

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure des
Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

*Pour l'Obtention du Diplôme
d'Ingénieur d'Etat des Travaux Publics*

Thème

*Etude en APD de dédoublement de La RN
24 entre DELLY et la limite est de la Wilaya de
BOUMERDES sur 11 KM avec conception de
deux carrefours*

Proposé par : BET HANDASSA_ROUTE

Encadré par: Présenté par :

Mr.: BENAMAR BRAHIM

-MAIZA Rabie

- SALAMAT Ben saad

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr : **BENAMAR BRAHIM**, pour ses appréciations compétentes, ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nous remercions vivement nos familles **MAIZA** et **SALAMAT** pour leur aide matérielle et morale durant toute la période de préparation.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers tous les Enseignants et le personnel administratif de l'ENSTP qui ont contribué à notre formation et à l'élaboration de ce présent travail

Mr : **KARA Benchohra**.

Mr : **BOULARAK Moukhter**.

Nous remercions tous les personnels de l'école, à toute notre promotion pour tous les bons moments qu'on a passés ensemble.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail. Et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

MERCI



الإهداء



والصلاة والسلام على أشرف المرسلين محمد بن عبد الله

خاتم الأنبياء والمرسلين أما بعد

أهدي هذا العمل المتواضع.

إلى التي تعبت وربت وسهرت الليالي إلى أعلى شيء في الوجود

إلى أحب شخص في هذه الدنيا بعد الله ورسوله.

إلى أُمي الحبيبة.

التي فرحت دوماً لنجاحي وسعادتي. أسأل الله أن يطيل عمرها لكي أُرِدَ جزءاً من خيرها

إلى أعظم الرجال صبراً إلى الذي جعل مني رجلاً إلى الذي أفنى عمره من أجل راحتي ودراستي

إلى أبي الغالي.

✓ إلى من جمعهم معي ظلمة الرحم إلى من يعيش في كل وجودهم أُملي إلى إخوتي و أخواتي .

✓ إلى كل الذين عرفتهم في مشوار دراستي إلى كل أصدقائي

✓ إلى كل من أعاننا في إنجاز هذا العمل المتواضع.

إليك أنت أيها القارئ

إن الذين نحبهم ونعزهم مكانتهم ليست بين الأسطر والصفحات، لأن مقامهم أجل وأعلى فالقلب سكنهم

والذكرى ذكراهم، والفؤاد لن ينساهم.

سلامات



بن سعد



SOMMAIRE

Page

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE(I) : PRESENTATION GENERALE

1. Introduction.	01
2. Objet de projet.....	01
3. Historique.	01
4. Géographie.	02
5. Climatologie.....	02
6. Description du projet.....	03
7. Problématique et justification du projet.....	05
8. Aspecte actuel de plat forme et chaussée.....	06

CHAPITRE(II) :LE CHOIX DU FUSEAU DE LA VARIANTE RETENUE POUR L4APD

1. Introduction.	07
2. Contexte général	07
3. Présentation des variantes.....	07
4. Analyse de la route existante	08
5. La variante retenue.	13

CHAPITRE(III) : ENVIRONNEMENT ET CATEGORIE DE LA ROUTE

1. Introduction	14
2. Relief traversé et environnement général	14
3. Catégorie de la route et vitesse de base	16

CHAPITRE(IV) : ETUDE DE TRAFIC

1. Introduction.....	17
2. Détermination de nombre des voies.....	17
3. Année de saturation	20

CHAPITRE(V) : TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG

1. Introduction.....	21
2. Les valeurs limites des caractéristiques planes et longitudinales	21
3. Recommandation	22
4. Principes généraux	22
5. Coordination de tracé en plan et profil en long.....	24
6. Les éléments géométriques du tracé en plan.....	24
7. Variation du dévers.....	27
8. Raccordement du profil en long.....	28

CHAPITRE(VI) DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1.Introduction.	31
2. Paramètres pris en compte pour le dimensionnement.....	32
3. Les principales méthodes de dimensionnement.....	34
5. Application au projet	36
4. Vérification fatigue de structure.	40
5.Conclusion.	42

CHAPITRE(VII) PROFIL EN TRAVERS

1. Introduction.	43
2. Profil en travers type et profil en travers courant	43
3. Définition et géométrie	44
4. En section courante	45
5. Cas de haut remblai	45
6. Surlargeur en courbe.....	46
7. Conclusion	46

CHAPITRE(VIII) : ASSAINISSEMENT

1. Introduction.	47
2. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques.	48

CHAPITRE(IX) : ETUDE GEOTECHNIQUE

1. Introduction.	59
2. Les moyens de reconnaissance	593.
Condition d'utilisation de sol en remblai	67

CHAPITRE(X) : CUBATURES

1. Introduction	69
2. Cubature des terrassements	69
3. Méthode utilisée	69
4. Méthode classique	71

CHAPITRE(XI) : CARREFOUR

1. Introduction.	72
2. Les différents Types des carrefours plans	72
3. Principaux critères de choix	74
4. Données utiles à l'aménagement d'un carrefour	75
5. Principes généraux d'aménagement d'un carrefour giratoire.....	75
6. Choix de type de carrefour.	77

1^{ER} PARTIE**SIGNALISATION**

1.Généralité.....	83
2. But de signalisation.....	83
3.Catégorie de signalisation.....	84
4.Règle à respecter pour signalisation.	84
5.Type de signalisation.	84
6.Modulation des lignes discontinue.	87
7.Les signaux routiers utilisés dans le projet.	88

2^{EME} PARTIE**ECLAIRAGE**

1.Introduction.....	91
2.Catégories d'éclairage.....	91
3.Paramètres de l'implantation des luminaires.	91
4. Application au projet.	92

1. Etude d'environnement d'un projet routier	93
--	----

 Devis quantitatif et estimatif

 Conclusion générale

 Bibliographie

INTRODUCTION :

A la fin de notre formation qui a durée cinq années, l'élève ingénieur est chargé d'élaborer un projet technique de fin d'étude dans l'une des filières enseigné à l'école

Au cours de ce travail, l'élève ingénieur est appelé à appliquer les connaissances théoriques acquises et il se met face aux problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers.

Il s'agit donc pour l'élève ingénieur à partir de ce stage de rentrer en contact avec la réalité du métier, afin d'apprendre cette profession et d'enrichir ces connaissances dans ce domaine.

Notre sujet a été proposé par La DTP de la wilaya de BOUMERDES, il s'agit d'une « **Etude en A.P.D de dédoublement de la RN24 sur une extension de 11km avec conception de deux carrefours** ».

1. Introduction:

Notre projet se situe dans une zone géographique stratégique, il relie entre la limite est de la WILAYADE BOUMERDES et la ville de Dellys. Cette dernière, passe par un mouvement remarquable aujourd'hui, Pour cela, la DTP de la Wilaya de BOUMERDES a lancé une étude en avant projet détaillé d'un dédoublement de la RN24 sur 11 Kms environ.

2. objet de projet:

Notre projet consiste à étudier en phase d'APD (avant projet détaillé) le dédoublement de la RN24 sur une longueur d'environ de 11 kms.

Dans la présente étude, on cherche de disposer d'une infrastructure offrant une capacité suffisante pour répondre à la demande actuelle de transport, et aussi de Réduire le temps parcouru et de nombre d'accidents par l'amélioration de la catégorie de la route.

3. Historique :

Dellys, ville millénaire, demeure un témoin de plusieurs civilisations qui se sont succédé en Algérie. Dellys a été numide, romaine, arabe, ottomane, française, puis après l'indépendance Algérienne comme toutes les villes du pays, en 1962. Tidéles à l'origine, Rusuccurus du temps des carthaginois, Adyma à l'ère romaine et Dellys aujourd'hui.

Le quartier de la casbah reflète clairement ce brassage avec ses styles urbanistiques. La casbah de Dellys, fondée en 1068, serait la plus ancienne des villes algériennes. En 1844, lors de l'occupation française, ce quartier, comme toute l'agglomération d'ailleurs, a été coupé en deux par la route nationale 24. Beaucoup de traces sont présentes après le séisme du 21 mai 2003, qui avait dévasté toute la région de Boumerdès et ses périphéries immédiates ou éloignées, Dellys n'est évidemment pas épargnée au point où tout ce site, classé patrimoine mondial, est réduit quasiment en ruines. Ce n'est qu'à la fin de l'année 2007 qu'un décret portant création et définition de la zone protégée de la casbah de Dellys a été émis. Les travaux de restauration du site ont débuté, précisément en janvier 2008.

4. Géographie :

Dellys est une ville côtière sur le littoral nord algérien, est un chef-lieu de commune situé à 50 km de la ville de Boumerdes, chef-lieu de wilaya. Sa superficie est de 50,6 km² à travers lesquels est disséminée une population de 29492 habitants (RGPH de 2008).



Figure.1

5. Climatologie :

-Le climat :

Le climat de la région est méditerranéen tempéré avec un hiver doux et humide et un été chaud et sec. Il règne une température moyenne de 17°C. La région bénéficie d'une pluviométrie moyenne de l'ordre de 600 mm/an.

-Le vent :

Les vents sont généralement de direction Ouest Nord-Ouest, leur vitesse peut atteindre des pointes de 120 km/h.

6. Description du projet :

Le projet débute de Mizrana (limite est de la wilaya de Boumerdes), passe par Azzawya, Afir jusqu'à la limite est de Dellys exactement au début de la liaison entre RN24 et la RN25 ou nous avons conçu un carrefour giratoire.

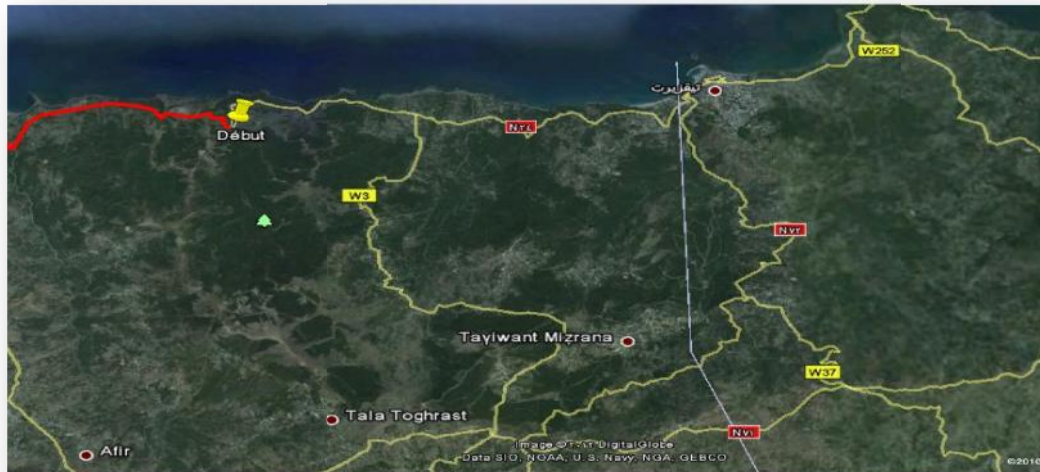


Figure.2 : Début du projet



Figure. 2. Fin du projet

❖ Topographie de la région :

Les terrains traversés sont à vocation agricole, caractérisés généralement par un relief vallonné représenté par un ensemble des collines vêtues par une couverture végétale souvent (voir figure3)



Figure.3

❖ Hydrologie :

Le réseau hydrographique de la région est constitué essentiellement par des petits ruissellements, et les oueds oubai et cel de Mizrana, compliqués par un système de talwegs et rus.

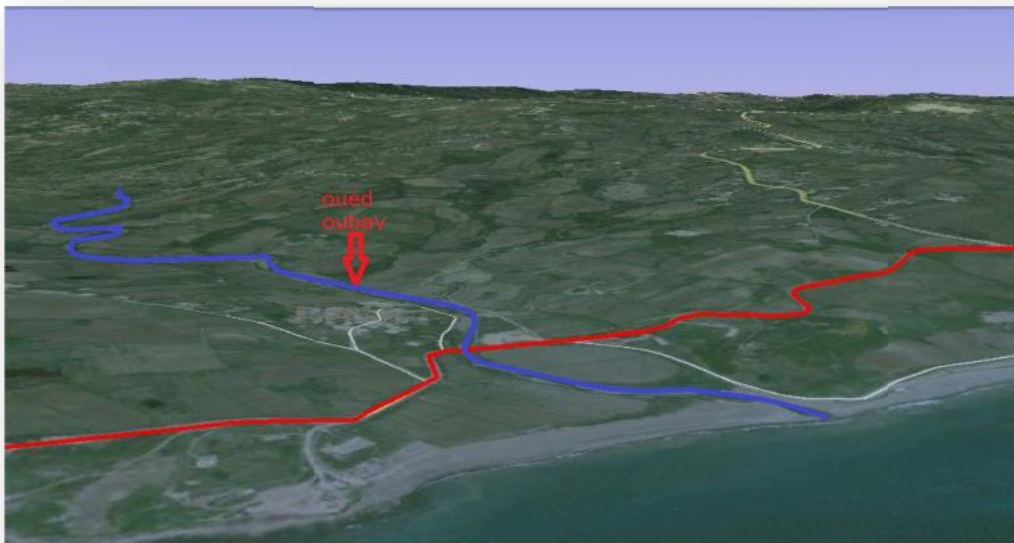


Figure.4 oued oubai

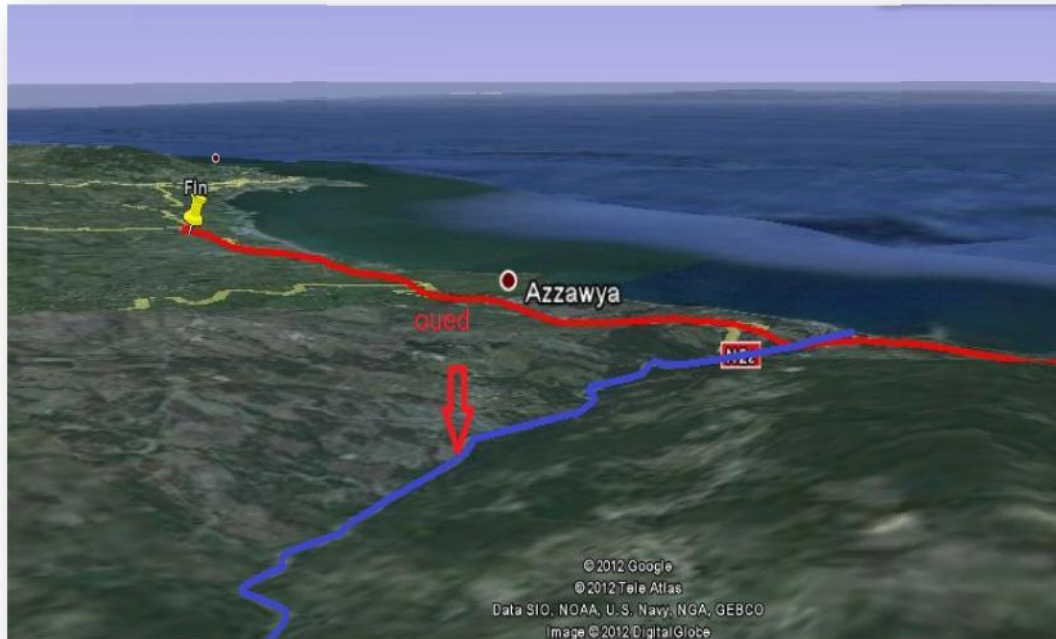


Figure.5 : ouedMizrana

7.Problématique et justification du projet :

La zone où s'inscrira le projet présente des soucis à l'administration qui a posé la réflexion de la développer en l'utilisant comme assiette à la future pénétrante qui permettra de régler la situation actuelle et en l'avenir de trafic autour de notre projet.

