltrant à travers du corps de la chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- L'évacuation 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).
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).



3. DEFINITIONS :

- ***L'assainissement :***

L'assainissement est l'ensemble des actions à prévoir et entreprendre pour les écoulements naturels issus du bassin versant amont, il s'agira donc de collecter les eaux de ruissellement interceptées par le tracé routier et les drainer vers un point de rejet : exutoire ou en direction d'un ouvrage de franchissement créé à cet effet.

- ***Le bassin versant :***

Le bassin versant est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, où la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eaux pluviales, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

- ***L'exutoire :***

C'est le point de rejet des eaux hors de l'emprise routière ou extrémité aval d'un ouvrage d'assainissement.

4. TYPES DE DEGRADATION :

Les ruissellements des eaux en surfaces de la route engendrent des dégradations à cause de mauvais drainage et entretien. Ces dégradations se présentent ;

Pour les talus, sous forme de :

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillement du pied de talus (instabilité).

Pour les chaussées, sous forme de :

- Désenrobage (faiénçage et décrochement).
- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussée).
- Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic).



5. ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE :

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

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). [24]

5.1. Réseaux longitudinaux :

5.1.1. Fossé de pied du talus de déblai :

C'est une cunette de faible profondeur enherbée ou revêtue, son rôle est de collecter les eaux issues du ruissellement du talus de déblai, de la chaussée, de la bande d'arrêt d'urgence et de la berme, il existe deux types de réseau :

- Un réseau récupérant les eaux de talus avec rejet direct.
- Un réseau récupérant les eaux de chaussée avec rejet via un dispositif de traitement.

5.1.2. Fossé de crête de déblai :

Ce réseau doit être constitué d'un ouvrage entièrement revêtu, afin d'éviter les infiltrations dans le talus, et être implanté en léger retrait (1 à 2 m) par rapport à la crête du talus. Son rôle est d'éviter l'érosion du talus et alimenter en écoulement le réseau de pied de talus. Il a pour fonction d'intercepter les eaux de ruissellement du bassin versant naturel modifié par le tracé routier.

5.1.3. Réseau de terre-plein central (TPC) :

Le rôle de ce type de réseau est de collecter et évacuer les eaux issues du TPC et de la demi-chaussée déversée. En alignement ce type de réseau est nécessaire sous les TPC non revêtus afin de protéger les chaussées et les plates-formes contre les infiltrations. Il est



constitué d'un drain longitudinal, celui-ci est souvent décalé par rapport à l'axe du TPC pour tenir compte de la présence des glissières ou de zones plantées.

5.1.4. Fossé de pied du talus de remblai :

C'est un fossé enherbé ou revêtu (si la pente $>3.5\%$). Son rôle est de collecter toutes les eaux de l'impluvium routier et protéger le talus contre l'érosion. Il peut intercepter les eaux de ruissellement d'un bassin versant naturel pour les diriger vers des ouvrages de traversée. [18]

5.1.5. Réseau de crête de talus de remblai :

Il a pour rôle d'éviter l'érosion du talus lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur. Le risque d'érosion augmente avec la hauteur et la pente des talus, il dépend également de la pluviosité locale, de la cohésion du sol et de la présence ou de l'état de végétation. En principe, on prévoit un tel réseau dès que la hauteur du talus dépasse 2m dans les régions où les pluies ont une forte intensité, ou 4m dans les autres cas.

Ce type de fossé pour rôle d'éviter l'érosion du talus due au ruissellement des eaux de pluie lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate-forme.

Le risque d'érosion est proportionnel avec la hauteur et la pente des talus; il dépend également de la pluviosité locale, de la cohésion du sol et de la présence ou de l'état de la végétation. [18]

5.2. Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordements :

5.2.1. Ouvrages transversaux :

Ce sont les ouvrages permettant le transfert des eaux d'un réseau longitudinal vers un autre. Leur emplacement est déterminé par la géométrie du tracé (point bas, changement de dévers, ouvrage d'art, etc.), du sens des écoulements, des débits transportés, et de la position des exutoires.

- les descentes d'eau (ouvrages généralement superficiels) tuilées à une canalisation.
- les traversées sous chaussées.
- Dans la présence de TPC, y prévoir un regard de vitesse.



5.2.2. Ouvrage de raccordement :

Les ouvrages de raccordements sont situés à chaque point de ramification, de rejet, ou de changement de nature d'ouvrage. Son rôle est la continuité du réseau longitudinal et transversal.

- A chaque changement de direction, à une rupture de pente dans le profil en long et à une modification du diamètre du collecteur.
- Y prévoir des cunettes de décantation (>10 cm).

Ils ont préfabriqués ou coulés en place tels que les :

- Regards de visite.
- Regards avaloirs.
- têtes de buse.
- Divers raccordements (bourrelet / descente,...).

5.3. Autres ouvrages :

5.3.1. Ouvrages de contenance et de dépollution :

Son rôle est de stocker et différer les débits à l'aval vers l'exutoire plus que la décantation et lutte contre la pollution.

5.3.2. Exutoires :

Son rôle est de recevoir les eaux de rejets à identifier en amont de la conception du réseau.

6. NATURE ET FONCTION DES RESEAUX :

Le réseau d'assainissement (*cf. figure.4.1*) doit collecter les eaux de ruissellement provenant des bassins versants routiers et des talus pour les évacuer vers des exutoires. Son architecture se développe principalement tout le long de l'infrastructure suivant une logique hydraulique gravitaire (entre un point haut et un point bas) par assemblage d'ouvrages élémentaires (linéaires ou ponctuels, enterrés ou superficiels). Les réseaux de plate-forme, ont la spécificité d'être principalement des réseaux linéaires parallèles à l'axe de la route, (distinguer cependant les réseaux hors plate-forme des réseaux situés sur elle).

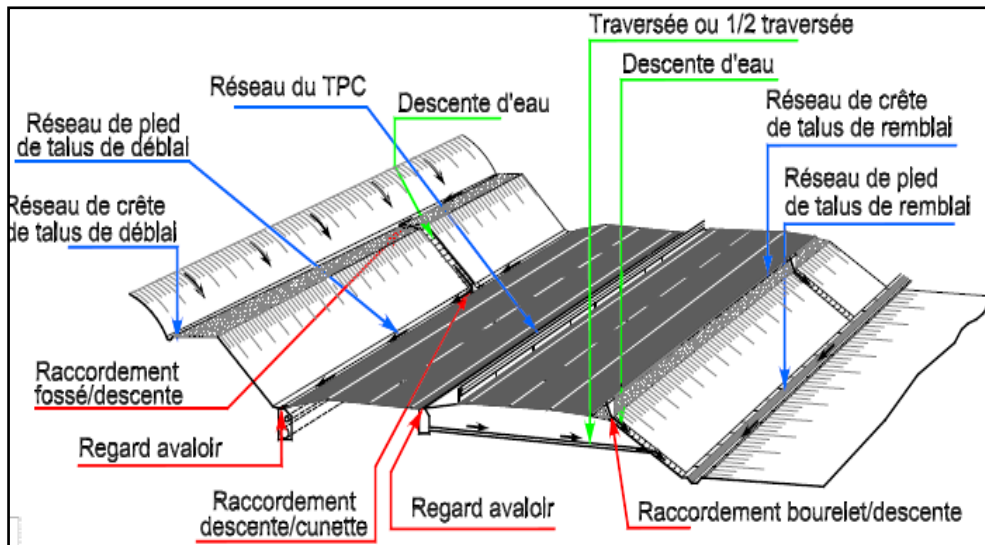


Figure.4. 1:Situation des réseaux d'assainissement sur le profil en travers d'une route.

7. INTERACTION ENTRE LE COURS D'EAU ET LA ROUTE :

On peut distinguer trois cas d'interaction entre un cours d'eau et la route :

- l'empiètement du tracé dans le champ d'inondation (lit majeur) d'un cours d'eau important ; dont une étude spécifique est nécessaire.
- le franchissement d'un cours d'eau important, ou qui pose des problèmes hydrauliques spécifiques.
- le franchissement de cours d'eau dont la superficie du bassin versant.

8. RETABLISSEMENT DES ECOULEMENTS NATURELS :

Le rétablissement des écoulements naturels (*cf. figure.4.2*) consiste à assurer la continuité des écoulements superficiels des bassins versants interceptés par la route.

Ce rétablissement doit être adapté aux enjeux (inondation, érosions ou atterrissements, pérennité de l'infrastructure, sécurité des usagers et respect du milieu aquatique) qu'il convient d'identifier et doit être conçu dans le respect des réglementations en vigueur.

La route peut constituer un obstacle préjudiciable à l'écoulement naturel et réciproquement, celui-ci peut générer des dommages à la route.

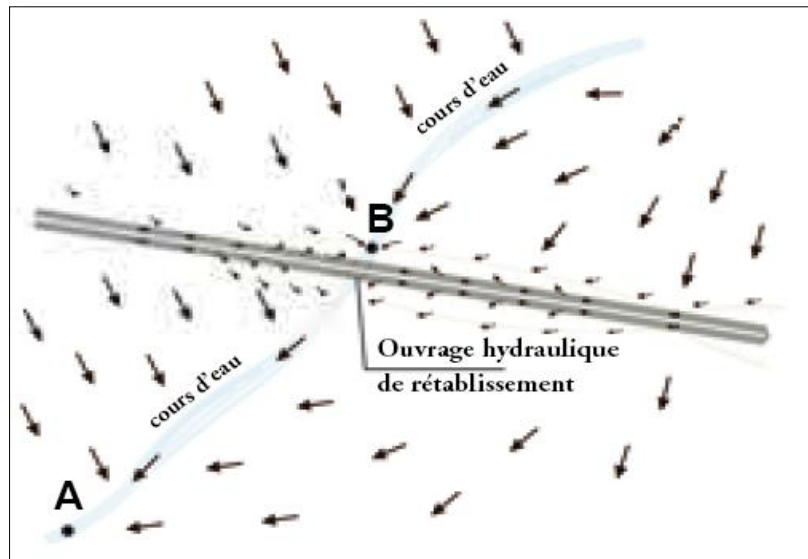


Figure.4. 2: Déplacement du point de concentration des eaux.

9. CONCEPTION TECHNIQUE DES OUVRAGES :

L'assainissement routier concerne quatre volets sont :

- le rétablissement des écoulements naturels.
- la collecte et l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route.
- le drainage (la collecte et l'évacuation des eaux internes).
- la lutte contre la pollution routière.

Ceux-ci conduisent généralement à des ouvrages des grandes dimensions pour lesquelles l'emploi des produits préfabriqués présente de nombreux avantages tels que :

- L'adaptation des grands volumes d'eau à transporter.
- La facilité de leur mise en œuvre.
- La limitation des travaux sur chantier et la garantie de la qualité finale des ouvrages (réalisation par assemblage).



10. CHOIX DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT :

Le choix et le dimensionnement de ces ouvrages sont faits en tenant compte des précipitations prévisibles, des caractéristiques géométriques et physiques de la route, et des contraintes de sécurité.

Les dispositions de principe à prévoir sont généralement les suivantes :

❖ ***En remblai*** : lorsque l'érosion des talus est à craindre, il est recommandé de prévoir en crête un dispositif longitudinal recueillant les eaux et les conduisant à des descentes spécialement aménagées, en des points convenablement choisis.