La RN 24 supportera un trafic éventuel très important. Le projet de dédoublement a été dégagé par l'administration afin d'éviter des points d'embouteillage éventuel à l'avenir le long du notre tronçon routier.

En plus, ce projet aura un rôle primordiale dans le processus de développement économique, architectural et touristique du pays en et cette zone en particulier.

Autre résultats peuvent justifier la nécessité du projet qui sont :

❖ Accidents de la circulation :

Sont dus au :

- Mauvaise visibilité.
- L'importance du trafic.

❖ Toxicité et usure du moteur :

La toxicité que provoque le moteur et l'usure de celui-ci dépendent des conditions de travail, le seuil critique est atteint lorsqu'il y'a d'une part une succession d'accélération et de Freinage et d'autre part lorsque le moteur fonctionne selon un

régime à vide, ce qui provoque un dégagement intense de fumée qui crée plusieurs problèmes.

8. Aspecteactuel de plate-forme et chaussée

Il s'agit d'une route bidirectionnelle d'une largeur de 6m avec des accotements ont une largeur variable de 1 à 1.5m chacun.

La chaussée présente des déformations superficielles ne dépassent pas 5cm ainsi que le phénomène de nids de poule qui nous amène à penser de traiter le corps de chaussée d'une manière convenable.

1. Introductoin:

La phase Avant projet sommaire consiste à analyser plus d'une variante pour but de choisir la meilleure. Certains critères doivent prendre en compte (Les contraintes de site rencontrés, Le coût du projet, les impacts sur l'environnement, la qualité de service ...).

Après cette analyse multicritère, une seule variante qui entame à **la phase APD**.

2. Contexte général :

Notre projet se situe dans une zone géographique stratégique, il relie entre la limite de la wilaya de BOUMERDES et la ville de DELLYS. Aujourd'hui, cette dernière passe par un mouvement remarquable à cause l'importance de la région.

Notre projet consiste à étudier le dédoublement de la RN24 sur une extension de 11km environ.

3. Présentation des variantes :

Nous avons fait deux variantes, dans la première, nous suivons parfaitement la routes existante sans aucune modification (varianteA), par contre, dans la deuxième nous avons essayé de suivre l'ancienne route le plus possible avec certaines rectifications de tracé éventuellement (varianteB).

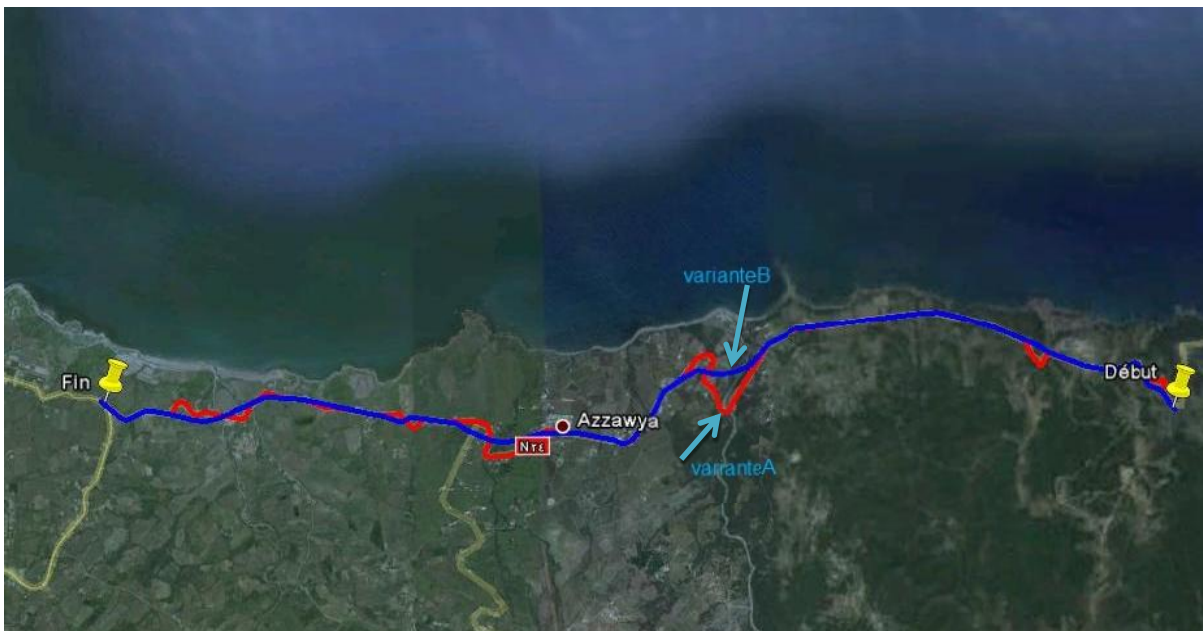


Figure-1- Variante A&B

4. Analyse de la route existante :

Avant le commencement de traiter de ce point-là, il y a lieu de signaler que l'analyse de l'ancienne route implique par conséquent d'analyser de la variante A, en outre, l'analyse de la variante B est représentée par la justification de rectification de tracé chaque fois.

Le tracé de la route actuelle peut être découpé en zones homogènes comme suit :

❖ PK0+000 au PK1+242 :

Le tracé est très sinueux comportant sept courbes. Ce tronçon pourrait être aménagé avec une vitesse de référence de 60 km/h, avec un point singulier au PK0+500 (40 Km/h).

Les modifications du tracé sont ainsi explicitées ci-dessous :

-De PK0+000 au PK0+682 :

Succession de courbe et contre courbe de rayon 45, 35, 70, 65m. Les deux premières courbes doivent être améliorées, la dernière courbe ne peut pas s'élargir à cause de la difficulté du terrain, avec la possibilité de suivre la route existante aux premiers 100m.

-De PK0+682 au PK1+242 :

Succession des virages serrés (90, 140, 130m) inférieure au rayon minimal exigé pour la vitesse de référence requise. On a rectifié le tracé au niveau de ces virages.

❖ PK1+242 au PK5+842 :

Le tracé est sinueux comportant six à sept courbes au kilomètre. Cette section peut être aménagée avec une vitesse de référence de 80 km/h. Le principe d'aménagement consiste à suivre le tracé de la route existante. Toutefois, certaines améliorations restent nécessaires pour répondre aux exigences minimales des normes à appliquer.

Les modifications apportées au tracé sont ainsi explicitées ci-dessous :

-PK1+242 au PK1+602 :

Sinuosité inutile avec succession de courbe et contre courbe de rayons 40, 35, 60, 70m sur une pente de 5%. Afin d'éviter la force centrifuge considérable résulte, nous avons placé toutes ces courbes par une courbe de rayons 550 m.

-PK4+022auPK5+322 :

Sinuosité inutile avec succession de courbe et contre-courbe de rayons compris entre 60 et 170m qui ne répondent pas aux exigences minimales des normes à appliquer.

Deux virages serrés de rayons 35 et 45m a été noté au PK4+402 et PK4+582 respectivement nécessitant une amélioration . Cette section est modifiée entièrement.

❖ PK5+842auPK10+923:

Le tracé est sinueux comportant cinq à six courbes au kilomètre et des rayons compris inférieurs à 120m. Cette section qui évolue en relief vallonné pourrait être aménagée avec une vitesse de référence de 60km/h, moyennant certaines déviations ou rectifications de tracé et l'amélioration de certains rayons en plan.

Les modifications apportées au tracé sont ainsi explicités ci-dessous :

-PK5+922auPK6+742 :

Le tracé est sinueux comportant cinq courbes supérieures à 120m et les conditions d'enchaînement du tracé n'est pas respecté.

-PK6+742auPK9+900 :

Le tracé est sinueux comportant cinq à six courbes au kilomètre. Aux PK7+172, PK8+054, PK9+322, PK9+622 des virages serrés de rayons 35, 35, 50, 40 respectivement nécessitant une amélioration. Certaines déviations ou rectifications de tracé a été proposé pour éviter la sinuosité inutile.

-Au PK9+900:

Sinuosité inutile avec succession de courbe et contre-courbe de rayons 40, 40, 45, 130, 60m sur une grande pente dépasse 9% nécessitant une amélioration pour éviter la force de dégagement latérale considérable résulte et afin de vérifier la condition de visibilité. Cette partie qui forme un point noir, doit corriger car elle est extrêmement dangereuse pour l'utilisateur.

La pente au ce niveau-là, ne peut pas être réduite à cause de ce passage difficile, tous ce que nous avons fait ici c'est l'agrandir des rayons des courbes, ce passage considéré comme un point singulier pour cette section, une plaque de signalisation (40 Km/h) peut résoudre ce problème.

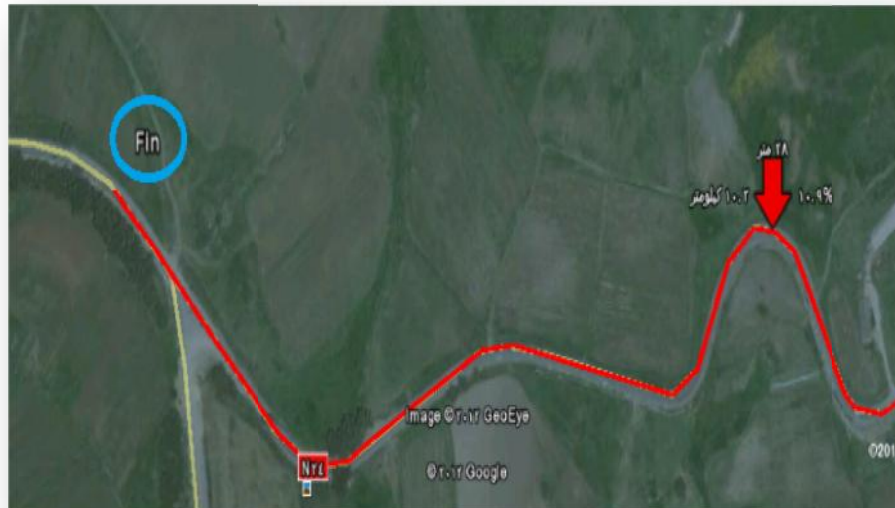
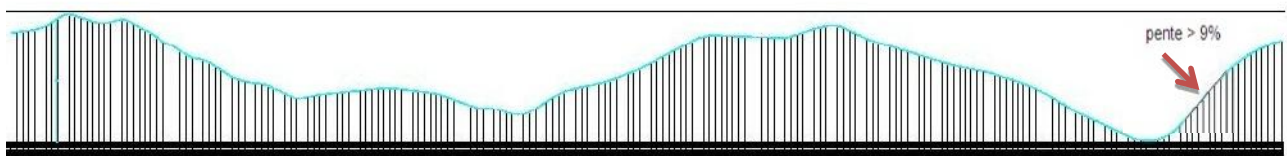


Figure2 succession des viragescompris sur une grande pente

Enprofilenlong :

Lespentes sontdel'ordrede 0.3 à5% avec unpassageayant depentesupérieure à9%auPK9+900.



Profil en long de la variante A (la route existante).

❖ Les contraintes rencontrées:

Les contraintes principales rencontrées au cours de tracé les deux variantes sont :

-Les poteaux électriques :

Il est nécessaire de déplacer certains poteaux électriques lorsque nous ne pouvons pas les éviter, en effet, des poteaux sont implantés parfaitement au bord de la route.

Poteaux électriques au bord de la route



-Les constructions :

Toutefois, la démolition de certaines constructions reste nécessaire, pour répondre certaines exigences, surtout les maisons anciennes.

Photo aérienne représente la dispersion des constructions aux bords de la route



-Les arbres :

Lors d'implantation des axes des deux variantes, des arbres doivent éliminer.

Photosreprésentes l'existence des arbres aux bords de la route



-Les champs de raisin :

Quelques champs de raisin existent environ de la route comme se paraître aux photos suivantes.



5. La variante retenue :

Après l'analyse des deux variantes, nous avons choisi la variante **B** pour des raisons suivies :

- L'existence des virages extrêmement dangereux nécessitant d'amélioration.
- Pour répondre à l'exigence des normes appliquées.
- Le confort des usagers.
- La sécurité et la qualité de service.
- Breveté de La distance (1Km environ) et de temps (par l'amélioration de catégorie de la route).
- La variante B suit la route existante de proportion de 70%.

1. Introduction :

Le choix des données de base de tout aménagement routier résulte d'un compromis entre des Considérations techniques et économiques.

Le choix d'une catégorie de route (ou d'une section homogène d'une route) qui fixe les principales caractéristiques du tracé, dépend essentiellement de l'environnement physique de la région traversée (site plat, vallonné ou montagneux), ainsi que des conditions de sécurité et de confort dynamique visées.

2. Relief traversé et environnement générale :

Le tracé de la route actuelle peut être découpé en zones homogènes comme suit :

-PK 0+00 au PK1+242 :

Le terrain est vallonné avec un passage difficile au PK 500 m,

-PK 1+242 au PK4+789:

Le terrain est plat à vallonné avec l'existence d'une végétation dense

Terrain plat à vallonné et végétation



Végétation forestière Dense au bord de la route



-PK4+789 au PK 9+407 (fin du projet) :

Le terrain est vallonné à légèrement montagneux et une couverture végétale.

Terrain très vallonné à légèrement montagneux et végétation



3. Catégorie de route-vitesse de base :

Pour l'aménagement d'une route existante comme c'est le cas de notre route, le choix de la catégorie peut être employé avec souplesse, des adaptations étant possibles

tout en respectant les règles de sécurité qui doivent toujours être prises en compte parallèlement aux objectifs de fluidité et de confort.

Par ailleurs, le changement entre deux catégories à l'intérieur d'un même type de route peut intervenir à un niveau d'une modification perceptible de la topographie et de l'environnement, le respect des conditions d'enchaînement du tracé permet d'assurer de bonnes conditions de transition.

Dans le cas de la présente étude, et tenant compte des considérations topographiques, des caractéristiques géométriques existantes et des considérations économiques, la catégorie de route adoptée pour les aménagements projetés est fonction du relief.

3.i) Premier tronçon de PK 0+00 au PK1+242:

Relief vallonné avec un passage difficile : R60 correspondant à une vitesse de référence 60km/h,

3. ii) Deuxième tronçon de PK1+242 au PK4+789 :

Relief plat à vallonné : R80 correspondant à une vitesse de référence 80km/h,

3. iii) troisième tronçon de PK 4+789 au PK 9+407:

Relief vallonné à légèrement montagneux:

R60 correspondant à une vitesse de référence de 60km/h.

Les vitesses de référence proposées pour les différentes sections de la route sont les suivantes :

Vitesse de référence	PK		Longueur
	Début	Fin	
60 Km/h	0+000	1+242	1,242km
80 Km/h	1+242	4+789	3,547km
60 Km/h	4+789	9+407	4,618km

Tableau.

En traversée des agglomérations, et au niveau de deux passages difficiles signalés au chapitre IV, la vitesse de référence à prendre en compte est 40km/h.

1. Introduction :

Notre objectif est la production de l'axe de situation, il consiste à implanter ces différents éléments (alignements droits, courbes circulaires et courbes de raccordement pour les courbes dont le rayon est inférieur à R_{nd}), sur un relief topographique donné sur un fichier AutoCAD. Il comporte tous les détails de notre terrain et aussi toutes les contraintes existantes sur notre site soit naturelles ou artificielles afin de les éviter au maximum lors de l'implantation de l'axe.

Après avoir implanté l'axe en plan, on l'exporte vers le logiciel AUTOPISTE pour faire le profil en long et continuer les autres études.

Le présent chapitre présente et récapitule les principes de base des aménagements proposés, notamment les niveaux d'aménagement, les normes géométriques à appliquer et les principes généraux de conception routière.

2. Les valeurs limites des caractéristiques planes et longitudinales :

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent à assurer des conditions de confort relativement homogènes et adaptées à chaque catégorie de route, et à garantir de bonnes conditions de sécurité.

Ces objectifs de confort et de sécurité se traduisent essentiellement par les caractéristiques

géométriques minimales à respecter et par des principes d'enchaînement des éléments du tracé et des conditions de visibilité.

Pour chaque catégorie de projet de notre projet, les valeurs limites des caractéristiques planes et longitudinales qui traduisent

principalement les objectifs de confort et de sécurité sont les suivantes :

Caractéristiques \ Catégorie		Route en relief difficile	R60	R80
Vitesse de Référence (km/h)		40	60	80
Tracé en plan	Rayon minimal: R_m	40	120	240
	Rayon au dévers	250	450	650
	Rayon non déversé: R_{nd}	400	600	900
Dévers	Dévers maximal	6%	7%	7%
	Dévers minimal (%)	2.5%	2.5%	2.5%
Profil en long	Déclivité maximale	10%	7%	6%
	Rayon en angle saillant	1000	1500	3000
	Rayon en angle rentrant	1000	1500	2200

Tableau.1

Cependant l'utilisation fréquente de grands rayons de courbure peut se révéler néfaste en encourageant les usagers à pratiquer des vitesses continuellement élevées défavorables à la sécurité notamment au niveau des points particuliers.

3. Recommandations :

Il convient de:

1-

Eviter en extrémité d'alignements droits importants ($L > 1\text{ km}$) et quelle que soit la catégorie, les courbes de rayon $< 300\text{ m}$.

2-

Respecter lorsque 2 courbes se succèdent, la condition suivante concernant leurs rayons R_1 et R_2 : R_1/R_2 est compris entre $2/3$ et $3/2$ sauf si R_1 et R_2 sont supérieurs à 500 m (sauf dans des cas exceptionnels - lors de la conception, dans la présente étude le deuxième tronçon fait partie de l'exception)

3- Exclure les courbes en ovale, en C et à sommet, en revanche les courbes dites en "S" peuvent être utilisées.

- Dans le cas où l'on ne tient pas compte des valeurs minimales des rayons ($R < 120\text{ m}$), les conditions d'enchaînement 1 et 2 s'appliquent mais doivent être complétées par une indication :

Si un virage de faible rayon ($< 120\text{ m}$) fait suite à un alignement droit de moins de 500 m de longueur L , il est recommandé dans la mesure du possible de vérifier que : $R > L/4$

4. Principes généraux :

Les principes généraux de conception du tracé en plan et du profil en long sont :

4.1. En plan :

Pour des raisons économiques nous voulons signaler que nous avons essayé le plus possible d'éviter:

- ❖ Depasser la route sur les terrains agricoles.
- ❖ La démolition des constructions.
- ❖ Les sites qui posent des problèmes géologiques.
- ❖ les terrassements importants.
- ❖ Elargir autant que possible d'un seul côté, Cette démarche permet de réduire le coût de projet par garder et préserver La chaussée existante, elle permet aussi d'exécuter les travaux sans boucher la circulation.

- ❖ Le contrôle de la visibilité en approche des virages de rayon inférieurs à 250 m.
- ❖ L'amélioration de certains virages par la mise aux standards normaux des rayons de courbure en fonction des valeurs indiquées pour la vitesse de référence adoptée pour chaque section ;
- ❖ L'amélioration de certains virages de rayon inférieur à 300 m situés en extrémité d'alignements droits de longueur supérieure à 1 km en vue de répondre à la première règle d'enchaînement du tracé
- ❖ La rectification du tracé afin de tenir compte des règles d'enchaînement du tracé en mettant une bonne transition et perception de la géométrie par l'utilisateur (sauf le deuxième tronçon, par ce que si on veut d'appliquer cette règle nous allons obliger de modifier ce tronçon complètement car l'ancienne route ne respecte cette règle).
- ❖ La rectification du tracé dans le cas où la sinuosité pourrait être supprimée en tenant compte de la topographie ;
- ❖ La rectification du tracé en plan pour une amélioration de la visibilité dans les parties angereuses ou sinueuses ;
- ❖ L'amélioration en plan à l'approche des ouvrages quand ces derniers sont à reconstruire ;
- ❖ Les élargissements de la plate-forme en profil mixte seront effectués du côté des déblais au niveau des zones rocheuses.
- ❖ L'augmentation du rayon des courbes de moins de 150 m, situées en extrémité d'alignements droits de plus de 500 m (Ici, nous voulons signaler que les courbes des routes existantes en relief difficile ne pas être modifiées en l'absence d'accident).
- ❖ **Lors de l'aménagement ponctuel d'un virage**, il n'est pas toujours souhaitable d'augmenter considérablement le rayon (pour atteindre le rayon minimal de la catégorie par exemple), en particulier s'il existe un autre virage difficile en amont ou en aval, car des accidents risquent alors de s'y produire.
- ❖ La correction d'autres défauts de tracé peuvent être décidés après l'analyse des accidents si disponible.

4.2. En profil en long :

- ❖ Éviter les angles rentrants en déblai, pour éviter les bourbiers et assurer bonne évacuation d'eau.
- ❖ Chercher à faire équilibrer entre le volume de remblai et le volume de déblai.

- ❖ Eviter une hauteur excessive en remblai.
- ❖ Eviter les lignes brisées constituées par des nombreux segments de pentes voisines, et les remplacer par un cercle ou une parabole unique.
- ❖ La mise aux standards normaux des rayons en angle rentrant ou en angle saillant en fonction des valeurs indiquées pour la vitesse de référence adoptée pour chaque section ;
- ❖ La modification du profil en long dans les déclivités dépassant la valeur limite indiquée par la vitesse de référence ;
- ❖ L'écèlement des bosses afin d'améliorer les conditions de visibilité notamment à un niveau des sommets en angle saillant ;
- ❖ L'élimination des successions de points haut et bas soit par l'écèlement des bosses, soit par remblaiement des points bas si les crêtes sont formées de blocs et affleurements rocheux ;
- ❖ L'élévation du profil en long dans le passage des zones humides et inondables afin de mettre la plate-forme hors d'eau ;
- ❖ L'amélioration du profil en long à l'approche des ouvrages d'art à construire ;

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

Il est important de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long afin :

- Assurer de bonnes conditions générales de visibilité ;
- Assurer un certain confort visuel en évitant un tracé trop brisé ou discontinu ;
- Chercher à faire coïncider les sommets du tracé en plan et les courbes du profil en long ;

-

Eviter de faire coïncider le début des courbes (de rayon inférieur à 300m) avec un point haut du profil en long ;

Les deux derniers points c'est pour but d'éviter la perte de tracé.

Dans le cas de l'aménagement de routes existantes, il est généralement important de veiller à

respect de la première recommandation, les modifications importantes du profil en long sont souvent très coûteuses et leur impact sur la sécurité et le confort n'est pas toujours très élevé.

6. Les éléments géométriques du tracé en plan :

- ❖ Arc de cercle :

Pour l'aménagement des routes existantes, sous certaines conditions, des valeurs inférieures aux valeurs minimales du tableau ci-dessus peuvent être adoptées. En effet, cette notion de rayon minimal se justifie principalement pour des raisons de confort et non seulement de sécurité.

❖ L'alignement droit :

Deux courbes de même sens doivent être séparées par une longueur d'alignement droit (non compris les raccordements progressifs) au moins égale à la distance L parcourue pendant 3 secondes, à la vitesse V_{85} correspondant au plus grand des rayons des deux courbes.

Cette longueur L vaut $3 \times V_{85}$ exprimé en mètre /seconde, et L exprimé en mètre. La vitesse V_{85} peut être obtenue par le calcul fonction et abaque données au **figure 1**. Pour simplifier, dans les cas courants on peut prendre $L=75$ m, ce qui correspond à 3 secondes à 90 km/h.

La longueur maximale égale à la distance L parcourue pendant soixante secondes, à la vitesse V_B un. $L_{\max} = 60 \times V_B$ (m) soit $L_{\max} = 60 \times \frac{V_B}{3.6}$ V_B : Km/h.

Vitesse V_{85} en fonction du rayon :

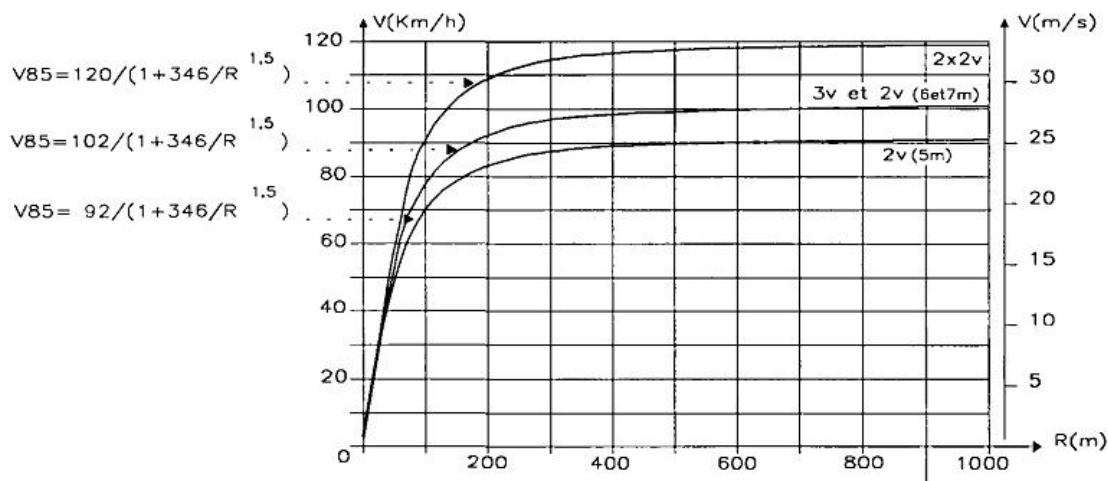


Figure.1

❖ Raccordement progressifs :

Les courbes de raccordement ne peuvent être utilisées qu'en tant que raccordement entre un alignement droit et une courbe circulaire, ou entre deux courbes circulaires de sens opposés. Ils permettent d'éviter la variation brusque de la courbe lors du passage d'un alignement à une courbe circulaire ou d'une courbe circulaire à une autre pour assurer :

- La stabilité transversale du véhicule.
 - La variation progressive des dévers, et la courbure afin de respecter les conditions de stabilité et de confort dynamique.
 - Un tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.
- Parmi les courbes de raccordement connues, nous avons choisi la clothoïde, car théoriquement c'est l'idéal et la plus utilisée, et aussi parce qu'elle a 3 propriétés remarquables qui sont :
- Variation constante de la courbure qui correspond au conducteur à une rotation constante.

Elle maintient constante la variation de l'accélération, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

- Sa courbure est proportionnelle à l'abscisse curviligne.

Le paramètre A de la clothoïde est donné par la relation suivante :

$$A^2 = L \cdot R$$

Avec $R/3 < A < R$ (pour que la condition de confort optique soit vérifiée)

Tel que :

Lc'est la longueur de la clothoïde et R le rayon de la courbe circulaire.

Donc, dans notre projet les courbes circulaires de rayon R inférieure à Rnd (courbes déversées) sont introduites par des raccordements progressifs (arcs de clothoïdes). La longueur de l'arc de clothoïde est donnée dans le cas de routes à 2x2 voies (de type R) par la formule suivante :

$$L = \text{Inf.}(12R^{0,4} ; 133)$$

(Pour vérifier la condition de confort dynamique et celle de gauchissement)

Cette longueur est une longueur minimale mais il n'est pas recommandé de recourir à des valeurs supérieures qui risquent de rendre l'appréciation de la courbe finale plus difficile pour l'utilisateur.

Pour les reliefs difficiles, il est possible de réduire ou même de supprimer le raccordement progressif.

La variation de dévers peut sans inconvénient commencer avant le début de la clothoïde éventuelle. Il faut en tout cas éviter de faire varier le dévers dans la courbe.

7. Variation du dévers

Pour une route unidirectionnelle, comme c'est le cas du présent projet, le basculement de la chaussée s'effectue autour du bord intérieur de chaque chaussée. La variation du dévers est linéaire le long du raccordement progressif.

Les courbes de rayon supérieur ou égal à R_{nd} sont généralement pas déversées vers l'intérieur du virage et conservent un profil en toit.

Les courbes de rayon compris entre R_{nd} et R_{dm} sont déversées vers l'intérieur du virage avec une pente de 2,5%.

Les courbes de rayon inférieure à R_{dm} sont déversées vers l'intérieur du virage avec une pente transversale dont la valeur est fixée par interpolation linéaire en fonction de $1/R$ entre 2,5% pour R_{dm} et 7% pour le rayon minimal R_m .

Les valeurs des dévers pour chaque catégorie de route sont données par les tableaux suivants:

Valeur de rayons	Sens du dévers	Valeur du dévers
240 m	Vers l'intérieur du virage	7%
Compris entre 240 et 650 m	Vers l'intérieur du virage	$0.13 + 1712.2 / R$
650 m	Vers l'intérieur du virage	2.5%
Compris entre 650 et 900 m	Vers l'intérieur du virage	2.5%
900 m ou plus	En toit	2.5%

Valeur de rayons	Sens du dévers	Valeur du dévers(%)
120 m	Vers l'intérieur du virage	7%
Compris entre 120 et 450 m	Vers l'intérieur du virage	$0.86 + 736.4 / R$

450 m	Vers l'intérieur du virage	2.5%
Compris entre 450 et 600 m	Vers l'intérieur du virage	2.5%
600 m ou plus	En toit	2.5%

- Catégorie R80:

- Catégorie R60

8. Raccordement de profil en long :

Le profil en long se compose d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité liés entre eux par des raccords circulaires ou paraboliques caractérisés par leur rayon, afin d'assurer le confort dynamique et de confort visuel.