❖ ***En déblai*** : les eaux sont collectées et évacuées latéralement par des ouvrages superficiels (cunettes, fossés, caniveaux) associés, lorsque cela est nécessaire à des collecteurs enterrés. [8]

10.1. Critère de choix :

Le choix d'un ouvrage d'assainissement doit principalement reposer sur 4 critères :

- Sa capacité hydraulique.
- Son insertion dans le profil en long et le profil en travers du projet routier, donc sa géométrie prend en compte l'aspect sécurité de l'utilisateur.
- Son niveau de protection au regard de la vulnérabilité des eaux.
- Sa facilité d'entretien et d'exploitation des ouvrages.

10.2. Facteurs influençant sur le choix des ouvrages hydrauliques :

Le choix des ouvrages est guidé par le souci permanent de la pérennité de la route, de la sécurité de l'utilisateur, des coûts d'investissement et de modalités d'entretien ultérieur de l'ouvrage. Les facteurs influençant sur le choix des ouvrages sont :

- L'importance de débit à évacuer qui fixe la section d'écoulement et le type de l'ouvrage.
- Les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage (Les coefficients ; de rugosité(K) et d'entonnement (K_e))



- La largeur du lit : un ouvrage unique adapté au débit à évacuer et à la largeur du lit du cours d'eau est généralement préférable à des ouvrages multiples qui augmentent les pertes des charges et rendent plus difficile le passage des corps flottants.
- La hauteur disponible entre la cote de projet et le talweg.
- Les charges statiques et dynamiques qui sollicitent l'ouvrage hydraulique.
- Les conditions de fondation des ouvrages.
- La rapidité et la facilité de mise en œuvre : les produits industrialisés approvisionnés en éléments transportables et montés sur place peuvent constituer une solution intéressante pour réduire les délais d'exécution et dans le cas où l'accès au chantier est difficile.
- La résistance aux agents chimiques.
- La résistance aux chocs : les ouvrages massifs résistent mieux aux chocs et à l'abrasion par le charriage de matériaux solides.

11. RECTIFICATION DU TRACE :

Toute rectification du tracé nécessitera :

- La continuité de l'écoulement hydraulique.
- La protection efficace des berges aux changements de direction par des techniques pérennes relevant prioritairement du « Protection des berges de cours d'eau en techniques végétales ». Les techniques de renforcement par enrochements et gabions devront être réservées aux sections fortement sollicitées par la vitesse de l'écoulement, si les enjeux sont importants en termes de sécurité des personnes et des biens à fortes valeurs ajoutées.
- Les écoulements en pente importante $p = 4\%$ posent des problèmes spécifiques (détermination de la hauteur d'eau amont, vitesse dans les ouvrages...). [15]

12. ENTRETIEN ET EXPLOITATION DES OUVRAGES :

L'accès aux ouvrages hydrauliques doit tenir compte des contraintes d'exploitation.

Une visite annuelle et une visite après une crue sont nécessaires pour prévoir, le cas échéant des travaux d'entretien de l'ouvrage et l'évacuation des différents atterrissements.



Le diamètre minimal des ouvrages hydrauliques Pour les routes à 2 ou 3 voies, ce diamètre pourra être réduit à 600 mm tout en garantissant également les conditions d'exploitation. Cette dimension devra, être compatible avec les capacités d'entretien du gestionnaire. [16]

13. DEMENTIONEMENT DES BUSES:

Le dimensionnement de différents types d'ouvrage d'assainissement résulte de la comparaison du débit à évacuer et le débit capable de chaque type d'ouvrage. [15]

$$Q_{ev} = Q_c$$

Avec :

Q_{ev} : Débit d'écoulement à évacuer (l/s).

Q_c : Débit capable de l'ouvrage (à saturation) (l/s).

13.1. Le débit à évacuer :

Le débit à évacuer est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivante : [15]

$$Q_{ev} = K \times C \times I_t \times A$$

Avec:

K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s) ; K= 2.78.

C : coefficient de ruissellement.

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

A : surface de l'impluvium (ha).



13.1.1. Coefficient de ruissellement « C »:

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau reçu sur elle. Il peut être choisi suivant (*le tableau.4.1*): Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants :

- La couverture végétale.
- La forme, la pente.
- La nature du terrain.

Tableau.4. 1: Coefficient de ruissellement [25].

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

13.1.2. Détermination de l'intensité de la pluie :

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

$$\beta = b - 1$$

I : Intensité horaire de la pluie (mm/h).

t_c : temps de concentration (h).

b : exposant climatique. [15]

13.1.3. L'intensité horaire I:

$$I = \left(\frac{P_j (\%)}{t} \right)$$



Avec :

$P_j(\%)$: Pluie journalière maximale annuelle (mm).

$t=24h$. [15]

13.1.4. Pluie journalière maximale annuelle « P_j »:

Pluie journalière maximale annuelle (P_j) est donnée par la formule de GALTON :

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

P_{jmoy} : pluie journalière moyenne maximum (mm).

C_v : coefficient de variation climatique.

U : variation de Gauss, (Fonction de la période de retour) dont ses valeurs sont groupées dans (le tableau.4.2):

Tableau.4. 2:variation de GAUSS [25]

Fréquence (%)	50	20	10	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	50	100
Variable de Gauss (U)	0	0,84	1,28	2,05	2.372

13.1.5. Le temps de concentration (t_c) :

La durée (t) de l'averse qui produit le débit maximum (Q) étant prise égale au temps de concentration. Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandothi, comme suit : [26]

- Si $A < 5 \text{ km}^2$, selon VENTURA:

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}$$



- Si $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$, selon GIANDOTTI:

$$t_c = 0,108 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{P}}$$

- Si $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$, selon PASSINI:

$$t_c = \frac{(4 \times \sqrt{A}) + (1,5 \times L)}{(0,8 \sqrt{H})}$$

A : Superficie du bassin versant (km^2).

P : Pente moyenne du bassin versant.

L : Longueur de bassin versant (km).

H : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

13.2. Le débit capable de l'ouvrage à saturation :

L'ouvrage est saturé lorsqu'il coule à plein section. La relation de Manning Strickler donne le débit capable à plein section Q_c de l'ouvrage :

$$Q_c = 1000 \times K_{ST} \times R_H^{2/3} \times J^{1/2} \times S_m$$

Avec :

K_{ST} : coefficient de rugosité.

R_H : rayon hydraulique.

J : la pente de pose de la buse.

S_m : section mouillée en (m^2).

13.2.1. Coefficient de rugosité :

Les valeurs usuelles de coefficient de rugosité des ouvrages d'assainissement routier, mentionnées dans (le tableau.4.3), tiennent compte du vieillissement de l'ouvrage et de l'architecture du réseau. Il s'agit des valeurs communément admises pour les routes.



Tableau.4. 3:valeurs de coefficient de rugosité « Kst » [26].

Nature d'ouvrage	Coefficient de rugosité Kst
Buses en terre	30
Buses métalliques	40
Buses en maçonneries	50
Buses en béton (dalots)	70
Buses en béton (préfabriquées)	80

13.2.2. Rayon hydraulique (R_H):

C'est le rapport de la section mouillée au périmètre mouillé (longueur du contour de la partie mouillée de la section transversale de l'ouvrage), exprimé en (m).

$$RH = \frac{Sm}{pm}$$

Avec :

Pm : périmètre mouillé, ($P_m = \pi R$)

Sm : section mouillée, ($S_m = \frac{\pi R^2}{2}$)

$$R_h = \frac{R}{2}$$



14. APPLICATION AU PROJET :

Les données pluviométriques nécessaires pour le calcul :

- Pluie moyenne journalière $P_{j\text{moy}} = 66\text{mm}$.
- Exposant climatique $b = 0.36$.
- Le coefficient de variation climatique $C_v = 0,37$.
- Pente de pose de buse $J = 1\%$.
- Coefficient de ruissellement $C = 0.9$.

14.1. Calcul hydraulique :

14.1.1. Calcul de la pluie journalière maximale annuelle P_j :

❖ Pendant 10 ans :

$u = 1.28$, $C_v = 0.37$, $P_{j\text{moy}} = 66\text{mm}$.

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

AN:

$$P_j(10\%) = \left[\frac{66}{\sqrt{0,37^2 + 1}} \right] \times \left[e^{\left(1,28 \times \sqrt{\ln(0,37^2 + 1)} \right)} \right]$$

$P_j(10\%) = 97.904\text{mm}$



❖ **Pendant 50 ans :**

$u = 2.05$, $C_v = 0.37$, $P_{jmoy} = 66\text{mm}$.

AN :

$$P_j(2\%) = \left[\frac{66}{\sqrt{0,37^2+1}} \right] \times \left[e^{(2.05 \times \sqrt{\ln(0,37^2+1)})} \right]$$

$P_j(2\%) = 128.99\text{mm}$

14.1.2. L'intensité horaire I :

❖ $I = \left(\frac{P_j}{24} \right)$

AN :

$P_j(10\%) = 97.904\text{mm}$.

$$I(10\%) = \left(\frac{97.904}{24} \right)$$

$I(10\%) = 4.07 \text{ mm/h}$

$P_j(2\%) = 128.99\text{mm}$.

$$I(2\%) = \left(\frac{128.99}{24} \right) = 5.37 \text{ mm/h}$$

$I(2\%) = 5.37 \text{ mm/h}$



14.1.3. Calcul de la surface du bassin versant :

Les buses ainsi que les fossés sont dimensionnés pour évacuer le débit apporté par le bassin versant, dont sa surface est prise égale la longueur de projet multipliée par sa largeur.

$$A=L \times B$$

L : longueur de projet.

B : largeur de projet.

AN :

$$A=4000 \times 11 \times 10^{-4}$$

$$A=4.4 \text{ ha}$$

14.2. Dimensionnement des buses :

14.2.1. Calcul des débits à évacuer :

$$\diamond Q_{ev} = K \times C \times I_t \times A$$

C = 0.9, P = 1 %, I = 4.07 mm/h, A = 5.4 ha.

$$\diamond t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}$$

AN :

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{4.4}{1}}$$

$$t_c = 0.266 \text{ h}$$



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

AN :

$$I_t = 4.07 \times \left(\frac{0.266}{24}\right)^{0,36-1}$$

$$I_t = 72.54 \text{ mm/h}$$

$$Q_{ev} = 2,778 \times 0,9 \times 72.54 \times 4.4$$

$$Q_{ev} = 798.02 \text{ l/s}$$

14.2.2. Calcul des diamètre des buses :

$$Q_c = 1000 \times S_m \times K_{ST} \times R_H^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$\text{On a: } J = 1\%, K_{ST} = 80, R_h = \frac{R}{2}, S_m = \frac{\pi R^2}{2}$$

AN:

$$Q_c = Q_{ev} \Rightarrow 1000 \times \frac{\pi R^2}{2} \times 80 \times \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3} \times (0.01)^{1/2} = 798.02 \text{ l/s}$$

$$R^{8/3} = \frac{2^{5/3} \times Q_{ev}}{80 \times \pi \times \sqrt{J}} = \frac{2^{5/3} \times 798.02 \times 10^{-3}}{80 \times \pi \times \sqrt{0.01}}$$

$$R^{8/3} = 0.1008 \text{ m.}$$

$$R = 423 \text{ mm}$$



$$\varnothing = 2 \times R$$

$$2R = 423 \times 2 = 846 \text{ mm.}$$

$$\varnothing = 1000 \text{ mm}$$

Les vues de face des ouvrages busés de type batteries sont schématisées dans les (cf. figure.4.3 et 4.4) et le fossé en terre dans (cf. figure.4.5)