Les paramètres géométriques du profil en long doivent respecter les caractéristiques limites indiquées dans le **tableau.1**.

En angle saillant, ces valeurs minimales ne suffisent pas toujours à assurer les conditions de sécurité, autre conditions qui doivent être prise en compte, peuvent conduire à adopter des rayons supérieurs à ceux qui sont préconisés.

8.1. Raccordements convexes (angle saillant) :

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

Leur conception doit satisfaire à la condition de :

- confort.
- visibilité.

❖ Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à « g /40

(Cat 1-2), le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$\frac{V_R^2}{RV} < \frac{g}{40} \quad \text{Avec } g= 10 \text{ m/s}^2 \text{ et } V=V/3.6$$

D'où :

$$R_{V\min} = 0.3 V_r^2 \text{ pour notre cas.}$$

Tel que :

R_v : c'est le rayon vertical (m).

V : vitesse de référence (km /h).

❖ Condition de visibilité :

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante.

Il faut 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 :

$$R^V \geq \frac{d^2}{2(h_a + h_g + 2 \times \sqrt{h_a h_g})}$$

d : Distance de visibilité nécessaire (m)

h_a : Hauteur de l'œil au-dessus de la chaussée = 1.10 m

h_g : Hauteur de l'obstacle = 1.20 m

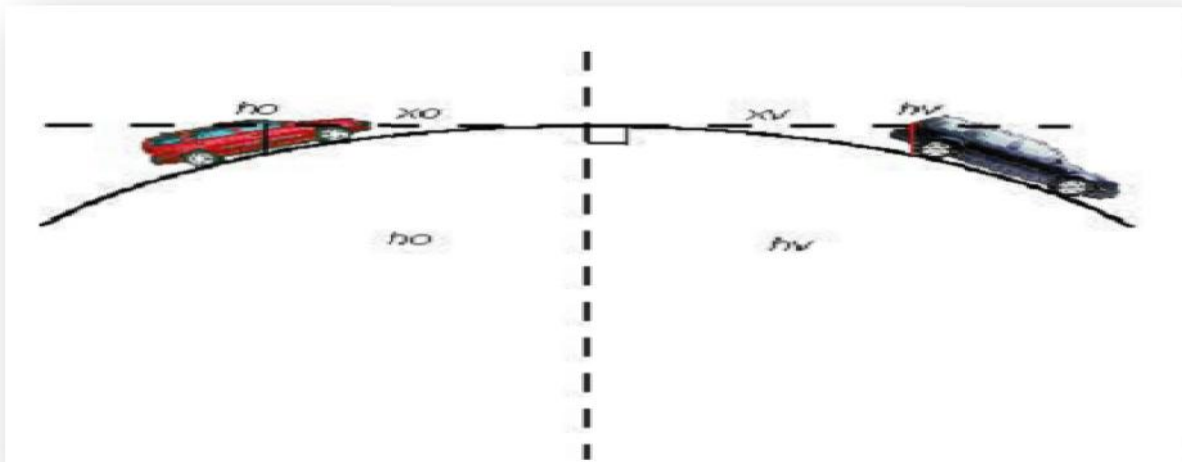


Figure.2 .visibilité en raccordement convexes

Les rayons assurant ces deux conditions sont donnés dans les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle, une vitesse de base ($V_r=60\text{Km/h}$, $V_r=80\text{ Km/h}$)

8.2. Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

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

d_1 : distance de visibilité= distance d'arrêt

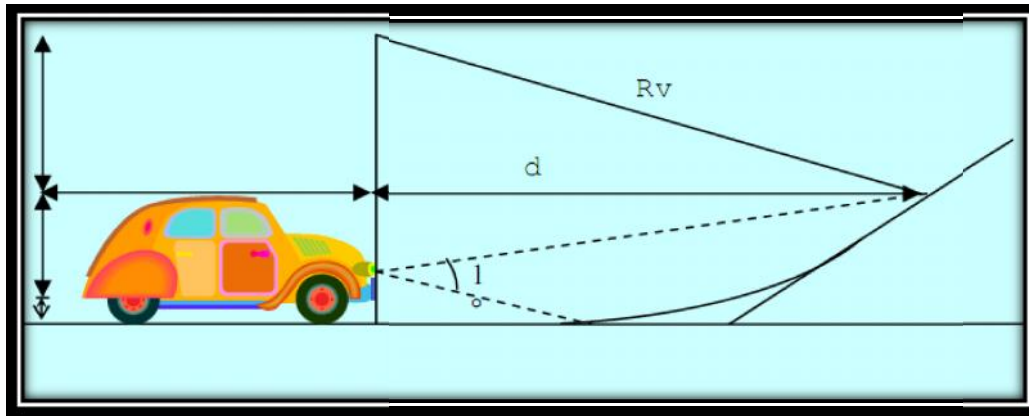


Figure.3.visibilité en raccordement concaves

Tableau des normes B40

Vitesse	V_B	80	60	40	km/h
Temps de perception réaction	t_1	2	2	2	S
Distance de freinage	d_0	65	34	14	m
Distance d'arrêt	d_1	109	67	36	m
Distance de visibilité de dépassement minimale	d_m	320	240	160	m
Distance de visibilité de dépassement normale	D_n	480	360	240	m
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	d_{Md}	200	120	70	m



Profil en long de la variante retenue (variante B).

1. Introduction :

L'obtention d'un bon projet routier, toujours reste liée à la bonne implantation de l'axe en plan de la route, mais, notre tâche ne se termine pas ici, Autre critère peut juger à l'aptitude de notre étude, c'est la qualité des caractéristiques mécaniques que la route peut les offrir afin résister 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.).

Dans le présent chapitre nous allons dimensionner le corps de chaussée de notre route (choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et déterminer les épaisseurs des différentes couches).

Le dimensionnement se fait en fonction des critères suivants :

- ❖ Le trafic
- ❖ La durée de vie.
- ❖ La qualité de la plate-forme support de chaussée.
- ❖ Les caractéristiques des matériaux constitutifs.
- ❖ La qualité de la réalisation.
- ❖ Les conditions climatiques.

Préambule :

La chaussée se présente comme une structure multicouche mise en œuvre sur un ensemble appelé plate forme support de chaussée constituée du sol tassé, dit sol support, le plus souvent surmonté d'une couche de forme.

Il y a trois types de chaussée, chaussée rigide, semi-rigide, et souple (**figure 2**), dans la présente étude nous ne parlons plus de deux premiers types, tout ce que nous intéressent c'est la chaussée souple, cette dernière est constituée de deux éléments constructifs :

- les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissent des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

Au sens structure une chaussée est l'ensemble des couches des matériaux superposées et mise en œuvre de façon à permettre la reprise des charges extérieures. Une coupe de chaussée souple est représentée par la **figure 1**.

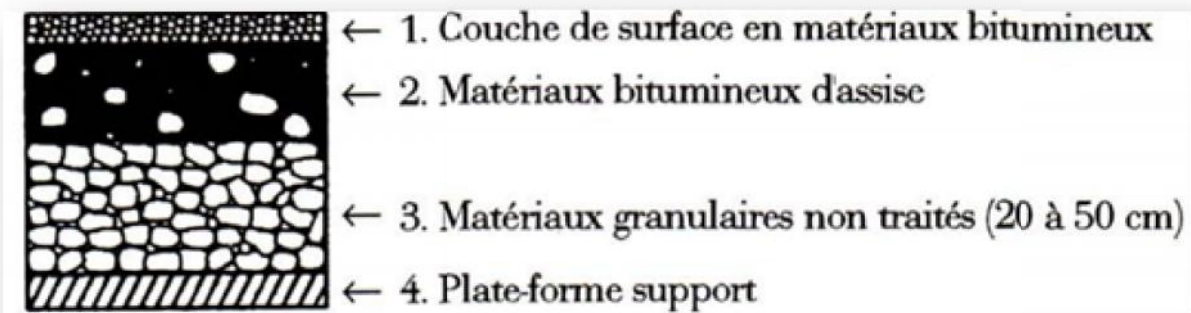


Figure 1

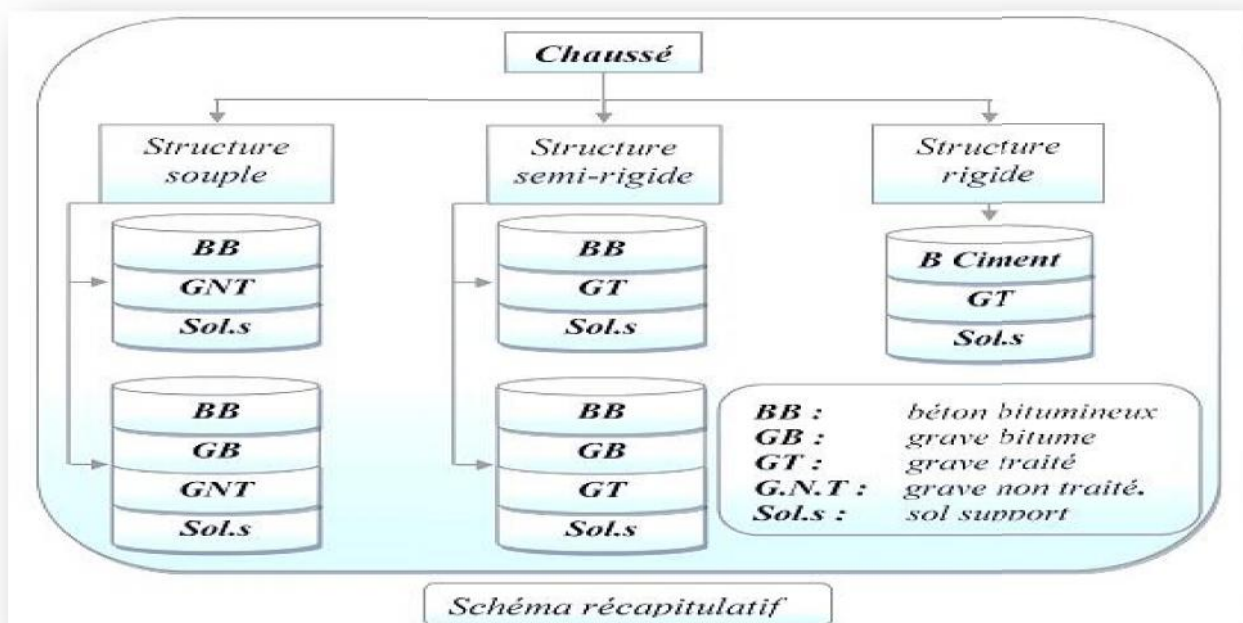


Figure 2

2. Paramètres pris en compte pour le dimensionnement :

Les critères pris en compte pour dimensionner une chaussée sont :

- Le trafic
- La durée de vie.
- La qualité de la plate-forme support de chaussée.
- Les caractéristiques des matériaux constitutifs.
- La qualité de la réalisation.
- Les conditions climatiques.

2.1. Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur à 3.5tonnes). Il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

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

- De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes ;
- De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T.A.C$$

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul.

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

τ : Taux de croissance du trafic.

p : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

2.2. Conditions climatiques.

Les conditions climatiques sont des données utilisées dans le calcul de dimensionnement des chaussées, ils se rapportent :

- La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné ;
- Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

2.3.La portance du sol support :

Toutes les couches de chaussée reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée » constitue du sol naturel terrassé, éventuellement traité, et surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates-formes sont définies à partir :

- ❖ De la nature et de l'état du sol.
- ❖ De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

2.4. Matériaux :

Les matériaux utilisés doivent résister aux sollicitations qui répétées toujours (le passage des véhicules lourds).

3. Les principales 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.

3.1. Method C.B.R (California – Bearing – Ratio):

C'est une méthode **empirique** qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié.

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:

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

Avec:

e: épaisseur équivalente.

I: indice CBR (sol support).

N: désigne le nombre journalier de poids lourd par sens.

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

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3 + c_4 \times e_4$$

Avec:

c₁, c₂, c₃, c₄ : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃, e₄: épaisseurs réelles des couches.

❖ Coefficient d'équivalence :

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

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave bitumineux	1.20
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75

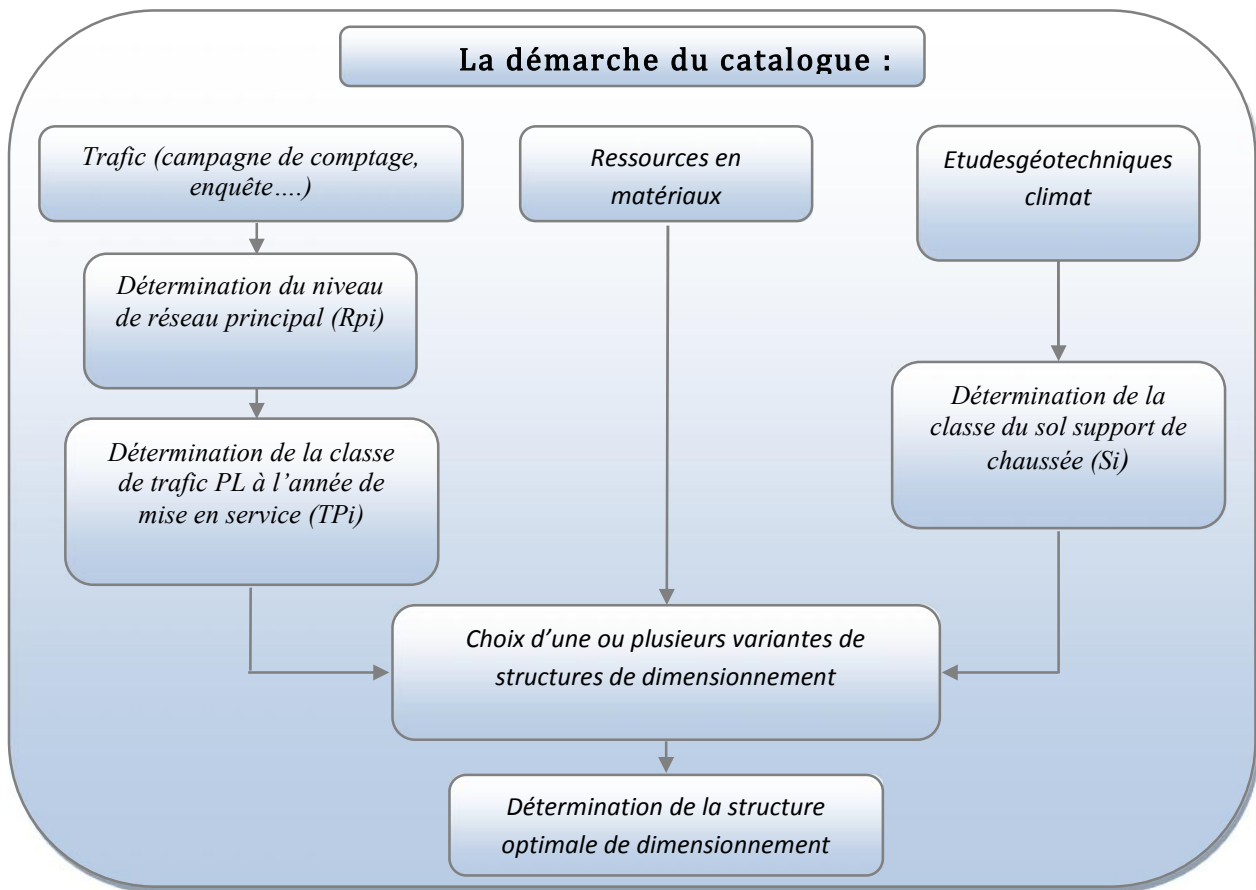
Tableau1.coefficient d'équivalence.

3.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves:

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se présente sous Forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà pré-calculées.

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

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



4. Application au projet :

❖ Choix de la méthode de dimensionnement :

On note qu'il n'existe pas actuellement une méthode universellement acceptée pour le calcul des épaisseurs de chaussées, et leurs différentes couches c'est pour quoi lors d'un choix de la méthode à appliquer, il ne faudra pas oublier que la qualité réelle de la chaussée dépend :

- ❖ De la disposition constructive adaptée à la chaussée
- ❖ De la qualité des matériaux mise en place.
- ❖ Le soin apporté à l'élaboration et à la mise en œuvre des matériaux.

On va faire un pré-dimensionnement de différentes couches avec les méthodes empiriques telles que la méthode **CBR**, ensuite, on vérifiera si la structure choisie sera apte à supporter le trafic qu'on a, en utilisant le logiciel **ALIZE** et en basant sur les théories de la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.

I- Méthode C.B.R.

Caractéristique de sol support :

L'indice de **CBR** est inférieur à **5%**, donc le sol est de faible portance (**S4**), le recours à une couche de forme devient nécessaire pour permettre la réalisation des couches de la chaussée dans des conditions acceptables.

L'utilisation d'une couche de forme en matériau naturel sélectionné permet de surclasser le sol support tassé.

On suppose une couche de forme en tout venant d'oued (TVO) de 40 cm d'épaisseur.

❖ Données de l'étude :

Année de comptage : 2011.

TJMA₂₀₁₁ = 12135 v/j

Mise en service : 2012

Durée de vie : 20 ans

Taux d'accroissement : $\tau = 3\%$

Pourcentage de poids lourds : $Z = 14\%$

CBR = 2%

❖ Détermination de N_{PL2032} :

$$TJMA_{2032} = TJMA_{2012} (1 + \tau)^{20}$$

$$= 22575 \text{ v/j}$$

$$N_{PL2032} = TJMA_{2032} \times Z \times 0.5 \times 0.9 = 1423 \text{ PL/j/sens (voie plus chargée)}$$

Donc :

$$e = \frac{100}{\left(1 + \frac{3 \times 1423}{12135} \right)^{0.5} \left(\frac{1423}{12135} \right)^{0.5} + 50 \log \frac{1}{10^2}} = 80.81 \text{ cm}$$

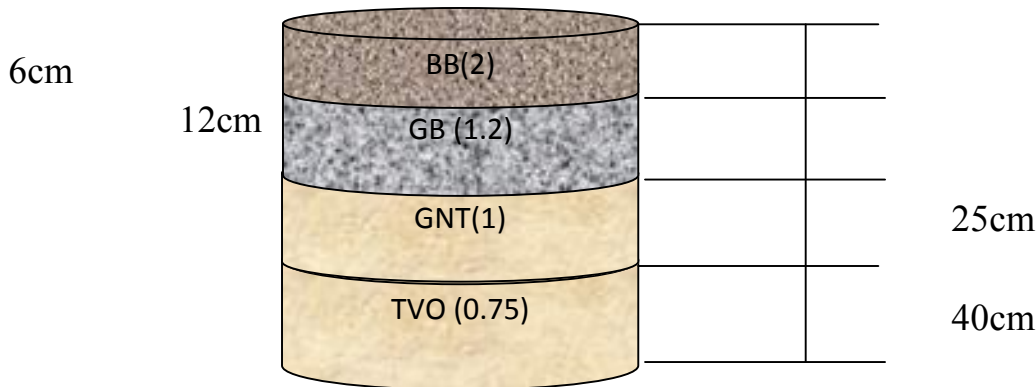
Prenons : $e = 81 \text{ cm}$

Soit le tableau ci-dessous :

Nom de la couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence	L'épaisseur de la couche
Roulement	BB	2	6
Base	GB	1,2	12
Fondation	GNT	1	?
forme	TVO	0.75	40

Donc :

$$e_3 = 81 - (2 \times 6 + 1.2 \times 12 + 0.75 \times 40) \implies e_3 = 24.6 \text{ on prendons: } e_3 = 25 \text{ cm}$$



II-La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

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

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

$$TJMA_{2012} = 12499 \text{ (V/j)}.$$

Notre axe a un $TJMA > 1500 \text{ v/j}$ qui correspond au premier réseau principal "**RP1**".

On a choisi des matériaux traités au bitume en couche de base (MTB).

❖ Classe du trafic :

Les classes de trafic (TPL_i) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre PL par jour et par sens à l'année de mise en service.

$$TJMA_{2012} = 12499 \text{ v/j}.$$

$$\tau = 3 \text{ \%}.$$

$$Z = 14 \text{ \%}.$$

$$TPL = TJMA_{2012} \times Z \times 0.5 \times 0.9 = 788 \text{ PL/j/sens}$$

Classe TPL_i pour RP1 :

TPL_i	TPL_3	TPL_4	TPL_5	TPL_6	TPL_7
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

$TPL = 788PL / j/\text{sens.} \implies$ La classe de trafic est TPL_5 .

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

Présentation des classes de portance des sols :

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S_4 à S_0 . Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

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

❖ **Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :**

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir :

S_3, S_2, S_1, S_0 . Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

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

CBR=2 donc la classes de sol support et **S4**, on surclasse le sol support à **S2** par un couche de forme de 60cm (tableau 5 page 13 catalogue de dimensionnement des chaussées neuves)

Classes de sol-support	S_3	S_2	S_1	S_0
Module (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

$$E(MPa) = 5 \times 10 = 50 \longrightarrow S2$$

❖ **Choix du corps de chaussée :**

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

Couche de roulement : BB.

Couche de base : GB.

Couche de fondation : GNT.

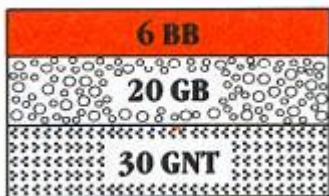
❖ Détermination de la zone climatique :

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique **I** (>600 mm/an).

❖ Choix de dimensionnement :

Avec **RP1**, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (3%), portance de sol (**S2**) et une classe de trafic (**TPL5**), le catalogue Algérien (fascicule 3) propose la structure suivante :

T_{PL} 2012 (PL/J/S)	TPL_i	S_i	Epaisseur convertie en cm+structure
788	5	S_2	6 BB + 20GB + 30GNT

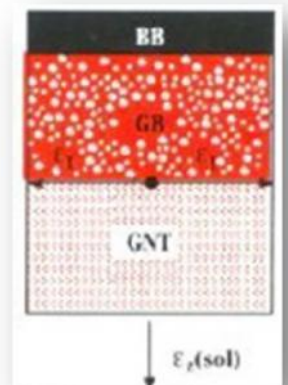


5. Vérification en fatigue des structures (la déformation longitudinale et transversale) :

Il faudra vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide d'Alize III, sont inférieurs aux valeurs admissibles calculées $\epsilon_{T,adm}$ et $\epsilon_{z,adm}$.

5.1. Calcule de la déformation admissible sur le sol support :

$$\epsilon_{z,ad} = 22.10^{-3} \times \frac{TCEi^{0.235}}{TCEi}$$



Coefficient d'agressivité : RP1 $\implies$ GB/GNT $\implies$ A=0.6

$$TCEi = TPLi \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \times 365 \times A = 4.64 \times 10^6 \text{ essieux équivalents de 13 tonnes}$$

$$\epsilon_{z,ad} = 22.10^{-3} \times TCEi^{-0.235} = 597.10^{-6}$$

5.2. Calcul de la déformation admissible $\epsilon_{t.ad}$ à la base de GB :

$$\epsilon_{t.ad} = \epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times K_{ne} \times K_\theta \times K_r \times K_c$$

Température équivalente θ_{eq} (°C)	Zone climatique		
	I et II	III	IV
	20	25	30

Matériau (MTB)	E(30°C, 10Hz) (Mpa)	E(25°, 10Hz) (Mpa)	E(20°, 10Hz) (Mpa)	E(10°, 10Hz) (Mpa)	$\epsilon_6(10^\circ, 25\text{Hz})$ (10^{-6})	-1/b	SN	Sh (cm)	ν	kc Calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0,35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3
SB	1500	-	-	3000	245	7,63	0,68	2,5	0,45	1,3

$$K_{ne} = \left(\frac{TCEi}{10^6} \right)^b = \left(\frac{4.64 \times 10^6}{10^6} \right)^{-0.146} = 0.80$$

$$K_\theta = \left(\frac{E(10^\circ\text{C}, 10\text{Hz})}{E(\theta_{eq}, 10\text{Hz})} \right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{7000} \right)^{0.5} = 1.336$$

$$K_r = 10^{-tb\delta}, \text{ avec } r = 10\%, \text{ d'où } t = -1.282$$

$$\delta = \sqrt{\left(SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh \right)^2 \right)} = \sqrt{\left(0.45^2 + \left(\frac{0.02}{0.146} \times 3 \right)^2 \right)} = 0.61$$

$$K_r = 10^{-1.282 \times 0.146 \times 0.61} = 0.77, K_c = 1.3$$

$$\text{D'où : } \epsilon_{t.ad} = 100.10^{-6} \times 0.8 \times 1.336 \times 0.77 \times 1.3 = 106,99.10^{-6}$$

Modélisation :

		Epaisseur (cm)	Module (Mpa)	Coef de poisson ν
Couche de roulement	de	6 BB	4000	0.35
Couche de base		20 GB	7000	0.35
Couche de fondation	de	15GNT	312.5	0.25
		15GNT	125	0.25
Sol support		sol	50	0.35

42

1. Introduction:

Après les études du tracé en plan et du tracé en long, maintenant, il faut passer à un autre élément très important, c'est le Profil en travers.

2. Profil en travers type et profil en travers courant:

2.1. Le Profil en travers type:

Le profil en travers type est une pièce de base des routes nouvelles ou l'aménagement d'une route existante, elle représente théoriquement une section transversale dans le corps de chaussée.

Le profil en travers type contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en déblai, en remblai).

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

On établit un profil unique généralement à l'échelle 1/50 pour l'ensemble du projet contenant toutes les dimensions et tous les détails constructif (largeurs des voies, chaussées, autres bandes, pentes de surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux, etc....).

2.2. Le Profil en travers courant:

Le profil en travers courant a les mêmes caractéristique du profil en travers type seulement en respecte la variation du cote du terrain naturel et la cote de projet (donnée par ligne rouge), le chemin présente un profil courant à chaque 20m.

Il est levé perpendiculairement à l'axe de la route et dessiné à l'échelle 1/100; il contient comme indication l'altitude du terrain et celle de la chaussée finie, dans l'axe de la route.

L'échelle en hauteur est la même que celle en longueur pour conserver les vrais pentes aux talus.

Pour notre projet les profils en travers sont présentés dans les planches.

3. Définition et géométrie:

En se basant sur les normes françaises "Aménagement des Routes Principales SETRA 1994", les caractéristiques du profil en travers sont rappelées ci-dessous:

- ❖ La chaussée: c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules.
- ❖ La bande dérasée de gauche (B.D.G.) est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche en respectant les règles de visibilité. Elle se dégage de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation.
- ❖ La Bande médiane sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à fixer certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux)
- ❖ Le Terre-plein Central (T.P.C.) assure la séparation matérielle des deux sens de circulation.
- ❖ L'accotement: sont des zones latérales de la plate forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés. Ils comportent généralement les éléments suivants :
 - Une bande de guidage
 - Une bande d'arrêt
 - Une berme extérieure
- ❖ Le fossé : C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluie.

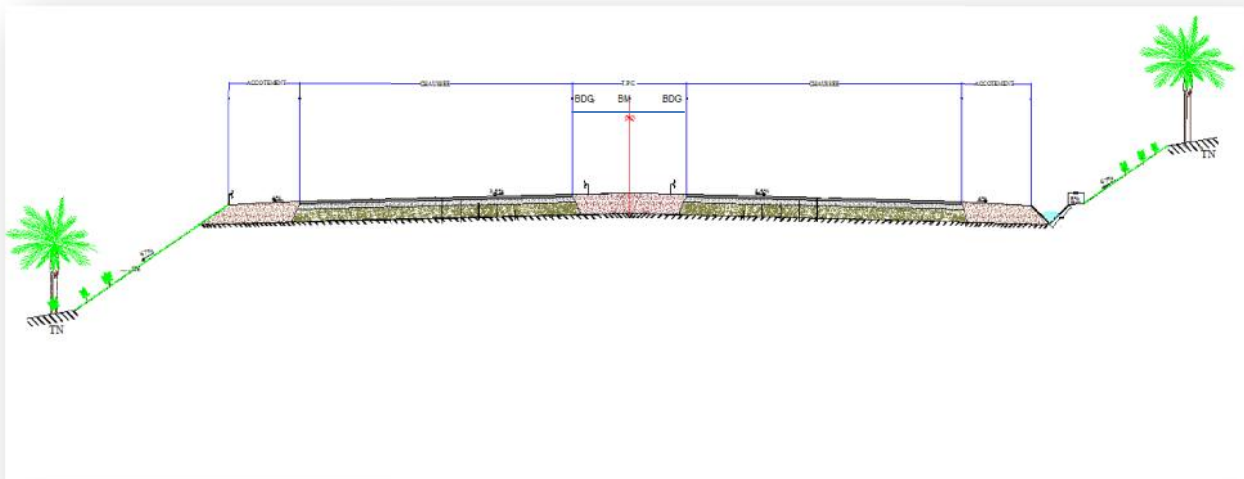


Figure 1

4. En section courante:

Le profil en travers type adopté de 2x2 voies est composé de:

- ❖ Deux axes de circulation de 7,0 m dans chaque sens, chacun doté de deux voies de circulation avec 3,5 m de large;
- ❖ Le Terre-plein Central (T.P.C.) : 3 m de large, qui est issu de la largeur de ses éléments constitutifs: deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.
- ❖ La bande dérasée de gauche (B.D.G.) : Sa largeur est de 0.5 m pour chaque sens.
- ❖ La Bande médiane: elle fait 2 m de large.
- ❖ L'accotement : il vaut 1.5 m, (il comporte une berme de 1 m dans le cas de haut remblai).