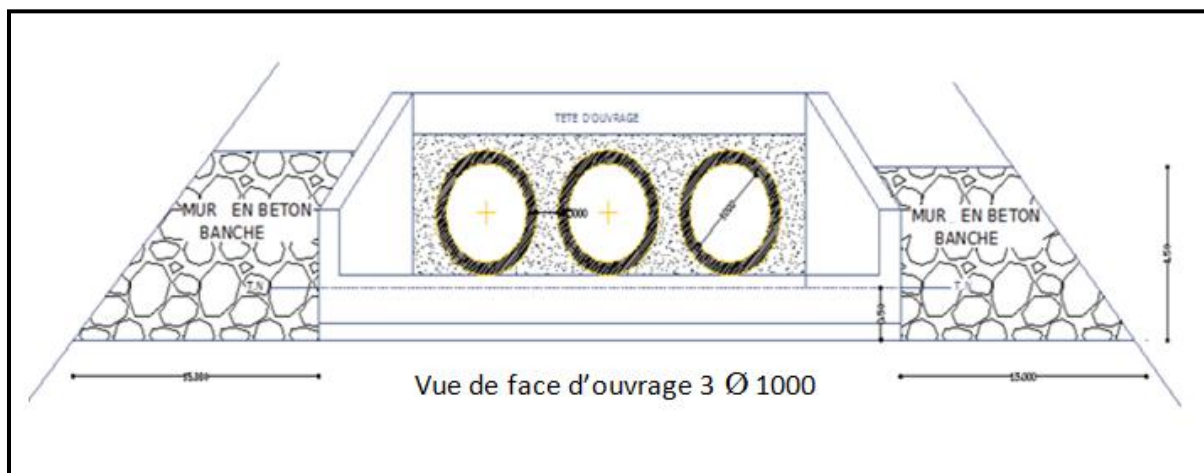


Figure.4. 3:vue de face d'un ouvrage batterie (3 Ø = 1000 mm).

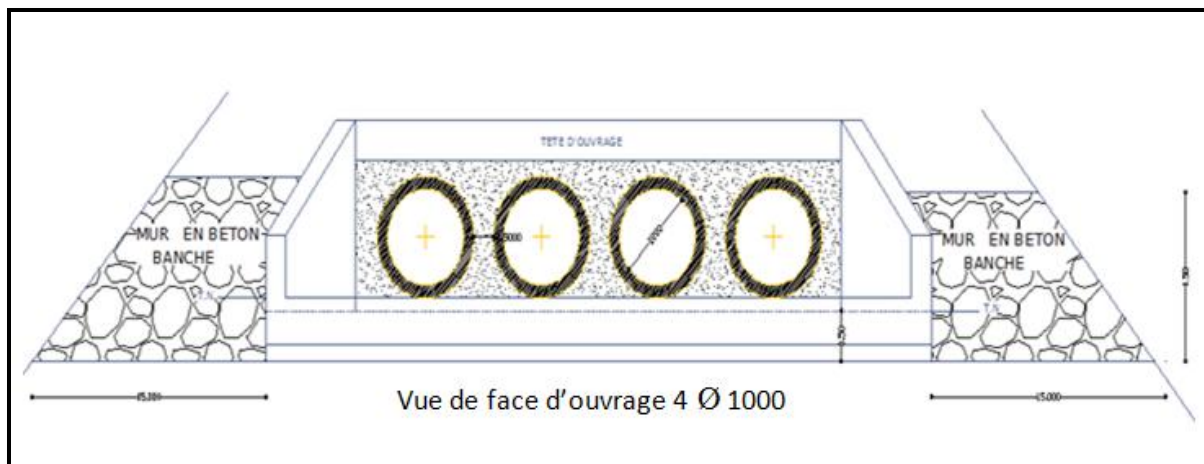


Figure.4. 4:vue de face d'un ouvrage batterie (4 Ø = 1000 mm).

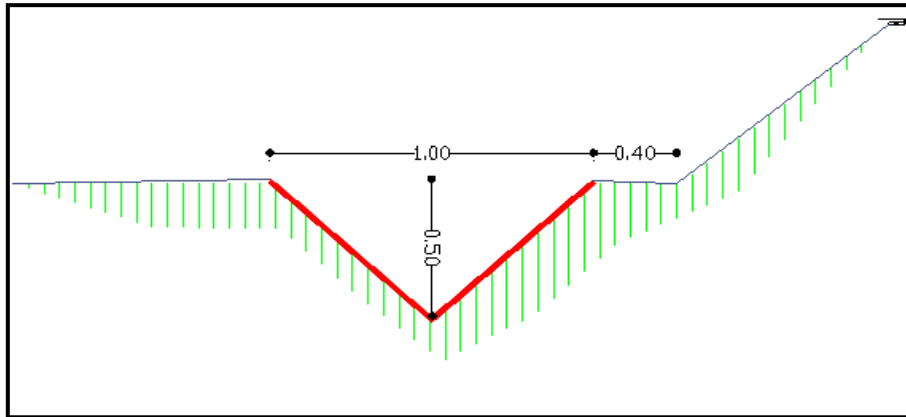


Figure.4. 5: fossé en terre.

15. CONCLUSION :

L'écoulement d'eau est perturbé par la création de la nouvelle ligne, donc il faut réaliser des ouvrages d'assainissement pour assurer la continuité des débits en étudiant les cours d'eau le long de la voie.

Dans notre projet on propose des ouvrages busés de type batterie dont ($\varnothing = 1000$ mm) afin de faciliter l'opération de curage et éviter toute éventuelle obstruction tout en donnant un assainissement normalisé à la route.

CONCLUSION GENERALE



1. INTRODUCTION :

Plus les caractéristiques géométriques de la route s'améliorent plus la vitesse de base augmente et le risque d'accident devient inévitable, d'où s'impose à l'ingénieur routier de prévoir des signalisations compréhensibles, uniformes, continues et homogènes afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux.

La circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés.

2. OBJECTIFS DE LA SIGNALISATION ROUTIERE:

La signalisation routière a pour objet de :

- Rendre plus sûre et faciliter la circulation routière.
- Rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- Indiquer diverses prescriptions particulières de police.
- Donner des informations relatives à l'usage de la route. [9]

3. DEFINITION :

Parmi les principales composantes de l'environnement routier, on trouve la signalisation. Elle permet d'assurer le guidage des usagers en leur donnant des informations d'aide à la conduite et au déplacement sur un itinéraire donné, dans le but de faciliter la circulation et de la rendre plus sûre.

La signalisation routière est de deux types, le premier est la signalisation verticale, qui est constituée par les panneaux, les balises et les feux tricolores alors que le deuxième est l'horizontale qui est matérialisée par un marquage sur la chaussée. [27]



4. CRITETRES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :

Il est indispensable de respecter certains critères avant d'entamer la conception de la signalisation afin qu'elle soit bien vue, lue et comprise :

- La cohérence avec les règles de signalisation.
- L'homogénéité : cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation.
- Le respect des règles d'implantation et de pose.
- La cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- La simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur. [6]

5. CATEGORIES DE SIGNALISATION :

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

- La signalisation par panneau.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage sur chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.
- La signalisation par dispositifs de fermeture (barrières).
- La signalisation temporaire.

Les différentes signalisations se repartie en trois catégories : [28]

5.1. Signaux d'avertissement de danger(type A) :

5.2. Signaux de réglementation :

- Signaux de priorités (type B) ;
- Signaux d'interdiction ou de restriction (type C) ;
- Signaux d'obligation (type D).



5.3. Signaux d'indication :

- Signaux d'identification des routes (type E) ;
- Signaux de pré-signalisation (type E) ;
- Signaux de direction (type E) ;
- Signaux de localisation (type E) ;
- Signaux de confirmation (type E) ;
- Autre signaux donnant des indications utiles pour la conduite des véhicules (type E) ;
- Autre signaux indiquant des installations qui peuvent être utile pour les usagers de la route (type F).

6. PRINCIPES DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :

Dans la conception et l'implantation de la signalisation routière, on ne doit jamais perdre de vue les conditions de sa perception par l'utilisateur qui se déplace souvent à grande vitesse et dont l'attention est sollicitée par les exigences de la conduite.

Pour être utile, la signalisation doit être efficace, ce qui implique le respect des trois principes suivants : [27]

6.1. Principe de valorisation :

La multiplication et l'inflation des signaux nuisent à leur efficacité. Il ne faut pas donc les placer que s'ils sont indispensables et jugés utiles.

6.2. Principe de concentration :

Lorsqu'il est indispensable que plusieurs signaux soient vus en même temps, il faut absolument les implanter de façon que l'utilisateur puisse les apercevoir d'un seul coup d'œil de nuit comme de jour.

Il y a intérêt à grouper deux signaux sur un même support lorsque les deux indications se rapportant au même point se complètent l'une l'autre (par exemple passage à niveau et cassis, ou encore feux de circulation et passage de piétons).



6.3. Principe de lisibilité :

Il ne faut pas demander à l'automobiliste un effort de lecture ou de mémoire excessif, on devra donc réduire et simplifier les indications au maximum, et le cas échéant répartir les signaux sur plusieurs supports échelonnés.

Des expériences ont montré que l'observateur moyen ne peut d'un seul coup d'œil percevoir et comprendre plus de deux symboles. Pour les inscriptions, des indications sont données plus loin.

7. TYPES DE SIGNALISATION :

On distingue deux types de signalisation :

- La signalisation verticale par panneaux et par feux.
- La signalisation horizontale comporte les différents types de marquages sur la chaussée. [28]

7.1. La signalisation verticale :

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

7.1.1. Signaux de danger :

Ceux sont des panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

7.1.2. Signaux comportant une prescription absolue :

Ceux sont des panneaux de forme circulaire, on trouve :

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



7.1.3. Signaux à simple indication :

Ceux sont des panneaux de forme rectangulaire généralement :

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

7.1.4. Signaux de position des dangers :

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

7.1.5. Signalisation temporaire- signalisation de chantier :

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

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

- Pour les chantiers.
- Pour les routes glissantes.

7.2. Signalisation horizontale :

Les signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation et d'avertir ou guider les usagers. Elle se divise en trois types : [27]

- Marques longitudinales.
- Marques transversales.
- Flèches.



7.2.1. Marques longitudinales :

7.2.1.1. Ligne continue :

Les lignes continues sont infranchissables dont le dépassement et changement de voie sont interdits. Elles sont annoncées par des lignes discontinues éventuellement complétées par des flèches de rabattement.

7.2.1.2. Ligne discontinue :

Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation, on peut les franchir dont le dépassement et changement de voie sont autorisés, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle :

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leurs intervalles ;
- Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles ;
- Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont le largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.[9]

7.2.2. Marquages transversales:

- Ligne STOP : C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt ;
- Ligne cédez le passage ;
- Ligne d'effet des signaux.[9]

7.2.3. Autres marques :

7.2.3.1. Les flèches de rabattement :

Ces flèches sont légèrement incurvées signalant aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent. [27]



7.2.3.2. Les flèches de sélection :

Ces flèches sont situées au milieu d'une voie, signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée. [28]

7.2.3.3. Passage pour piéton :

Forme rectangulaire de longueur $L = 2.50\text{m}$ pour $V \leq 60\text{Km/h}$ et $L = 4.00\text{m}$ pour $V \geq 60\text{Km/h}$ avec largeur de 0.5m, leur distance est de 0.5 à 0.8m. [27]

7.2.3.4. Passage pour cycliste :

Il est signalé par deux lignes discontinues, formé de carrée blanche de 0.5m de côté séparé par des intervalles de 0.5 à 0.8m. [28]

8. CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES :

8.1. Couleur des marques :

1. Le blanc est la couleur utilisée pour les marques sur chaussée.

Pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions suivantes :

2. Le jaune pour :

- Les marques interdisant l'arrêt ou le stationnement.
- Les lignes zigzag indiquant les arrêts d'autobus.
- Le marquage temporaire.

3. Le bleu éventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue.

4. Le rouge pour les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse. [27]

8.2. Caractéristiques des lignes discontinues :

Pour la bonne compréhension des marquages, trois types de modulations de lignes longitudinales ont été retenus (cf. figure.5.1), se différenciant par le rapport des pleins aux vides. [27]

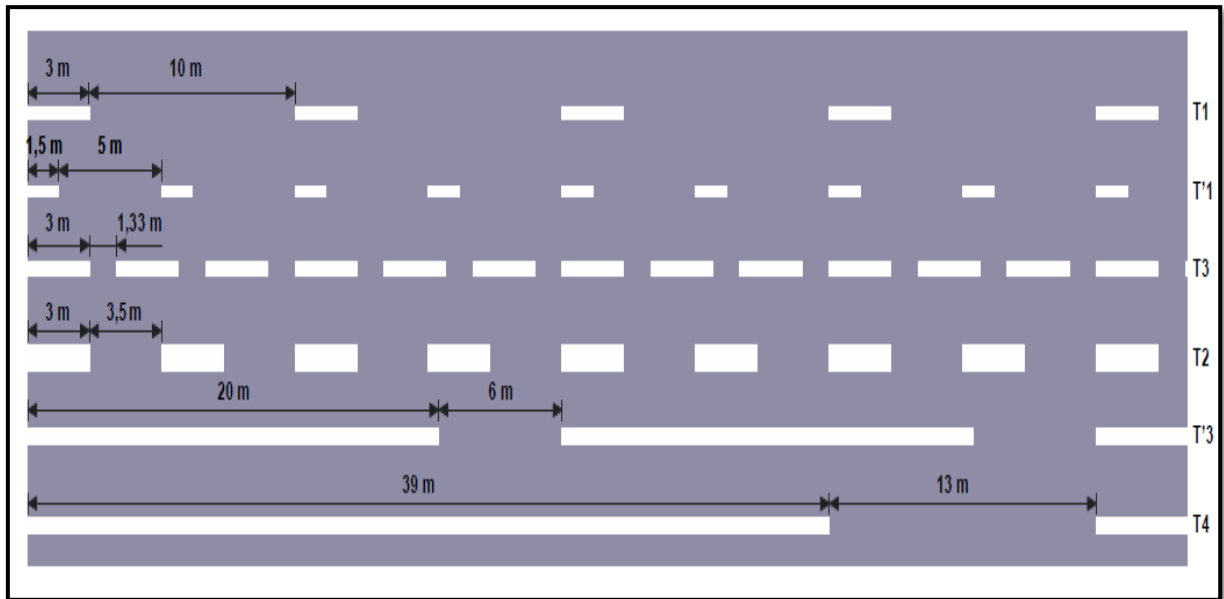


Figure.5. 1: Modulation des lignes longitudinales.[9]

Pour les lignes transversales (cf.figure.5.2), la modulation (T'2) comporte alternativement 0,5 m de trait et 0,5 m de vide.

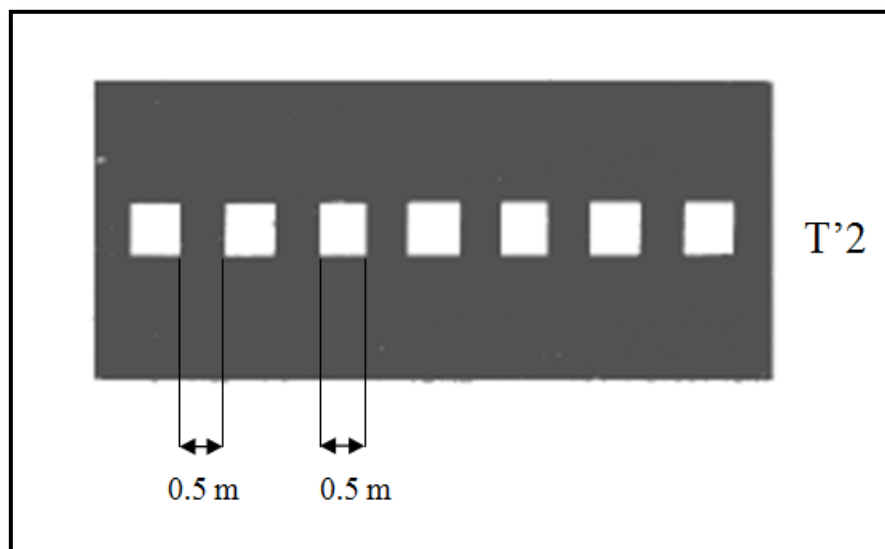


Figure.5. 2:Modulation des lignes transversales.[9]

Les types de marquage et les caractéristiques de modulation des lignes discontinues sont montrés dans (Le tableau.5.1).

**Tableau.5. 1:** Modulation des lignes discontinues. [6]

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs(m)	Rapport plein/vide.
Axial longitudinal	T1	3	10	1/3
	T'1	1.5	5	1/3
	T3	3	1.33	3
rive	T2	3	3.5	1
	T'3	20	6	3
	T4	39	13	3
transversal	T'2	0.5	0.5	1

8.3. Largeur des lignes :

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » se diffère selon le type de route. La valeur de « U » doit être homogène sur tout l'itinéraire. Pour cela on adopte les valeurs suivantes :

- U = 7,5 cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées et les routes à 4 voies de rase campagne.
- U = 6 cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation.
- U = 5 cm sur toutes les autres routes.
- U = 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.[6]

8.4. Les flèches:

Les flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée. [28]

On a deux types de flèches :

- Flèches de rabattement.
- Flèches de section (directionnelles).



8.4.1. Les flèches de rabattement :

Les flèches de rabattement (*cf. Figure.5.3*) annoncent le marquage qui fait obligation aux usagers circulant dans le sens de ces flèches, d'emprunter la voie ou les voies situées du côté indiqué par celles-ci.

- A l'approche d'une ligne continue dans le cas d'une route à deux voies.
- A l'approche d'une ligne oblique de réduction du nombre de voies ou de rétrécissement de chaussée dans le cas d'une route à trois ou quatre voies.

L'emploi des flèches de rabattement est interdit sur les voies d'insertion en carrefour ainsi qu'en rabattement d'une voie pour véhicules lents sur une voie rapide.

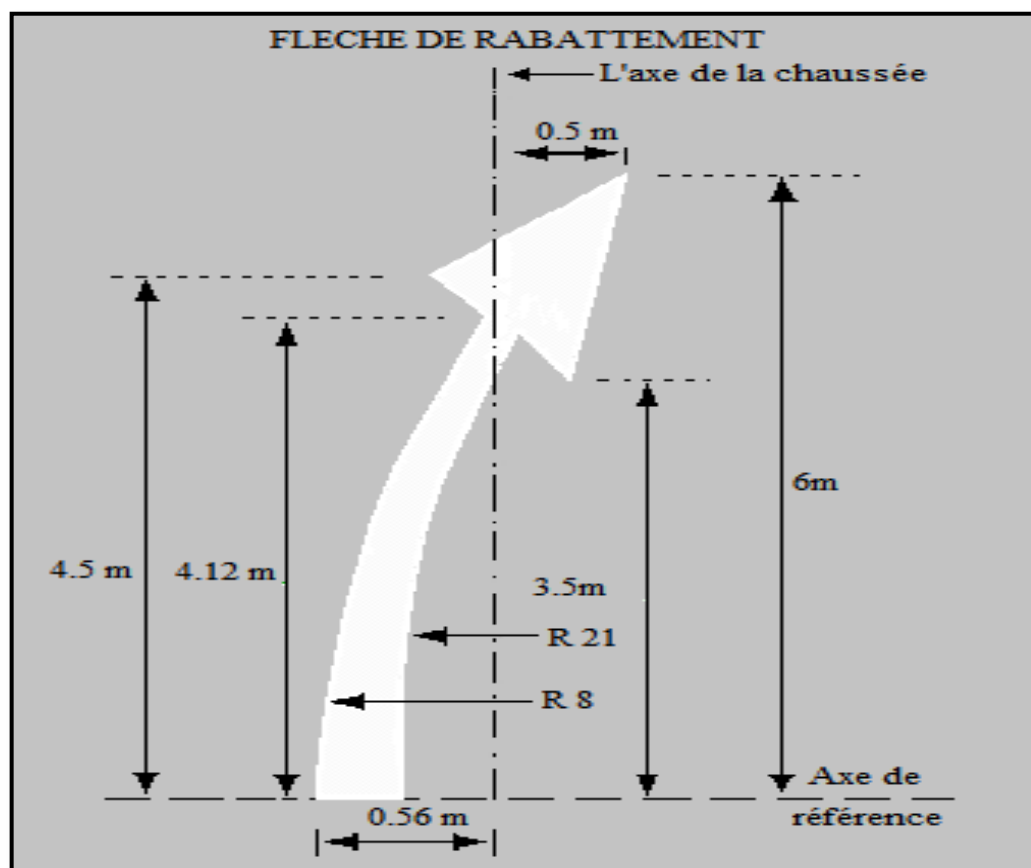


Figure.5. 3: Flèche de rabattement. [6]



❖ Implantation des flèches de rabattement :

Sur les routes à deux voies, les flèches de rabattement sont implantées à cheval sur la ligne d'annonce. Sur les routes à trois, quatre voies ou sur autoroute, les flèches de rabattement sont implantées suivant l'axe de la voie qui est supprimée ; cette dernière est alors, sauf cas exceptionnel, la voie la plus à gauche dans le sens de circulation considéré.

8.4.2. Les flèches de sélection :

La pré-signalisation de sélection et la signalisation de position peuvent utilement, dans certains carrefours, être complétées par des flèches au sol, dites flèches directionnelles, attribuant chacune des voies de la chaussée à une ou deux directions (cf. figure.5.4).