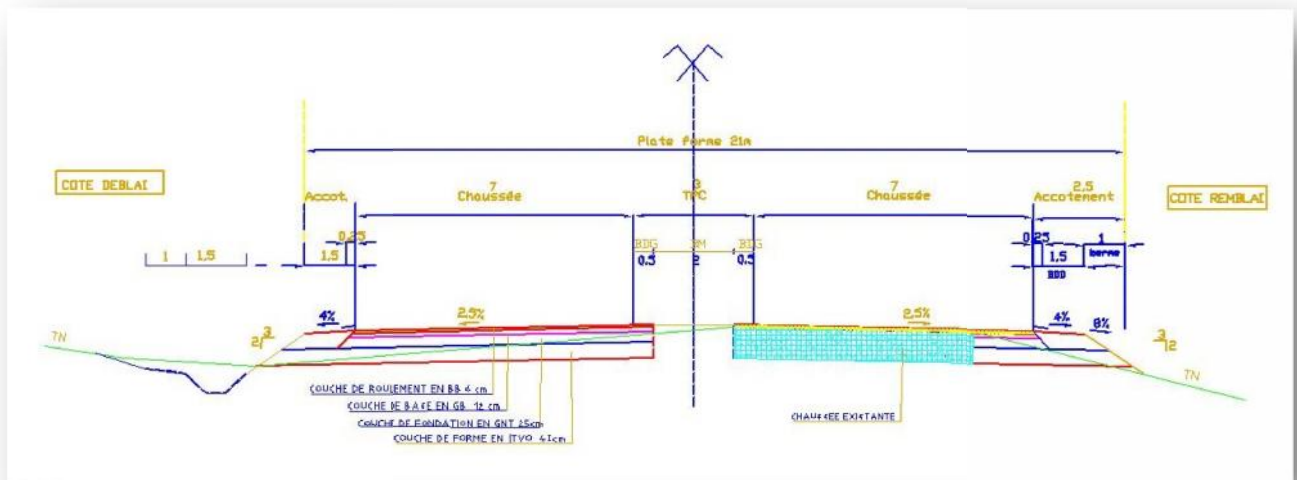


Figure 2

5. Hauts remblais ($H \geq 4m$):

L'aménagement d'une berme de largeur 1m qui supportera le dispositif de retenue (Glissière de sécurité) ;

La réalisation de bordures caniveaux permettant la collecte des ruissellements de la plateforme pour les diriger par la suite vers les descentes d'eau.

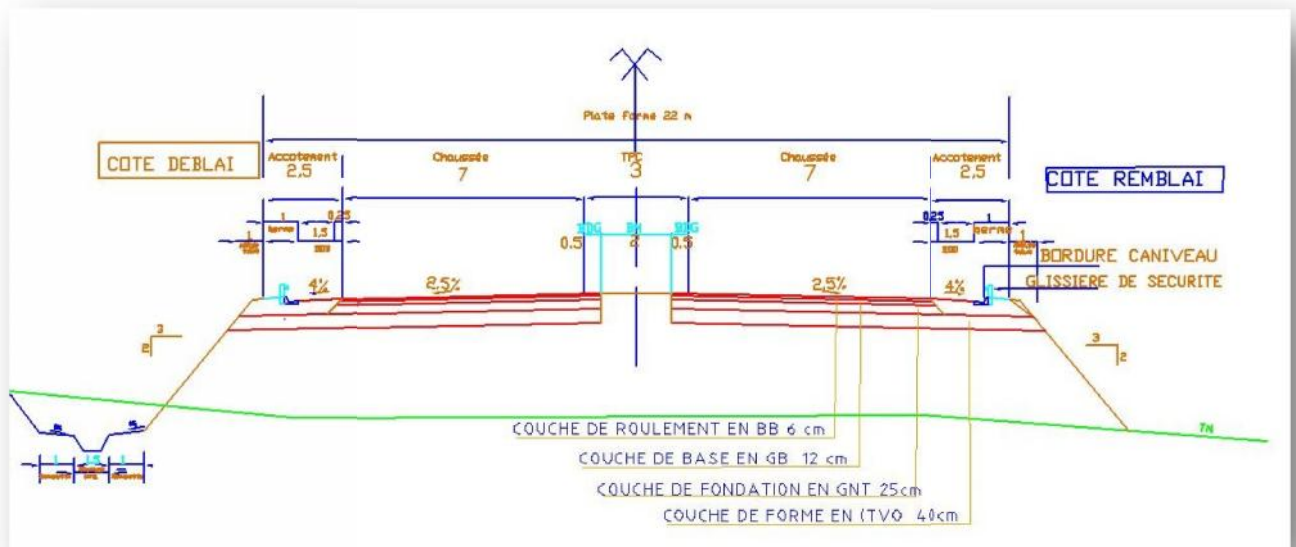


Figure 3

6. Surlargeur en courbe:

Dans le cas des courbes de rayon inférieur à 200m, une surlargeur est introduite dans les virages, cette surlargeur $S(R)$ vaut par voie de circulation :

$$S(R) = 50/R \text{ sur les routes de type R60 et R80 ;}$$

R : étant le rayon exprimé en mètre.

7. Conclusion :

Le profil en travers comporte essentiellement, 2×2voie, et deux accotements de 1.5m chacun avec une berme de 1m dans le cas de haut remblai pour fixer la glissière de sécurité sur elle, Les deux sens de la route sont séparés entre eux par un TPC de 3m. Au niveau du TPC on met des dispositifs de sécurité (des glissières en BA), cette solution est valable aussi pour les hauts remblais.

1. introduction:

Il est primordial de prévoir un système d'évacuation idéal, afin d'éviter des problèmes multiples et complexe, dans certain période les spécialistes constataient que la plupart des problèmes d'entretien et aussi des problèmes qui présentaient l'insécurité des usagers, ils venaient à cause de la stagnation d'eau ; parmi ces problème on cite :

- ❖ L'aquaplanage et le dérapage des véhicules.
- ❖ L'eau qui stagne en surface finit toujours par s'infiltrer et Provoquer l'imbibition des sols et des couches de chaussées.
- ❖ L'eau réduit les caractéristiques mécaniques (portance).
- ❖ Crier des affaissements précoces de la route.
- ❖ Former rapidement des nids de poule.

La solution c'est des ouvrages de rétablissement bien conçus et correctement exécutés permettent de se prémunir contre les inondations et contre les dégâts. Parmi ces ouvrages on propose pour le présent projet des ouvrages busés, fossé au pied de talus de déblai, tant que la hauteur du talus de remblai supérieurs à 4m on met des bordures posées.

Préambule :

L'étude hydraulique d'un dédoublement, c'est facile par rapport à celle de tracé neuf, elle ne demande que de vérifier les ouvrages hydrauliques, et d'examiner leur situation.

Mais, au niveau de rectification de tracé, il ne suffit pas toujours de prendre le diamètre de la buse parallèle pour le nouveau tracé malgré le bon fonctionnement de cette buse, surtout si la rectification est très importante, il faut chaque fois vérifier les bassins versants dans les deux cas, après ça, on peut juger de prendre le même diamètre ou pas, dans le cas négatif on dimensionne la buse à ce niveau.

Tous les ouvrages hydrauliques de l'ancienne route se fonctionnent dans les règles de l'art à l'exception de deux ouvrages buses qui sont comblées d'après un diagnostic visuel, nous avons recommandé d'agrandir ces diamètres.

Donc, dans la présente étude on va baser sur Les résultat expérimental, (c'est claire que les résultats expérimental sont mieux à celles de redimensionnement).

Remarque : les buses dont le diamètre 600mm sont remplacées par des buses de diamètres 800 mm pour raison d'entretien.

2. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques:

Le dimensionnement des ouvrages hydrauliques se fait souvent, par deux méthodes célèbres qui sont la méthode rationnelle et la méthode du Caquot en faveur de laquelle on procède au dimensionnement des ouvrages d'assainissements par la méthode de Caquot. Cette méthode est basée sur la formule suivante :

$$Q = k \times B \times C^{\alpha} \times I^{\beta} \times A^{\gamma}$$

Données hydrauliques:

Le projet situé dans le climat méditerranéen tempéré, avec un hiver doux et froid et un été chaud et humide, les données du territoire pour la méthode de Caquot sont :

$$K=0.52, \alpha=0.2, \beta=1.11, \gamma=0.87.$$

2.1) Délimitation des Bassins :

Pour une section donnée d'un cours d'eau, le bassin versant correspond à la totalité de la surface qui contribue à l'écoulement en cette section. Le bassin versant "BV" peut être défini (sauf accidents géologiques spéciaux) topographiquement par la zone délimitée par la ligne de crête tracée à partir de la section (emplacement de l'ouvrage au droit du tracé de la route) à laquelle se rattache sa définition.

Ces lignes de crêtes peuvent facilement être tracées sur une carte à courbes de niveau. La précision du tracé dépend de l'échelle de la carte ou du plan. Dans le but d'avoir une délimitation fiable des bassins versants, la démarche est comme suit :

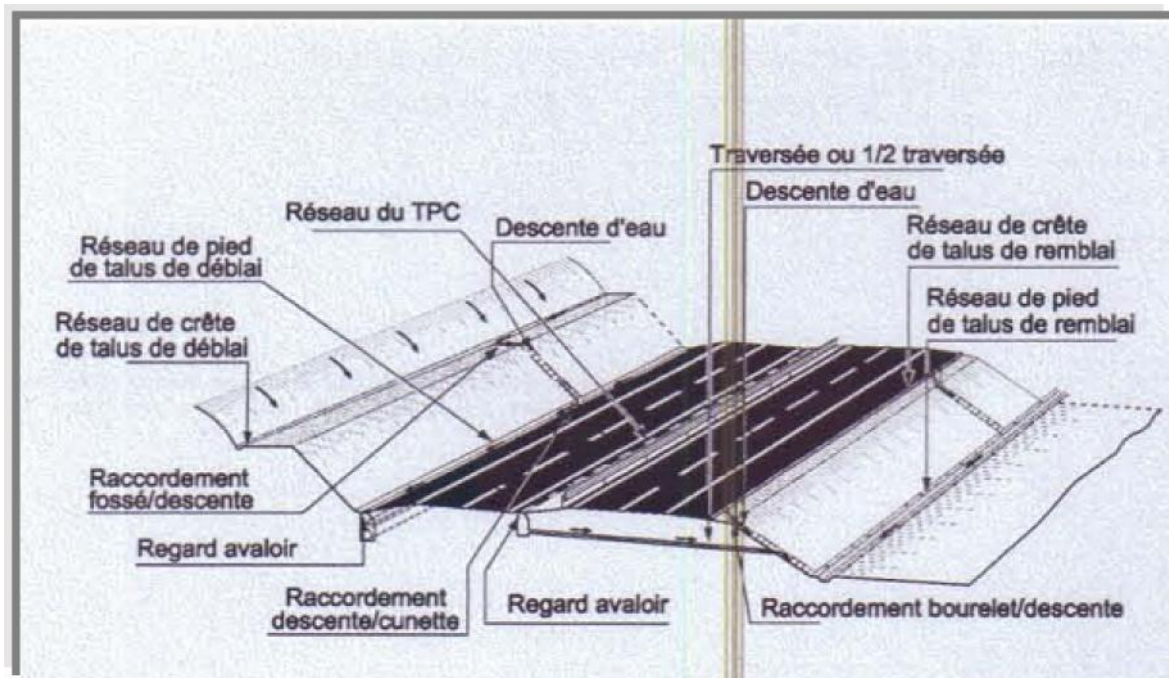
- ❖ Délimitation sur les cartes au 25.000^{ème},
- ❖ Recherche des limites des bassins versants

Pour limiter bien les bassins versants, il faut utiliser au maximum les axes des routes existantes, les petits ruisseaux, et les oueds.

Les paramètres recherchés sont les suivants :

- ❖ La surface du bassin versant.
- ❖ la longueur du **talweg principal**, qui est la longueur du trajet le plus long qu'une goutte d'eau est susceptible de parcourir entre son point de chute et sa sortie du BV. La sortie du BV correspond à l'emplacement de l'ouvrage au droit de la route.

- ❖ La pente moyenne d'un BV est la pente d'une droite qui délimite avec le profil en long du bassin, deux surfaces égales, à celle du point le plus haut du bassin et celle de l'exutoire ou point de calcul.



Situation des réseaux sur le profil en travers d'une route à 2×2 voies

2.1. Dimensionnement des fossés :

2.2.1 cas de crête de talus de déblai (PK0+00 au PK0+320)

Après limiter les bassins on peut cite les résultats suivants :

La chaussée et l'accotement :

SB_C (chaussée avec BDG):

SB_A (accotement) :

$$S = 7,5 \times 320 \div 10^4 = 0.2400 \text{ ha}$$

$$I_{SV1} = 0.025$$

$$C = 0.9$$

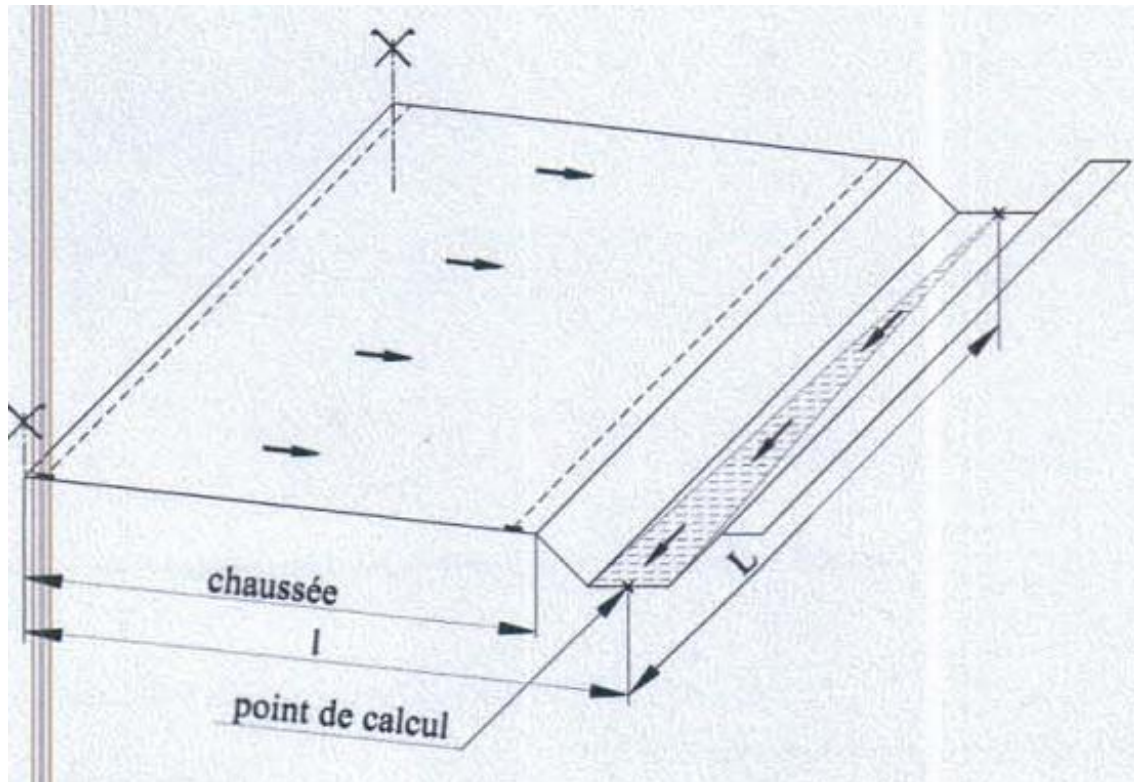
$$L_{SV1} = 7.5 \text{ m}$$

$$S = 1.5 \times 320 \div 10^4 = 0.0480 \text{ ha}$$

$$I_{SV1} = 0.04$$

$$C = 0.4$$

$$L_{SV1} = 1.5 \text{ m}$$



La crête de talus de déblai et le talus de déblai :