La flèche de «tourne-à-gauche» se déduit par symétrie de la flèche de «tourne-à-droite», la flèche bidirectionnelle « tourne-à-gauche et direct » se déduit par symétrie de la flèche « tourne-à-droite et direct ». [28]

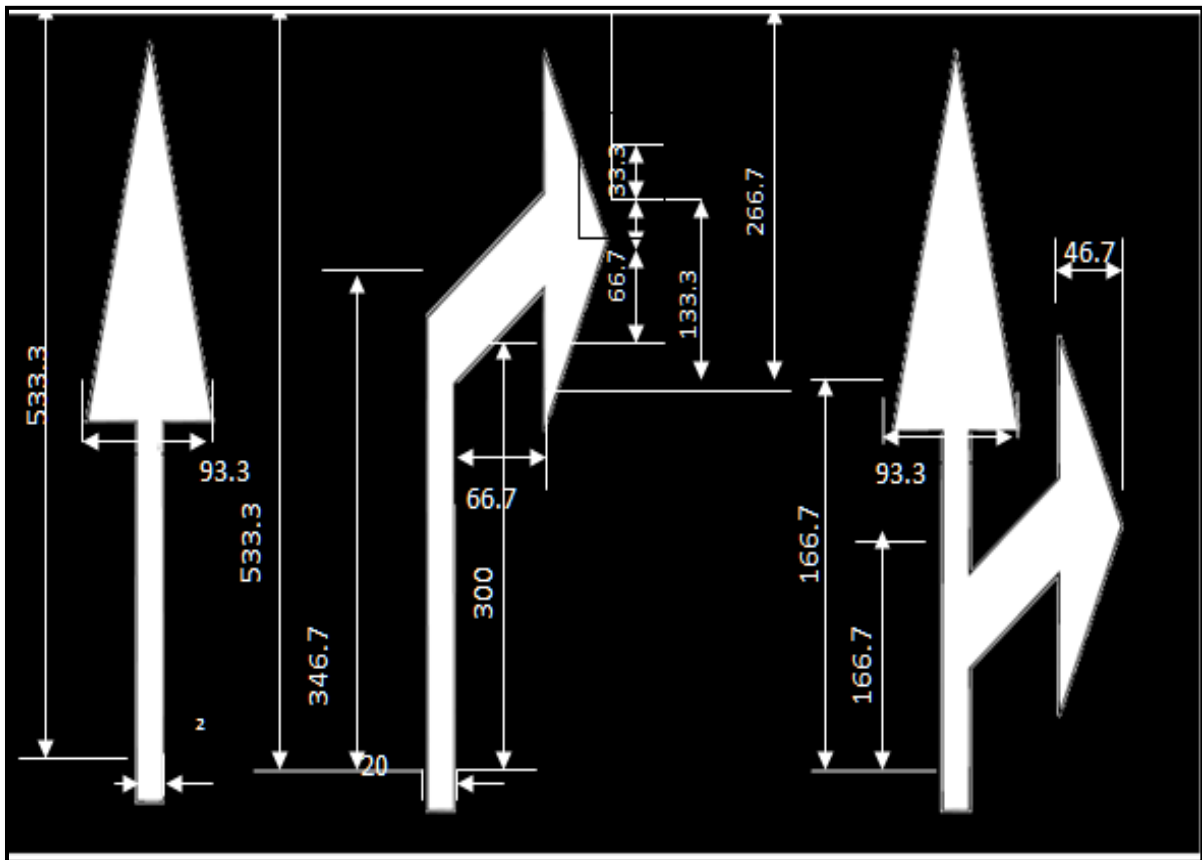


Figure.5. 4: Flèches directionnelles (de sélection). [6]



9. DISPOSITIFS DE RETENUE :

Ce sont les dispositifs destinés à retenir les véhicules lors des sorties accidentelles de la chaussée. Elles sont nécessaires pour assurer les bonnes conditions de sécurité aux usagers de la route, ils constituent eux même des obstacles, ils ne doivent Être implantés que si le risque en leur absence le justifie.

9.1. Catégories des dispositifs de retenue :

Les dispositifs de retenue sont classés en différentes catégories :

- Latéraux : lorsque les angles probables de heurt sont inférieurs à 45°. Ils s'emploient en section courante sur accotement ou sur terre-plein central ;
- Frontaux : lorsqu'ils risquent d'être percutés sous un angle compris entre 45 ° et 90° (Cas des divergents en particulier) ;
- Simples : lorsqu'ils ne sont efficaces que d'un seul côté ;
- Doubles : lorsqu'ils peuvent être percutés des deux côtés en ayant un comportement identique lors du choc ;
- Souples : lorsqu'ils se déforment lors du choc et conservent une déformation permanente ;
- Rigides : s'ils ne subissent aucune déformation ni aucun déplacement lors du choc d'une voiture.

9.2. Classification des dispositifs latéraux :

On classe les dispositifs latéraux en deux catégories :

- **les glissières de sécurité** : qui retiennent les voitures (1 250 kg pour la voiture d'essai) dans de bonnes conditions de sécurité. Elles sont réparties en trois niveaux suivant l'angle de choc et la vitesse de la voiture d'essai ;
- **les barrières de sécurité** : qui doivent être capables de retenir des véhicules lourds, tout en n'étant pas agressives pour les véhicules légers . Elles sont classées en trois catégories (légères, normales et lourdes) suivant le poids du véhicule d'essai (3,5 t, 12 t et 38 t).



9.3. Glissières de sécurité :

Elles sont classées en trois niveaux, suivent leurs performances de retenue :

9.3.1. Glissières de niveau 1:

Sont particulièrement adoptées pour les routes principales.

9.3.2. Glissières de niveau 2 et 3:

Sont envisageable lorsque les vitesses pratiquées, à Leurs endroits, sont faibles (de l'ordre de 60 Km/h).

Concernant les autres types de routes, les glissières doivent être prévues dans Les cas suivants :

- **Sur accotement :**

En présence d'obstacles durs ou autres configurations agressives. Lorsque la hauteur des remblais dépasse 4 mètre, ou en présence d'une dénivellation brutale de plus de 1 m.

- **Pour les autres cas :**

Les glissières peuvent être implantées en cas de problèmes spécifiques. Il est à noter cependant que les glissières doivent être implantées à distance des voies de façon à respecter les dégagements de sécurité nécessaires. Qu'il faut vérifier qu'elles n'entravent pas la visibilité.

Eventuellement des glissières sur le T.P.C pour les routes à deux chaussées.

9.4. La murette de protection en béton armé :

Elle est envisagée lorsque le danger potentiel représenté par la sortie d'un véhicule lourd est important, comme :




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



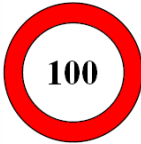

10. APPLICATION AU PROJET :

Dans le cadre de notre étude, tout en respectant les critères énoncés précédemment ainsi que la réglementation routière Algérienne « l'instruction interministérielle sur la signalisation routière, l'arrête du 16 Février 1988», on mentionne les différents types de panneaux de signalisation concernant notre projet :

10.1. Panneaux de signalisation de danger (type A) :[29]

Panneau	Schéma
Panneau (A14) : Autres dangers. La nature du danger pouvant ou non être précisée par un panonceau	
Panneau (A15a2) : passage d'animaux domestiques	
Panneau (A15d) : Passage d'animaux sauvages	

10.2. Panneaux de signalisation d'interdiction et de priorité (type B) :

Panneau	Schéma
Panneau (B14) : Limitation de vitesse. Ce panneau notifié l'interdiction dépasser la vitesse indiquée	
Panneau (B3) : indication du caractère prioritaire d'une route	




10.3. Panneau de signalisation de confirmation (type E4) :

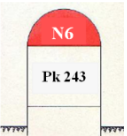


Figure.5. 5: Panneaux de direction.

10.4. Signalisation de position de dangers particuliers (H) :

Panneau	Schéma
Panneau (H2bis) : Balisage sur routes fréquemment enneigées.	

10.5. Les bornes (k) :

Panneau	Schéma
Panneau (K2) : Borne utilisée sur le réseau national, présentant le nom de l'itinéraire sur fond rouge et des indications de repérage longitudinal sur fond blanc.	

10.6. Glissières de sécurité :

Parmi les dispositifs de retenues, on a opté à utiliser des « glissières de sécurité de niveau 1 » voir l'importance de la RN 06.



11. CONCLUSION :

Les équipements de signalisation et de sécurité routière constituent un langage visuel destiné à sécuriser et faciliter la tâche des conducteurs grâce à l'instauration d'une véritable communication codifiée entre l'utilisateur et la route.

La signalisation routière joue un rôle important dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité).



CONCLUSION GENERALE:

Le transport routier représente une grande part du marché en termes d'économie dans la mesure qu'il présente un grand impact sur les autres modes de transport. Dont on s'intéresse à l'amélioration et à l'aménagement des infrastructures de base, qui permettent d'offrir les meilleurs services pour les usagers et répondre à la demande en matière de transport.

Toute la démarche consistait à trouver un compromis entre un tracé idéal et un tracé tenant compte des contraintes liées à la topographie, le relief et la nature du terrain des zones traversées dans le but d'assurer le maximum de confort et de sécurité aux usagers.

La présente étude a été une occasion pour concrétiser les connaissances théoriques et techniques acquises pendant le cycle de notre formation. Et pour tirer profit de l'expérience de personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

Il ressort de ce travail que la réalisation d'un projet routier n'est pas une chose aise. C'est par une documentation très ample qu'on doit s'orienter dans une réflexion tout en faisant appel à des connaissances théoriques.

Encore une fois, ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels (Piste + Autocad), vue leur traitement rapide et la précision des résultats.

En fin, l'élaboration de ce projet a été bénéfique pour nous et elle nous a ouvert les portes du monde professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- [1]. [http://Map. Google.com/maps](http://Map.Google.com/maps). Consulté le 26/03/2014.
- [2]. Normes technique d'aménagement des routes, B40. Algérie, ministre des travaux publics, octobre (1977).
- [3]. BERTHIER Jean., 2011 : Les routes, géométrie des routes *in* Techniques de l'ingénieur, traité construction C4310
- [4]. Relations vitesse, courbure, devers, Note technique, SETRA (2000).
- [5]. Roger Coquand., 1969 : Route, circulation, tracé et construction. Livre1, Paris.
- [6]. HAMAIDI ZOURGUI J & BEGHDAOUI Y., 2008 ; Etude de modernisation de la RN 17 C sur 10 km. Mémoire d'ingénieur d'état en travaux publics, Ecole Nationale des Travaux Publics, (ENTP). Algérie.
- [7]. Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes, Guide technique. SETRA -LCPC (2006).
- [8]. Aménagement des routes principales. Recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route, Guide technique, ARP-SETRA (1994).
- [9]. BERTHIER Jean., 1992 : Projet et construction de la route *in* Techniques de l'ingénieur, traité construction C5500.
- [10]. VISA Frédéric., 2009 : Les routes. Cours module C9. IUT St Pierre, France.
- [11]. Réalisation des remblais et des couches de forme, Guide technique. Fascicule 1et2, 2ème édition. SETRA-LCPC (2000).
- [12]. Hypothèse et données de dimensionnement, CCTP (2001).
- [13]. Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison. (ICTAAL). Direction des routes (2000).
- [14]. Hevré Brunel., 2005 : Cours de route. Université d'Orléans I.U.T. Paris.



-
- [15] : Assainissement Routier, Guide Technique SETRA- LCPC (2006).
- [16]. Catalogue des structures types de chaussée neuves. SETRA-LCPC (1977).
- [17]. Voiries et aménagements urbains en béton Tome 1; Conception et dimensionnement, CIMBÉTON.
- [18]. Voiries et aménagements urbains en béton Tome 2; Mise en œuvre, CIMBÉTON.
- [19]. Conception et dimensionnement des structures de chaussées, Guide technique. SETRA-LCPC (1994).
- [20]. J, Costet ; G, Sanglerat., 1983 : Cours pratique de mécanique des sols.4ème trimestre.
- [21]. Chaussées neuves à faible trafic, Manuel de conception. SETRA-LCPC (1981)
- [22]. AASTHO. American Association of state Highway and Transportation Officials. Interim guide for design of pavement structures; Highway research board: Washington, 1972.
- [23]. G, Joeffroy ; R, Sauterey., 1991 : Dimensionnement des chaussées, presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris
- [24]. Assainissement Routier et protection de la ressource en eau, Guide Technique SETRA-LCPC (2009).
- [25]. L'eau et la route. Direction des routes, ministère de l'équipement des transports de l'aménagement du territoire du tourisme et de la mer. France (2004).
- [26]. BIAOU A.C., 2009 : Cours d'hydraulique routière. Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, Unité thématique d'enseignement et de recherche (UTER). Edité au 2iE, Ouagadougou, Burkina Faso.
- [27]. Instruction interministérielle sur la signalisation routière – modifié par l'arrêté du 16 février 1988(7ème partie : Marquages sur chaussées).
- [28]. Instruction interministérielle sur la signalisation routière. Arrêté du 7 juin 1977 relatif à la signalisation des routes et autoroutes, (journal officiel du 13 août 1977).
- [29]. Code de la route (SECA- Code rousseau B.P.93-85103).
-

ANNEXES

CARACTERISTIQUES DE L'AXE EN PLAN

ELEMENT	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	1024.342	4604.252
D1	ANG = 15.699g	506.299			
			506.299	1515.325	4727.841
L1	A = 160.000				
	Rf = -1000.000				
	L = 280.200				
C1	XC= 1759.428				
	YC= 3758.091				
	R = -1000.000	182.124			
	Rd= -1000.000				
	A= 160.000				
	L= 280.200				
			688.422	1695.001	4756.014
D2	ANG = 4.104g	1366.499			
			2054.922	3058.662	4844.053
C2	XC= 2929.809				
	YC= 6839.898				
	R = 2000.000	25.302			
			2080.223	3083.900	4845.843
D3	ANG = 4.910g	1917.742			
			3997.966	4995.942	4993.596
LONGUEUR DE L'AXE			3997.966		

TABULATION DE L'AXE PRINCIPAL

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
1	0.000	997.874	997.874	1024.342	4604.252	315.699g	2.50	-2.50
2	20.000	997.867	998.030	1043.737	4609.134	315.699g	2.50	-2.50
3	40.000	997.871	998.186	1063.132	4614.016	315.699g	2.50	-2.50
4	60.000	997.810	998.342	1082.527	4618.898	315.699g	2.50	-2.50
5	80.000	997.718	998.497	1101.922	4623.780	315.699g	2.50	-2.50
6	100.000	997.768	998.653	1121.317	4628.662	315.699g	2.50	-2.50
7	120.000	997.807	998.809	1140.712	4633.544	315.699g	2.50	-2.50
8	140.000	997.874	998.965	1160.107	4638.426	315.699g	2.50	-2.50
9	160.000	997.967	999.121	1179.502	4643.308	315.699g	2.50	-2.50
10	180.000	998.194	999.276	1198.897	4648.190	315.699g	2.50	-2.50
11	200.000	998.240	999.432	1218.292	4653.072	315.699g	2.50	-2.50
12	220.000	998.311	999.588	1237.687	4657.954	315.699g	2.50	-2.50
13	240.000	998.318	999.744	1257.082	4662.836	315.699g	2.50	-2.50
14	260.000	998.205	999.900	1276.477	4667.718	315.699g	2.50	-2.50
15	280.000	998.194	1000.056	1295.872	4672.600	315.699g	2.50	-2.50
16	300.000	998.211	1000.201	1315.267	4677.482	315.699g	2.50	-2.50
17	320.000	998.311	1000.220	1334.662	4682.365	315.699g	2.50	-2.50
18	340.000	998.381	1000.229	1354.057	4687.247	315.699g	2.50	-2.50
19	360.000	998.372	1000.239	1373.452	4692.129	315.699g	2.50	-2.50
20	380.000	998.342	1000.248	1392.847	4697.011	315.699g	2.50	-2.50
21	400.000	998.332	1000.257	1412.242	4701.893	315.699g	2.50	-2.50
22	420.000	998.326	1000.266	1431.637	4706.775	315.699g	2.50	-2.50
23	440.000	998.368	1000.275	1451.032	4711.657	315.699g	2.50	-2.50
24	460.000	998.378	1000.284	1470.427	4716.539	315.699g	2.50	-2.50
25	480.000	998.401	1000.293	1489.822	4721.421	315.699g	2.50	-2.50
26	500.000	998.388	1000.302	1509.217	4726.303	315.699g	2.50	-2.50
27	506.299	998.425	1000.305	1515.325	4727.841	315.699g	2.50	-2.50
28	520.000	998.486	1000.311	1528.634	4731.094	314.826g	-3.50	-3.50
29	540.000	998.575	1000.320	1548.139	4735.515	313.553g	-3.50	-3.50
30	560.000	998.666	1000.329	1567.728	4739.545	312.280g	-3.50	-3.50
31	580.000	998.759	1000.338	1587.395	4743.183	311.007g	-3.50	-3.50
32	600.000	998.826	1000.347	1607.129	4746.426	309.734g	-3.50	-3.50
33	620.000	998.874	1000.356	1626.925	4749.274	308.460g	-3.50	-3.50
34	640.000	998.920	1000.365	1646.774	4751.726	307.187g	-3.50	-3.50

35	660.000	998.967	1000.374	1666.668	4753.780	305.914g	-3.50	-3.50
36	680.000	999.053	1000.383	1686.599	4755.436	304.641g	-3.50	-3.50
37	688.422	999.081	1000.387	1695.001	4756.014	304.104g	-3.50	-3.50
38	700.000	999.140	1000.392	1706.555	4756.760	304.104g	2.50	-2.50
39	720.000	999.122	1000.401	1726.514	4758.048	304.104g	2.50	-2.50
40	740.000	999.126	1000.410	1746.472	4759.337	304.104g	2.50	-2.50
41	760.000	999.125	1000.419	1766.430	4760.625	304.104g	2.50	-2.50
42	780.000	999.094	1000.428	1786.389	4761.914	304.104g	2.50	-2.50
43	800.000	999.062	1000.437	1806.347	4763.202	304.104g	2.50	-2.50
44	820.000	999.027	1000.446	1826.306	4764.491	304.104g	2.50	-2.50
45	840.000	998.993	1000.456	1846.264	4765.780	304.104g	2.50	-2.50
46	860.000	998.943	1000.465	1866.223	4767.068	304.104g	2.50	-2.50
47	880.000	998.868	1000.474	1886.181	4768.357	304.104g	2.50	-2.50
48	900.000	998.879	1000.483	1906.140	4769.645	304.104g	2.50	-2.50
49	920.000	998.899	1000.492	1926.098	4770.934	304.104g	2.50	-2.50
50	940.000	998.894	1000.501	1946.056	4772.222	304.104g	2.50	-2.50
51	960.000	998.914	1000.510	1966.015	4773.511	304.104g	2.50	-2.50
52	980.000	998.948	1000.519	1985.973	4774.799	304.104g	2.50	-2.50
53	1000.000	998.992	1000.528	2005.932	4776.088	304.104g	2.50	-2.50
54	1020.000	999.012	1000.537	2025.890	4777.376	304.104g	2.50	-2.50
55	1040.000	999.046	1000.546	2045.849	4778.665	304.104g	2.50	-2.50
56	1060.000	999.092	1000.555	2065.807	4779.953	304.104g	2.50	-2.50
57	1080.000	999.124	1000.564	2085.766	4781.242	304.104g	2.50	-2.50
58	1100.000	999.034	1000.573	2105.724	4782.530	304.104g	2.50	-2.50
59	1120.000	998.955	1000.582	2125.682	4783.819	304.104g	2.50	-2.50
60	1140.000	998.904	1000.591	2145.641	4785.108	304.104g	2.50	-2.50
61	1160.000	998.820	1000.600	2165.599	4786.396	304.104g	2.50	-2.50
62	1180.000	998.782	1000.609	2185.558	4787.685	304.104g	2.50	-2.50
63	1200.000	998.808	1000.618	2205.516	4788.973	304.104g	2.50	-2.50
64	1220.000	998.826	1000.627	2225.475	4790.262	304.104g	2.50	-2.50
65	1240.000	998.834	1000.636	2245.433	4791.550	304.104g	2.50	-2.50
66	1260.000	998.852	1000.645	2265.392	4792.839	304.104g	2.50	-2.50
67	1280.000	998.864	1000.654	2285.350	4794.127	304.104g	2.50	-2.50
68	1300.000	998.866	1000.663	2305.309	4795.416	304.104g	2.50	-2.50
69	1320.000	998.886	1000.672	2325.267	4796.704	304.104g	2.50	-2.50
70	1340.000	998.892	1000.682	2345.225	4797.993	304.104g	2.50	-2.50
71	1360.000	998.808	1000.691	2365.184	4799.281	304.104g	2.50	-2.50
72	1380.000	998.751	1000.700	2385.142	4800.570	304.104g	2.50	-2.50
73	1400.000	998.743	1000.709	2405.101	4801.858	304.104g	2.50	-2.50
74	1420.000	998.691	1000.718	2425.059	4803.147	304.104g	2.50	-2.50
75	1440.000	998.684	1000.727	2445.018	4804.436	304.104g	2.50	-2.50
76	1460.000	998.675	1000.736	2464.976	4805.724	304.104g	2.50	-2.50

77	1480.000	998.648	1000.745	2484.935	4807.013	304.104g	2.50	-2.50
78	1500.000	998.588	1000.754	2504.893	4808.301	304.104g	2.50	-2.50
79	1520.000	998.540	1000.763	2524.851	4809.590	304.104g	2.50	-2.50
80	1540.000	998.523	1000.772	2544.810	4810.878	304.104g	2.50	-2.50
81	1560.000	998.531	1000.781	2564.768	4812.167	304.104g	2.50	-2.50
82	1580.000	998.524	1000.790	2584.727	4813.455	304.104g	2.50	-2.50
83	1600.000	998.528	1000.799	2604.685	4814.744	304.104g	2.50	-2.50
84	1620.000	998.525	1000.808	2624.644	4816.032	304.104g	2.50	-2.50
85	1640.000	998.548	1000.817	2644.602	4817.321	304.104g	2.50	-2.50
86	1660.000	998.570	1000.826	2664.561	4818.609	304.104g	2.50	-2.50
87	1680.000	998.593	1000.835	2684.519	4819.898	304.104g	2.50	-2.50
88	1700.000	998.618	1000.844	2704.478	4821.186	304.104g	2.50	-2.50
89	1720.000	998.660	1000.853	2724.436	4822.475	304.104g	2.50	-2.50
90	1740.000	998.652	1000.862	2744.394	4823.763	304.104g	2.50	-2.50
91	1760.000	998.711	1000.871	2764.353	4825.052	304.104g	2.50	-2.50
92	1780.000	998.741	1000.880	2784.311	4826.341	304.104g	2.50	-2.50
93	1800.000	998.734	1000.889	2804.270	4827.629	304.104g	2.50	-2.50
94	1820.000	998.747	1000.898	2824.228	4828.918	304.104g	2.50	-2.50
95	1840.000	998.503	1000.908	2844.187	4830.206	304.104g	2.50	-2.50
96	1860.000	998.570	1000.917	2864.145	4831.495	304.104g	2.50	-2.50
97	1880.000	998.668	1000.926	2884.104	4832.783	304.104g	2.50	-2.50
98	1900.000	998.648	1000.935	2904.062	4834.072	304.104g	2.50	-2.50
99	1920.000	998.618	1000.944	2924.020	4835.360	304.104g	2.50	-2.50
100	1940.000	998.854	1000.953	2943.979	4836.649	304.104g	2.50	-2.50
101	1960.000	998.859	1000.962	2963.937	4837.937	304.104g	2.50	-2.50
102	1980.000	998.874	1000.971	2983.896	4839.226	304.104g	2.50	-2.50
103	2000.000	998.910	1000.980	3003.854	4840.514	304.104g	2.50	-2.50
104	2020.000	998.942	1000.989	3023.813	4841.803	304.104g	2.50	-2.50
105	2040.000	998.921	1000.998	3043.771	4843.091	304.104g	2.50	-2.50
106	2054.922	998.926	1001.005	3058.662	4844.053	304.104g	2.50	-2.50
107	2060.000	998.928	1001.007	3063.729	4844.386	304.266g	3.00	3.00
108	2080.000	998.907	1001.016	3083.677	4845.825	304.903g	3.00	3.00
109	2080.223	998.907	1001.016	3083.900	4845.843	304.910g	3.00	3.00
110	2100.000	998.880	1001.025	3103.618	4847.366	304.910g	2.50	-2.50
111	2120.000	998.867	1001.034	3123.558	4848.907	304.910g	2.50	-2.50
112	2140.000	998.872	1001.043	3143.499	4850.448	304.910g	2.50	-2.50
113	2160.000	998.848	1001.052	3163.439	4851.989	304.910g	2.50	-2.50
114	2180.000	998.812	1001.061	3183.380	4853.530	304.910g	2.50	-2.50
115	2200.000	998.759	1001.070	3203.321	4855.071	304.910g	2.50	-2.50
116	2220.000	998.768	1001.079	3223.261	4856.612	304.910g	2.50	-2.50
117	2240.000	998.768	1001.088	3243.202	4858.153	304.910g	2.50	-2.50
118	2260.000	998.747	1001.097	3263.142	4859.694	304.910g	2.50	-2.50