BV3: versant

$S=1.5482$ ha

$I_{sv}=0.32$

$C=0.2$

$L_{sv}=90$ m

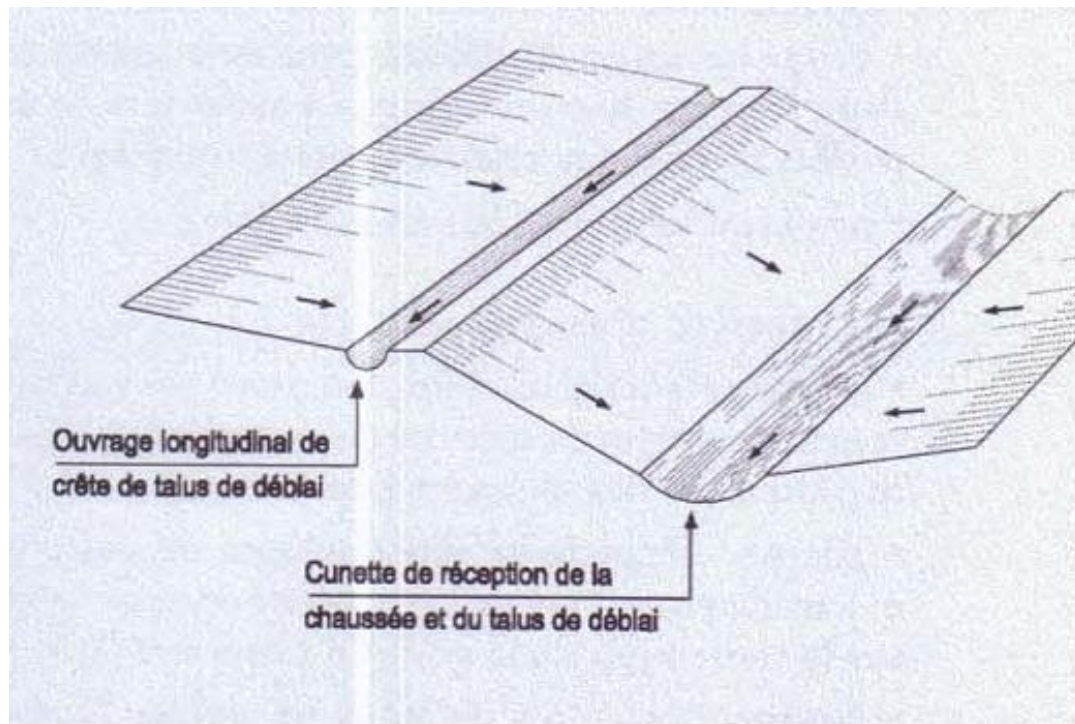
BV4 (talus déblai)

$S=320 \times (13.5^2 + 20^2)^{0.5} \div 10^4 =$
 0.7722 ha avec $h=13.5$

$I_{sv}=0.67$

$C=0.3$

$L_{sv}=24.13$ m



Position de réseau de crête de talus de déblai

Le sous bassin versants de la chaussée SB_C et de l'accotement SB_A versent en série, le bassin versant équivalent c'est SB_{EQ1} .

Les sous bassins versants $VB3$ et $VB4$ versent en série, le bassin versant équivalent c'est SB_{EQ2}

Les bassins SB_{EQ1} et SB_{EQ2} versent en parallèle, le bassin versant équivalent c'est SB_{EQ3} .

2.2.1.1) .Calcul du débit des soubassins :

Pour une période de retour $T = 20$ ans la formule de CAQUOT pour la région est :

$$Q = 0,52 \times 1.25 \times \beta \times C^{1,11} \times I^{0,2} \times A^{0,87}$$

C : coefficient de ruissellement

β : coefficient de forme du bassin versant considéré

$$\beta = \left(\frac{M}{2} \right)^{-0,35} \quad \text{avec} \quad M = \frac{L}{\sqrt{A}}$$

L : longueur du point le plus éloigné au l'exutoire

A : surface du bassin

A l'aide d'un fichier Excel, on peut obtenir le tableau suivant qui montre les valeurs de débit **des quatre bassins** :

VB	A (ha)	C	I (m/m)	L (m)	M	β	Q (m ³ /s) $\times 10^{-3}$
VB1 (act)	0.0480	0,4	0,04	1.5	0.068	3.26	28.65
VB2 (ch)	0.2400	0,9	0,025	7.5	0.153	2.458	196.4
VB3	1.5482	0,2	0,32	90	0.72	1.42	181.06
VB4	0.7722	0.3	0.67	24.13	0.27	2	252.27

Tableau .1 débit des quatre bassins

2.1.2.ii). Calcul du débit du bassin équivalent :

- ❖ Surface équivalente :

$$A_{\text{éq}} = \sum A_i$$

- ❖ coefficient de ruissellement équivalent :

$$C_{\text{éq}} = \frac{\sum C_i \times A_i}{\sum A_i}$$

- ❖ La pente équivalente :

- ❖ En parallèle :

$$I_{\text{éq}} = \frac{\sum I_i \times Q_i}{\sum Q_i}$$

- ❖ En série :

$$I_{\text{éq}} = \left(\sum L_i / \sum (L_i / \sqrt{I_i}) \right)^2$$

- ❖ La longueur équivalente :

- ❖ En série :

$$L_{\text{éq}} = \sum L_i$$

- ❖ En parallèle :

$$L_{\text{éq}} = \max (L_i)$$

- ❖ Calcul de $\beta_{\text{éq}}$:

$$M_{\text{éq}} = \frac{L_{\text{éq}}}{\sqrt{\sum A_i}}$$

$$\beta_{\text{éq}} = \left(\frac{M_{\text{éq}}}{2} \right)^{-0,35}$$

A l'aide d'un fichier Excel, on peut obtenir le tableau suivant qui montre les débits équivalents jusqu'au débit équivalent final.

	A	C	L	I	M	B	$Q(\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s})$
SB_{EQ1} : VB1, VB2 En série	0.288	0.8166	9	0.0268	16.7705	0.4750	40.5
SB_{EQ2} : VB3, VB4 En série	2.3204	0.2333	114.13	0.3663	74.9236	0.2813	61.84
SB_{EQ3} (FINAL): SB _{EQ1} , SB _{EQ2} En parallèle	2.6084	0.2977	114.13	0.2319	70.666	0.2871	83.61

Tableau .2 débit équivalent

2.2.2. cas de crête de talus de déblai (PK7+620 au PK8+180) :

La chaussée et l'accotement

SB_C (chaussée avec BDG):

$$S = 7,5 \times 560 \div 10^4 = 0.4200 \text{ ha}$$

$$I_{SV1} = 0.025$$

$$C = 0.9$$

$$L_{SV1} = 7.5 \text{ m}$$

SB_A (accotement) :

$$S = 1.5 \times 560 \div 10^4 = 0.0840 \text{ ha}$$

$$I_{SV1} = 0.04$$

$$C = 0.4$$

$$L_{SV1} = 1.5 \text{ m}$$

La Crête de talus de déblai et le talus de déblai

BV3: versant

$$S = 2.8814 \text{ ha}$$

$$I_{SV} = 0.2$$

$$C = 0.2$$

$$L_{SV} = 158 \text{ m}$$

BV4 (talus déblai):

$$S = 560 \times 16.58 \div 10^4 = 0.9285 \text{ ha}$$

avec $h = 9.25 \text{ m}$

$$I_{SV} = 0.67$$

$$C = 0.3$$

$$L_{SV} = 16.58 \text{ m (VOIR le profile N}^{\text{o}} \text{ 286)}$$

Le sous bassin versants de la chaussée SB_C et de l'accotement SB_A versent en série, le bassin versant équivalent c'est SB_{EQ1} .

Les sous bassins versants $VB3$ et $VB4$ versent en série, le bassin versant équivalent c'est SB_{EQ2}

Les bassins SB_{EQ1} et SB_{EQ2} versent en parallèle, le bassin versant équivalent c'est SB_{EQ3} .

2.2.2.1. Calcul du débit des soubassins :

Pour une période de retour $T = 20$ ans la formule de CAQUOT pour la région est :

$$Q = 0,52 \times 1,25 \times \beta \times C^{1,11} \times I^{0,2} \times A^{0,87}$$

C : coefficient de ruissellement

β : coefficient de forme du bassin versant considéré

$$\beta = \left(\frac{M}{2} \right)^{-0,35} \quad \text{avec} \quad M = \frac{L}{\sqrt{A}}$$

L : longueur du point le plus éloigné au l'exutoire

A : surface du bassin

A l'aide d'un fichier Excel, on peut obtenir le tableau suivant qui montre les valeurs de débit **des quatre bassins** :

VB	A (ha)	C	I (m/m)	L (m)	M	β	Q (m ³ /s) $\times 10^{-3}$
VB1 (act)	0.084	0,4	0,04	1.5	0.0517	3.593	51.43
VB2 (ch)	0.42	0,9	0,025	7.5	0.1157	2.7111	352.45
VB3	2.8814	0,2	0,2	158	0.9308	1.3069	259.05
VB4	0.9285	0.3	0.67	16.58	0.1720	2.3597	348.8

Tableau .3 débit des quatre bassins

2.2.2.2. Calcul du débit du bassin équivalent :

A l'aide d'un fichier Excel, on peut obtenir le tableau suivant qui montre les débits équivalents jusqu'au débit équivalent final.

	A	C	L	I	M	B	$Q(\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s})$
SB_{EQ1} : VB1, VB2 En série	0.504	0.8166	9	0.0268	12.677	0.5239	72.69
SB_{EQ2} : VB3, VB4 En série	3.8099	0.2244	174.58	0.2184	89.44	0.2644	77.28
SB_{EQ3} (FINAL): SB _{EQ1} , SB _{EQ2} En parallèle	4.3139	0.2936	174.58	0.1255	84.054	0.2702	106.16

Tableau .4 débit équivalent

La capacité de l'ouvrage d'assainissement est donnée par la formule de MANNING :

$$Q = K \times S \times (R_h)^{2/3} \times (I)^{1/2}$$

Avec :

I (m/m) : pente du radier

S : surface mouillée

$R_h = S/P$; P : périmètre mouillé

K : coefficient de Manning , K=70(béton), 30 (naturel)

- La surface mouillée :

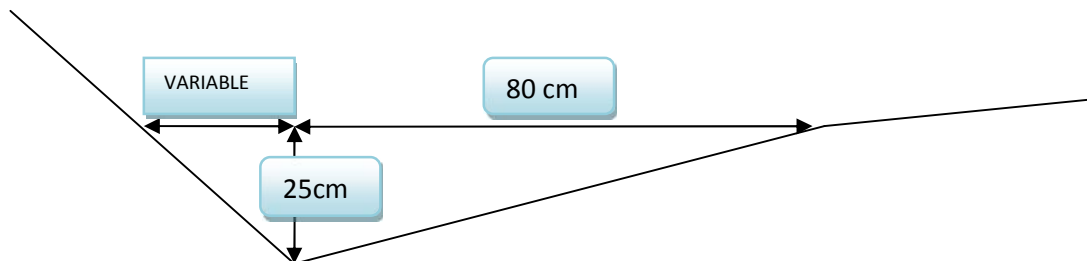
$$S_m = h.L/2$$

- Périmètre mouillé :

$$P_m = L + H + (L^2 + H^2)^{0.5}$$

$$\text{Donc : } H = (2.Q / (K.L)) \cdot ((L + H + (L^2 + H^2)^{0.5}) / (h.L/2))$$

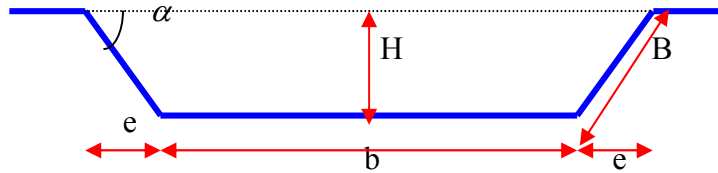
On fixe L=0.80 m, et on suppose un fossé revêtu, après l'itération on trouve H=25 cm.



Nous proposons Ce type de fossé car il y a des cas de remblai au niveau des agglomérations Où on n'a pas des espaces suffisantes pour utiliser les autres types de fossés, avec ce type, on a l'avantage de varier la pente du talus de remblai selon la nature de terrain rencontré sans besoin de redimensionner.

On a proposé aussi autre type de fossé

❖ Fossé trapézoïdal :



Calcul de la surface mouillée :

$$S_m = bh + 2 \frac{eh}{2} = bh + n.h^2 = h. (b + n.h) \Rightarrow S_m = h. (b + n. h)$$

Avec $\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n}$ d'où $e = n.h$

Calcul du périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2B \Rightarrow P_m = b + 2 h. \sqrt{1+n^2}$$

Avec : $B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2.h^2} = h. \sqrt{1+n^2}$

Calcul le rayon hydraulique :

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

$$Q = K_{st}.I^{1/2}.S_m.R_h^{2/3}$$

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

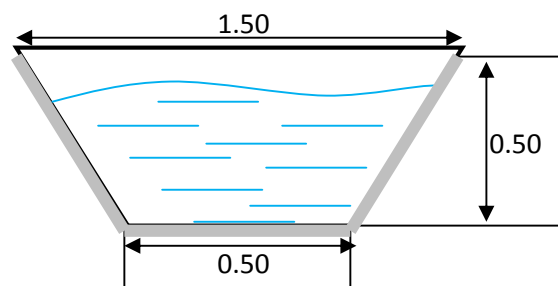
$$H = (Q / (K_{st}.I^{1/2}. (b + n. h))). \left[\frac{h.(b + n.h)}{b + 2h\sqrt{1+n^2}} \right]^{-2/3}$$

On fixe la base du fossé à ($b = 50$ cm) et la pente du talus à ($1/n = 1$), avec pente de fosse $I = 1\%$.

Après l'itération on trouve : $H = 25$ cm.