119	2280.000	998.736	1001.106	3283.083	4861.235	304.910g	2.50	-2.50
120	2300.000	998.732	1001.115	3303.023	4862.775	304.910g	2.50	-2.50
121	2320.000	998.719	1001.125	3322.964	4864.316	304.910g	2.50	-2.50
122	2340.000	998.729	1001.134	3342.904	4865.857	304.910g	2.50	-2.50
123	2360.000	998.740	1001.143	3362.845	4867.398	304.910g	2.50	-2.50
124	2380.000	998.759	1001.152	3382.786	4868.939	304.910g	2.50	-2.50
125	2400.000	998.783	1001.161	3402.726	4870.480	304.910g	2.50	-2.50
126	2420.000	998.711	1001.170	3422.667	4872.021	304.910g	2.50	-2.50
127	2440.000	998.687	1001.179	3442.607	4873.562	304.910g	2.50	-2.50
128	2460.000	998.704	1001.188	3462.548	4875.103	304.910g	2.50	-2.50
129	2480.000	998.768	1001.197	3482.488	4876.644	304.910g	2.50	-2.50
130	2500.000	998.806	1001.206	3502.429	4878.185	304.910g	2.50	-2.50
131	2520.000	998.808	1001.215	3522.369	4879.726	304.910g	2.50	-2.50
132	2540.000	998.808	1001.224	3542.310	4881.266	304.910g	2.50	-2.50
133	2560.000	998.885	1001.233	3562.250	4882.807	304.910g	2.50	-2.50
134	2580.000	998.922	1001.242	3582.191	4884.348	304.910g	2.50	-2.50
135	2600.000	998.918	1001.251	3602.132	4885.889	304.910g	2.50	-2.50
136	2620.000	998.948	1001.260	3622.072	4887.430	304.910g	2.50	-2.50
137	2640.000	998.861	1001.269	3642.013	4888.971	304.910g	2.50	-2.50
138	2660.000	999.019	1001.278	3661.953	4890.512	304.910g	2.50	-2.50
139	2680.000	999.100	1001.287	3681.894	4892.053	304.910g	2.50	-2.50
140	2700.000	999.071	1001.296	3701.834	4893.594	304.910g	2.50	-2.50
141	2720.000	999.057	1001.305	3721.775	4895.135	304.910g	2.50	-2.50
142	2740.000	998.919	1001.314	3741.715	4896.676	304.910g	2.50	-2.50
143	2760.000	998.861	1001.323	3761.656	4898.217	304.910g	2.50	-2.50
144	2780.000	999.000	1001.332	3781.597	4899.757	304.910g	2.50	-2.50
145	2800.000	998.988	1001.341	3801.537	4901.298	304.910g	2.50	-2.50
146	2820.000	998.976	1001.351	3821.478	4902.839	304.910g	2.50	-2.50
147	2840.000	998.983	1001.360	3841.418	4904.380	304.910g	2.50	-2.50
148	2860.000	998.991	1001.369	3861.359	4905.921	304.910g	2.50	-2.50
149	2880.000	999.022	1001.378	3881.299	4907.462	304.910g	2.50	-2.50
150	2900.000	999.052	1001.387	3901.240	4909.003	304.910g	2.50	-2.50
151	2920.000	999.080	1001.396	3921.180	4910.544	304.910g	2.50	-2.50
152	2940.000	999.107	1001.405	3941.121	4912.085	304.910g	2.50	-2.50
153	2960.000	999.100	1001.414	3961.062	4913.626	304.910g	2.50	-2.50
154	2980.000	999.083	1001.423	3981.002	4915.167	304.910g	2.50	-2.50
155	3000.000	999.113	1001.432	4000.943	4916.707	304.910g	2.50	-2.50
156	3020.000	999.145	1001.441	4020.883	4918.248	304.910g	2.50	-2.50
157	3040.000	999.103	1001.450	4040.824	4919.789	304.910g	2.50	-2.50
158	3060.000	999.096	1001.459	4060.764	4921.330	304.910g	2.50	-2.50
159	3080.000	999.097	1001.468	4080.705	4922.871	304.910g	2.50	-2.50
160	3100.000	999.111	1001.477	4100.645	4924.412	304.910g	2.50	-2.50

161	3120.000	999.124	1001.486	4120.586	4925.953	304.910g	2.50	-2.50
162	3140.000	999.135	1001.495	4140.526	4927.494	304.910g	2.50	-2.50
163	3160.000	999.159	1001.504	4160.467	4929.035	304.910g	2.50	-2.50
164	3180.000	999.200	1001.513	4180.408	4930.576	304.910g	2.50	-2.50
165	3200.000	999.254	1001.522	4200.348	4932.117	304.910g	2.50	-2.50
166	3220.000	999.317	1001.531	4220.289	4933.658	304.910g	2.50	-2.50
167	3240.000	999.398	1001.540	4240.229	4935.198	304.910g	2.50	-2.50
168	3260.000	999.462	1001.549	4260.170	4936.739	304.910g	2.50	-2.50
169	3280.000	999.469	1001.558	4280.110	4938.280	304.910g	2.50	-2.50
170	3300.000	999.493	1001.568	4300.051	4939.821	304.910g	2.50	-2.50
171	3320.000	999.593	1001.577	4319.991	4941.362	304.910g	2.50	-2.50
172	3340.000	999.654	1001.586	4339.932	4942.903	304.910g	2.50	-2.50
173	3360.000	999.694	1001.595	4359.873	4944.444	304.910g	2.50	-2.50
174	3380.000	999.737	1001.604	4379.813	4945.985	304.910g	2.50	-2.50
175	3400.000	999.752	1001.613	4399.754	4947.526	304.910g	2.50	-2.50
176	3420.000	999.749	1001.622	4419.694	4949.067	304.910g	2.50	-2.50
177	3440.000	999.737	1001.631	4439.635	4950.608	304.910g	2.50	-2.50
178	3460.000	999.720	1001.640	4459.575	4952.149	304.910g	2.50	-2.50
179	3480.000	999.725	1001.649	4479.516	4953.689	304.910g	2.50	-2.50
180	3500.000	999.732	1001.658	4499.456	4955.230	304.910g	2.50	-2.50
181	3520.000	999.725	1001.667	4519.397	4956.771	304.910g	2.50	-2.50
182	3540.000	999.736	1001.676	4539.337	4958.312	304.910g	2.50	-2.50
183	3560.000	999.767	1001.685	4559.278	4959.853	304.910g	2.50	-2.50
184	3580.000	999.822	1001.694	4579.219	4961.394	304.910g	2.50	-2.50
185	3600.000	999.830	1001.703	4599.159	4962.935	304.910g	2.50	-2.50
186	3620.000	999.803	1001.712	4619.100	4964.476	304.910g	2.50	-2.50
187	3640.000	999.771	1001.721	4639.040	4966.017	304.910g	2.50	-2.50
188	3660.000	999.751	1001.730	4658.981	4967.558	304.910g	2.50	-2.50
189	3680.000	999.739	1001.733	4678.921	4969.099	304.910g	2.50	-2.50
190	3700.000	999.757	1001.635	4698.862	4970.640	304.910g	2.50	-2.50
191	3720.000	999.866	1001.531	4718.802	4972.180	304.910g	2.50	-2.50
192	3740.000	999.902	1001.427	4738.743	4973.721	304.910g	2.50	-2.50
193	3760.000	999.921	1001.322	4758.684	4975.262	304.910g	2.50	-2.50
194	3780.000	999.911	1001.218	4778.624	4976.803	304.910g	2.50	-2.50
195	3800.000	999.958	1001.114	4798.565	4978.344	304.910g	2.50	-2.50
196	3820.000	999.987	1001.010	4818.505	4979.885	304.910g	2.50	-2.50
197	3840.000	999.967	1000.906	4838.446	4981.426	304.910g	2.50	-2.50
198	3860.000	999.963	1000.801	4858.386	4982.967	304.910g	2.50	-2.50
199	3880.000	999.959	1000.697	4878.327	4984.508	304.910g	2.50	-2.50
200	3900.000	999.955	1000.593	4898.267	4986.049	304.910g	2.50	-2.50
201	3920.000	999.977	1000.489	4918.208	4987.590	304.910g	2.50	-2.50

VOLUMES DES TERASSEMENTS

PK	N° PROFILS	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	FORME VOLUME	BASE VOLUME
243+000	1	0.000	0.0	96.6	60.7	14.0
243+020	2	20.000	0.0	140.1	119.6	28.0
243+040	3	40.000	0.0	110.8	128.8	28.0
243+060	4	60.000	0.0	63.9	129.2	28.0
243+080	5	80.000	0.0	27.10	128.9	28.0
243+100	6	100.000	18.9	0.5	129.5	28.0
243+120	7	120.000	43.0	0.0	136.6	28.0
243+140	8	140.000	66.4	0.0	139.6	28.0
243+160	9	160.000	84.5	0.0	142.4	28.0
243+180	10	180.000	65.4	0.0	142.4	28.0
243+200	11	200.000	96.1	0.0	142.4	28.0
243+220	12	220.000	120.4	0.0	142.4	28.0
243+240	13	240.000	172.2	0.0	142.4	28.0
243+260	14	260.000	245.6	0.0	142.4	28.0
243+280	15	280.000	299.2	0.0	142.4	28.0
243+300	16	300.000	343.6	0.0	142.4	28.0
243+320	17	320.000	321.5	0.0	142.4	28.0
243+340	18	340.000	298.6	0.0	142.4	28.0
243+360	19	360.000	297.3	0.0	142.4	28.0
243+380	20	380.000	307.1	0.0	142.4	28.0
243+400	21	400.000	316.6	0.0	142.4	28.0
243+420	22	420.000	313.6	0.0	142.4	28.0
243+440	23	440.000	307.0	0.0	142.4	28.0
243+460	24	460.000	305.6	0.0	142.4	28.0
243+480	25	480.000	308.4	0.0	142.4	28.0
243+500	26	500.000	310.3	0.0	142.4	28.0
243+520	27	520.000	282.6	0.0	142.4	28.0
243+540	28	540.000	257.4	0.0	142.4	28.0
243+560	29	560.000	243.7	0.0	142.4	28.0

243+580	30	580.000	233.6	0.0	142.4	28.0
243+600	31	600.000	223.3	0.0	142.4	28.0
243+620	32	620.000	209.7	0.0	142.4	28.0
243+640	33	640.000	194.1	0.0	142.4	28.0
243+660	34	660.000	178.5	0.0	142.4	28.0
243+680	35	680.000	157.9	0.0	142.4	28.0
243+700	36	700.000	126.3	0.0	142.4	28.0
243+720	37	720.000	130.0	0.0	142.4	28.0
243+740	38	740.000	128.0	0.0	142.4	28.0
243+760	39	760.000	130.5	0.0	142.4	28.0
243+780	40	780.000	142.5	0.0	142.4	28.0
243+800	41	800.000	160.6	0.0	142.4	28.0
243+820	42	820.000	174.2	0.0	142.4	28.0
243+840	43	840.000	184.1	0.0	142.4	28.0
243+860	44	860.000	209.0	0.0	142.4	28.0
243+880	45	880.000	221.9	0.0	142.4	28.0
243+900	46	900.000	224.6	0.0	142.4	28.0
243+920	47	920.000	218.9	0.0	142.4	28.0
243+940	48	940.000	215.7	0.0	142.4	28.0
243+960	49	960.000	213.2	0.0	142.4	28.0
243+980	50	980.000	207.6	0.0	142.4	28.0
244+000	51	1000.000	198.3	0.0	142.4	28.0
244+020	52	1020.000	201.3	0.0	142.4	28.0
244+040	53	1040.000	191.4	0.0	142.4	28.0
244+060	54	1060.000	179.8	0.0	142.4	28.0
244+080	55	1080.000	182.5	0.0	142.4	28.0
244+100	56	1100.000	210.4	0.0	142.4	28.0
244+120	57	1120.000	229.0	0.0	142.4	28.0
244+140	58	1140.000	247.3	0.0	142.4	28.0
244+160	59	1160.000	274.1	0.0	142.4	28.0
244+180	60	1180.000	288.4	0.0	142.4	28.0
244+200	61	1200.000	293.6	0.0	142.4	28.0
244+220	62	1220.000	289.9	0.0	142.4	28.0
244+240	63	1240.000	285.9	0.0	142.4	28.0
244+260	64	1260.000	282.8	0.0	142.4	28.0
244+280	65	1280.000	287.2	0.0	142.4	28.0

244+300	66	1300.000	296.1	0.0	142.4	28.0
244+320	67	1320.000	291.2	0.0	142.4	28.0
244+340	68	1340.000	276.1	0.0	139.6	28.0
244+360	69	1360.000	313.7	0.0	142.4	28.0
244+380	70	1380.000	323.2	0.0	138.6	28.0
244+400	71	1400.000	351.3	0.0	142.4	28.0
244+420	72	1420.000	347.2	0.0	140.3	28.0
244+440	73	1440.000	358.5	0.0	141.1	28.0
244+460	74	1460.000	375.9	0.0	142.4	28.0
244+480	75	1480.000	390.6	0.0	142.4	28.0
244+500	76	1500.000	404.6	0.0	142.4	28.0
244+520	77	1520.000	414.9	0.0	142.4	28.0
244+540	78	1540.000	417.4	0.0	141.4	28.0
244+560	79	1560.000	402.4	0.0	137.8	28.0
244+580	80	1580.000	399.3	0.0	136.6	28.0
244+600	81	1600.000	427.1	0.0	140.0	28.0
244+620	82	1620.000	447.8	0.0	142.4	28.0
244+640	83	1640.000	445.4	0.0	142.4	28.0
244+660	84	1660.000	442.7	0.0	142.4	28.0
244+680	85	1680.000	447.9	0.0	142.4	28.0
244+700	86	1700.000	443.7	0.0	142.4	28.0
244+720	87	1720.000	432.3	0.0	142.4	28.0
244+740	88	1740.000	424.7	0.0	142.4	28.0
244+760	89	1760.000	416.2	0.0	142.4	28.0
244+780	90	1780.000	406.9	0.0	142.4	28.0
244+800	91	1800.000	408.3	0.0	142.4	28.0
244+820	92	1820.000	405.7	0.0	142.4	28.0
244+840	93	1840.000	483.1	0.0	142.4	28.0
244+860	94	1860.000	454.5	0.0	142.4	28.0
244+880	95	1880.000	433.8	0.0	142.4	28.0
244+900	96	1900.000	440.2	0.0	141.9	28.0
244+920	97	1920.000	434.0	0.0	139.1	28.0
244+940	98	1940.000	396.8	0.0	142.4	28.0
244+960	99	1960.000	388.7	0.0	142.4	28.0
244+980	100	1980.000	381.0	0.0	142.4	28.0
245+000	101	2000.000	371.2	0.0	142.4	28.0

245+020	102	2020.000	366.4	0.0	142.4	28.0
245+040	103	2040.000	372.8	0.0	142.4	28.0
245+060	104	2060.000	378.4	0.0	142.4	28.0
245+080	105	2080.000	388.0	0.0	142.4	28.0
245+100	106	2100.000	401.9	0.0	142.4	28.0
245+120	107	2120.000	403.3	0.0	142.4	28.0
245+140	108	2140.000	399.9	0.0	140.4	28.0
245+160	109	2160.000	387.7	0.0	137.1	28.0
245+180	110	2180.000	411.2	0.0	138.0	28.0
245+200	111	2200.000	438.1	0.0	140.3	28.0
245+220	112	2220.000	466.1	0.0	142.4	28.0
245+240	113	2240.000	469.1	0.0	142.4	28.0
245+260	114	2260.000	475.9	0.0	142.4	28.0
245+280	115	2280.000	481.5	0.0	142.4	28.0
245+300	116	2300.000	485.4	0.0	142.4	28.0
245+320	117	2320.000	489.8	0.0	142.4	28.0
245+340	118	2340.000	484.1	0.0	141.4	28.0
245+360	119	2360.000	462.1	0.0	138.6	28.0
245+380	120	2380.000	458.4	0.0	138.9	28.0
245+400	121	2400.000	483.6	0.0	142.1	28.0
245+420	122	2420.000	511.3	0.0	142.3	28.0
245+440	123	2440.000	519.0	0.0	142.4	28.0
245+460	124	2460.000	519.3	0.0	142.4	28.0
245+480	125	2480.000	509.8	0.0	142.4	28.0
245+500	126	2500.000	502.1	0.0	142.3	28.0
245+520	127	2520.000	484.2	0.0	141.8	28.0
245+540	128	2540.000	475.1	0.0	142.4	28.0
245+560	129	2560.000	467.7	0.0	142.4	28.0
245+580	130	2580.000	465.8	0.0	142.4	28.0
245+600	131	2600.000	453.7	0.0	141.3	28.0
245+620	132	2620.000	416.0	0.0	137.2	28.0
245+640	133	2640.000	445.6	0.0	137.6	28.0
245+660	134	2660.000	448.5	0.0	140.1	28.0
245+680	135	2680.000	433.3	0.0	142.2	28.0
245+700	136	2700.000	434.6	0.0	141.8	28.0
245+720	137	2720.000	434.7	0.0	141.5	28.0

245+740	138	2740.000	476.8	0.0	142.4	28.0
245+760	139	2760.000	504.0	0.0	142.4	28.0
245+780	140	2780.000	475.9	0.0	142.4	28.0
245+800	141	2800.000	482.9	0.0	142.4	28.0
245+820	142	2820.000	491.6	0.0	142.4	28.0
245+840	143	2840.000	491.0	0.0	142.4	28.0
245+860	144	2860.000	488.3	0.0	142.4	28.0
245+880	145	2880.000	480.4	0.0	142.4	28.0
245+900	146	2900.000	473.7	0.0	142.4	28.0
245+920	147	2920.000	468.3	0.0	142.4	28.0
245+940	148	2940.000	462.4	0.0	142.3	28.0
245+960	149	2960.000	456.4	0.0	141.7	28.0
245+980	150	2980.000	457.8	0.0	141.6	28.0
246+000	151	3000.000	454.2	0.0	141.4	28.0
246+020	152	3020.000	442.9	0.0	141.3	28.0
246+040	153	3040.000	453.8	0.0	141.0	28.0
246+060	154	3060.000	466.2	0.0	140.8	28.0
246+080	155	3080.000	467.5	0.0	140.8	28.0
246+100	156	3100.000	464.2	0.0	140.9	28.0
246+120	157	3120.000	466.7	0.0	140.9	28.0
246+140	158	3140.000	471.8	0.0	140.9	28.0
246+160	159	3160.000	463.3	0.0	140.7	28.0
246+180	160	3180.000	450.1	0.0	140.5	28.0
246+200	161	3200.000	436.6	0.0	140.3	28.0
246+220	162	3220.000	427.1	0.0	140.6	28.0
246+240	163	3240.000	407.0	0.0	141.0	28.0
246+260	164	3260.000	393.9	0.0	141.2	28.0
246+280	165	3280.000	391.3	0.0	141.0	28.0
246+300	166	3300.000	381.3	0.0	140.7	28.0
246+320	167	3320.000	360.1	0.0	140.7	28.0
246+340	168	3340.000	336.9	0.0	141.1	28.0
246+360	169	3360.000	321.9	0.0	141.4	28.0
246+380	170	3380.000	316.7	0.0	141.8	28.0
246+400	171	3400.000	312.3	0.0	142.3	28.0
246+420	172	3420.000	321.1	0.0	142.3	28.0
246+440	173	3440.000	318.1	0.0	140.2	28.0

246+460	174	3460.000	306.2	0.0	136.2	28.0
246+480	175	3480.000	311.0	0.0	137.3	28.0
246+500	176	3500.000	321.2	0.0	140.5	28.0
246+520	177	3520.000	320.6	0.0	140.3	28.0
246+540	178	3540.000	319.1	0.0	140.2	28.0
246+560	179	3560.000	317.5	0.0	140.0	28.0
246+580	180	3580.000	304.6	0.0	137.6	28.0
246+600	181	3600.000	284.0	0.0	134.6	28.0
246+620	182	3620.000	274.2	0.0	128.1	28.0
246+640	183	3640.000	291.0	0.0	133.6	28.0
246+660	184	3660.000	305.3	0.0	135.1	28.0
246+680	185	3680.000	317.6	0.0	136.2	28.0
246+700	186	3700.000	294.2	0.0	137.8	28.0
246+720	187	3720.000	255.2	0.0	140.2	28.0
246+740	188	3740.000	208.7	0.0	142.4	28.0
246+760	189	3760.000	174.0	0.0	140.7	28.0
246+780	190	3780.000	139.1	0.0	139.6	28.0
246+800	191	3800.000	99.8	0.0	142.4	28.0
246+820	192	3820.000	63.5	0.0	142.4	28.0
246+840	193	3840.000	37.8	0.0	142.4	28.0
246+860	194	3860.000	11.4	0.1	142.4	28.0
246+880	195	3880.000	0.0	16.5	142.3	28.0
246+900	196	3900.000	0.0	44.9	140.9	28.0
246+920	197	3920.000	0.0	71.9	137.6	28.0
246+940	198	3940.000	0.0	105.4	133.1	28.0
246+960	199	3960.000	0.0	131.1	126.6	28.0
246+980	200	3980.000	0.0	141.0	110.9	26.6
246+980	201	3997.966	0.0	78.6	52.3	12.6
total			63 960	1 002	28 000	5 569