Fossés revêtu :

- Base $b = 0.50$ m
- Ouverture $B = 1.50$ m



2.3. Dimensionnement des ouvrages buses:

Dans la présente étude nous n'avons pas besoin de redimensionner les buses, toutes les buses, sont fonctionnent bien.

On ne dimensionne que les ouvrages buses bouchées.

On a deux ouvrages buses bouchées, La première se situe au **PK3+310**, et la deuxième se trouve au **PK4+939**, les diamètres sont 600 et 800 respectivement.

le début de chaque buse est donnée comme suit :

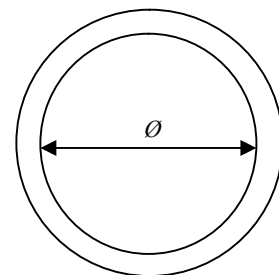
$$Q_1 = 1.86 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = 4.17 \text{ m}^3/\text{s}$$

A l'aide de formule de Manning, on détermine les diamètres de la buse, les résultats d'Excel sont au tableau suivant:

Q (m3/)	la pente de buse I	D= $1.54(n.Q/I^{0.5})^{3/8}$ (m)	Le sens	diamètre normalisé (mm)
1.86	0.02	0.78250335	Gauche à droite	800
4.17	0.035	0.95	Gauche à droite	1000

Tableau 5 : dimensionnement de la buse.



Vérification :

1. On vérifie la vitesse d'écoulement, il faut qu'elle soit entre 0.5m/s et 5m/s.
2. La hauteur maximale h de l'eau doit être supérieurs à 0.8 D «Diamètre normalisé».

$Q_{ps} = (0.316 \times \varnothing^{8/3} \cdot I^{0.5}) / 0.0125$ (m3/s)	$V_{ps} = 4 \cdot Q_{ps} / (\pi \cdot \varnothing^2)$	$rQ = Q / Q_{ps}$	$rh = h / \varnothing$	$rv = V / V_{ps}$	V (m/s)	H (m)
1.97	3.92	0.944	0.775	1.139	4.46	0.775
3.192	4.064	0.902	0.816	1.139	4.63	0.816

Donc on trouve deux buses de diamètre (800, 1000 mm) avec une pente de (0.02, 0.035) respectivement

Le tableau ci-dessous représente le type, le PK, et la dimension de chaque ouvrage.

N°	PK	Φ	N°	PK	Φ
1	0+695	BUSE 800	17	3+795	BUSE 800
2	1+371	DALOT 2x1	18	4+010	OA 25MLx16.5
3	1+448	BUSE 800	19	4+578	BUSE 800
4	1+649	BUSE 800	20	4+783	BUSE 800
5	1+744	BUSE 800	21	4+939	BUSE 1000
6	1+919	BUSE 800	22	5+100	DALOT 2x1
7	1+940	BUSE 800	23	5+280	BUSE 800
8	2+050	BUSE 800	24	5+525	DALOT 2x1
9	2+274	BUSE 800	25	6+120	DALOT 2.4x1.9
10	2+342	DALOT 1.2x2	26	6+806	DALOT 2x2.5
11	2+540	BUSE 800	27	7+563	BUSE 800
12	2+628	BUSE 800	28	7+869	BUSE 800
13	2+840	DALOT 1x1.5	29	8+156	BUSE 800
14	3+010	BUSE 800	30	8+280	DALOT 2x(2x2.5)
15	3+310	BUSE 800	31	9+146	DALOT 2.5x1.5)
16	3+607	BUSE 800	32	9+325	BUSE 800

1. Introduction:

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée. Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol. L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés; et qui s'exige des reconnaissances géotechniques.

2. Les moyens de la reconnaissance:

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

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

2.1-L'étude des archives et documents existants :

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

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

2.2-Les visite sur site et les essais « in-situ » :

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

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

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

La reconnaissance « in-situ » :

La première reconnaissance visuelle, permet d'arrêter un premier programme de reconnaissance « **in-situ** » en fonction des sols rencontrés et des problèmes géotechniques pressentis.

Le programme peut comprendre une gamme assez variée d'investigation que l'on présentera succinctement dans ce qui suit :

a)-Les forages :

C'est le seul moyen précis pour reconnaître l'épaisseur et la nature des couches des sols en présence, on y prélève généralement des échantillons de sols remaniés ou intacts pour les besoins d'essais de laboratoire.

Les forages permettent aussi de reconnaître le niveau des nappes éventuelles et le suivi de leur niveau à l'aide de types piézométrique.

Les forages peuvent être réalisés :

Manuellement : ce sont des puits creusés à la main ou à la pelle mécanique, la profondeur ne dépasse pas **3 à 4m**.

Ils permettent la reconnaissance visuelle directe des parois du puits et le prélèvement d'échantillons intacts et/ou remaniés.

A la tarière : la tarière est un outil hélicoïdal que l'on enfonce dans le sol et permettent de remonter en surface les terrains traversés.

La profondeur de la reconnaissance est limitée à une dizaine de mètres et la nature de sols est identifiée visuellement.

A la sondeuse : on peut atteindre plusieurs dizaines de mètres de profondeur en utilisant des tubes carottiers et couronnes diamantées.

Les couches de sols sont identifiées visuellement, des échantillons intacts ou remaniés sont prélevés pour les essais de laboratoire.

b)- Les méthodes géophysique :

La prospection sismique : le principe consiste à mesurer la vitesse de propagation des ondes primaires ou ondes **P** (les plus rapides) et à en déduire la nature du sol traversé.

Quelques valeurs de vitesses d'ondes P en fonction de la nature du sol

Nature du sol	Vitesse V_p (m/s)
Argiles et limons	400-1500
Sables et graviers	300-1200
Roches altérés	800-2500
Roches massives	200-6000

Ces méthodes permettent de déterminer de façon approximative l'épaisseur des différentes couches et leur nature, elles ne s'appliquent pas dans le cas de fortes teneurs en eau.

La prospection électrique :

Cette méthode est basée sur la mesure de la résistance électrique d'un volume de sol entre deux électrodes placées en surface, elle permet de connaître les différentes couches de sols et leurs épaisseurs, et en général de contrôler l'homogénéité des terrains.

La méthode est bien adaptée pour les sols à fortes teneurs en eau.

c)-Les essais de pénétration :

Le principe consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni d'une pointe ou d'une tresse coupante à son extrémité et de mesure de la résistance du sol à l'effort de pénétration.

Les types de pénétromètres sont utilisés :

- ❖ Pénétromètre dynamique.
- ❖ Le standard pénétromètre test ou **SPT**.
- ❖ Pénétromètre statique.
- ❖

2.3 - Les différents essais en laboratoire :

Les essais réalisés en laboratoire sont :

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

Les essais d'identification:

- ❖ Teneur en eaux et masse volumique.

- ❖ Analyse granulométrique.
- ❖ Limites d'Atterberg.
- ❖ Equivalent de sable.
- ❖ Essai au bleu de méthylène (ou à la tache).

Les essais mécaniques :

- ❖ Essai PROCTOR.
- ❖ Essai CBR.
- ❖ Essai Los Angeles.
- ❖ Assai Micro Deval.
- ❖

2.3.1 - Les essais d'identification :

a)-Masse volumique et teneur en eau:

Teneur en eau : exprime, pour un volume de sol donné, le rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit $\omega = W_w/W_s$

Masse volumique : (γ) est la masse d'un volume unité de sol : $\gamma = W/V$.

On calcule aussi la masse volumique sèche : $\gamma_d = W_s/V$

Principe de l'essai: on utilise le principe de la poussée d'Archimède .En effet, on mesure le volume d'eau déplacé hors de l'introduction d'un certain poids de sol sec, la connaissance du poids des grains solides et de leur volume permet de calculer le poids volumique des grains solides.

But de l'essai: le but de cet essai est de déterminé expérimental au laboratoire de certains caractéristique physique des sols.

Domaine d'utilisation: cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

b) -Analyses granulométriques :

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite emportant sur un graphique cette analyse se fait en générale par un tamisage.

Principe d'essai : l'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoirs reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes

But de l'essai : c'est un essai qui a pour objet de la détermination en poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).

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

c)-Limites d'atterberg :

-Limite de plasticité (W_p), caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plasticité.

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

-Limite de liquidité (W_L), caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide

$$W_L = \omega (N/25)^{0.121}$$

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

N: nombre de coups

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

Principe de l'essai : la détermination de W_L et W_p nous donne une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permet de le classer grâce à l'abaque de plasticité de **Casagrande**.

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

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

d)-Equivalent de sable :

Lorsque les sols contiennent très peu de particules fines, les limites **D'ATTERBERG** ne sont pas mesurables, pour décaler la présence en quantité plus ou moins importante de limon et d'argile, on réalise un essai appelé « **équivalent de sable** ».

-Principe de l'essai : l'essai équivalent de sable s'effectue sur la fraction des sols passant au tamis de 5mm ; il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments les plus fins contenus dans cette fraction, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments dits sableux et les éléments plus fins (argileux par exemple).

-But de l'essai : cet essai permet de mettre en évidence la proportion de poussière fine nuisible dans un matériau. Et surtout utilisé par les matériaux routiers et les sables à béton. Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les

limons et argiles. Cet essai révèle très intéressant au laboratoire et sur chantier grâce à sa simplicité, sa rusticité, son faible coût et sa rapidité.

-Domaine d'application: cette détermination trouve son application dans de nombreux domaines notamment les domaines suivants :

- ❖ classification des soles.
- ❖ Etude des sables et sols fins peu plastique.
- ❖ Choix et contrôle des soles utilisable en stabilisation mécanique.
- ❖ Choix et contrôle des sables à béton.
- ❖ Contrôles des sables utilisés en stabilisation chimique.
- ❖ Choix et contrôle des granulats pour les enrobés hydrocarbonés.

e)-Essai au bleu de méthylène (ou à la tache) :

Les molécules de bleu de méthylène ont pour propriété de se fixer sur les surfaces externes et internes des feuillets d'argile, la quantité de bleu adsorbée par **100gramme** de sol s'appelle « **Valeur Au Bleu** » du sol et est notée **VBs**, la **VBs** reflète globalement :

- ❖ La teneur en argile (associée à la surface externe des particules).
- ❖ L'activité de l'argile (associée à la surface interne).

L'essai consiste à mettre en suspension une fraction de sol (**0/d**) avec **$d \leq 10\text{mm}$** et à ajouter à cette suspension des doses successives de **5 ml** d'une solution de bleu de méthylène jusqu'à apparition d'une auréole bleue autour de la tâche constituée par le sol, l'auréole bleue indique l'excès de cette solution dans les particules d'argile.

La valeur **VBs** est alors calculée à l'aide de la relation :

VBs = VBs (0/d) x C (0/d)/100C (0/d) étant le pourcentage de la fraction **0/d** du sol étudié.

2.3.2-Les essais mécaniques :

a) - Essai PROCTOR :

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

Principe de l'essai : l'essai consiste à mesurer le poids volumique sec d'un sol disposer en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couches étant compacter avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on

varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage.

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

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

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

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

DEFINITIONS :

L'indice **CBR** (I.CBR) exprime en % le rapport entre les pressions produisant dans le même temps un enfoncement donné dans le sol étudié d'une part et dans un matériau type d'autre part. Par définition cet indice est pris égal à la plus grande des deux valeurs suivantes :

$$I.CBR_{25} = 100 \cdot F_{25} / 13,35$$

$$I.CBR_{50} = 100 \cdot F_{50} / 20$$

$$\text{Et } I.CBR = \max (I.CBR_{25} ; I.CBR_{50})$$

où

F_{25} : Force (en KN) à 2,5 mm d'enfoncement

F_{50} : Force (en KN) à 5 mm d'enfoncement

13,35 : Force (en KN) à 2,5 mm d'enfoncement pour le matériau type

20 : Force (en KN) à 5 mm d'enfoncement pour le matériau type

On distingue 2 types d'essais CBR en fonction des buts fixés :

- **L'essai C.B.R. immédiat :** Mesure de la résistance au poinçonnement d'un sol compacté à sa teneur en eau naturelle. **Il caractérise l'aptitude du sol à permettre la circulation en phase de chantier** Dans les régions peu humides, le C.B.R. immédiat sert directement de référence (pas de variation hydrique).
- **L'essai C.B.R. après imbibition:** Mesure de la résistance au poinçonnement d'un sol compacté à différentes teneurs en eau puis immergé durant plusieurs

jours (4 en générale). **Il caractérise l'évolution de la portance d'un sol compacté à différentes teneur en eau et/ou soumis à des variations de régime hydrique.**

PRINCIPE DE LA MÉTHODE

L'indice CBR est déterminé pour des sols à vocation routière de manière purement empirique.

Après avoir compacté le matériau dans les conditions de l'essai Proctor modifié, on lui applique les conditions hydriques prévues :

- Immersion pendant 4 jour dans l'eau,
- Immersion pendant 2 jour dans l'eau,
- Pas d'immersion : essai immédiat,
- Etc...

Le matériau à étudier étant placé dans un moule dans un état donné de densité et de teneur en eau, on applique ensuite une charge voisine de ce que sera la charge de service, puis on le poinçonne par un piston tout en mesurant les efforts et déplacements résultant.

Une comparaison de ces résultats avec ceux obtenus sur un sol de référence (californien) est ensuite effectuée (voir définition de l'indice CBR ci-avant).

But de l'essai :

Déterminer un indice (l'indice CBR) permettant de calculer grâce à des abaques, l'épaisseur des couches de fondation d'une route nécessaires à la constitution d'une chaussée en fonction :

- du sol sous-jacent,
- du trafic et des charges par essieu prévus,

des conditions hydriques futures que subira cette route.

c)- Essai Los Angeles :

L'essai **LA** est un essai très fiable est de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau.

Principe de l'essai : l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1,6 mm** produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine **Los Angeles**.

But de l'essai : l'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.

Domaine d'application: l'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement)

d)- Essai Micro Deval :

Il est en général effectué deux essais, pour avoir deux coefficients (**Deval sec**) et (**Deval humide**). On s'intéresse actuellement au **MDE** (DEVAL humide) qui est de plus en plus pratiquée.

Principe de l'essai : l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1.6 mm**

(Tamis de **1.6 mm**) produits dans la machine **Deval** par les frottements réciproques.

But de l'essai : l'essai **Micro-Deval** humide permet de mesurer la résistance à l'usure des matériaux dans des conditions bien définies. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.

Domaine d'application: choix des matériaux utilisés dans les structures de chaussée.

3. Condition d'utilisation des sols en remblais:

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

Les matériaux de remblais seront exempts de :

Pierre de dimension **> 80mm**.

- ❖ Matériaux plastique **I_p > 20%** ou organique.
- ❖ Matériaux gélifs.
- ❖ On évite les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.

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

Remarque: A défaut de ne pas avoir eu le rapport géotechnique nous n'avons pas pu traiter la partie géotechnique à l'application de notre projet, et ceci parce qu'il n'a pas encore été réalisé.

1. Introduction :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

2. Cubatures des terrassements :

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

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

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

3. Méthode utilisée

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

❖ Description de la méthode :

En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs

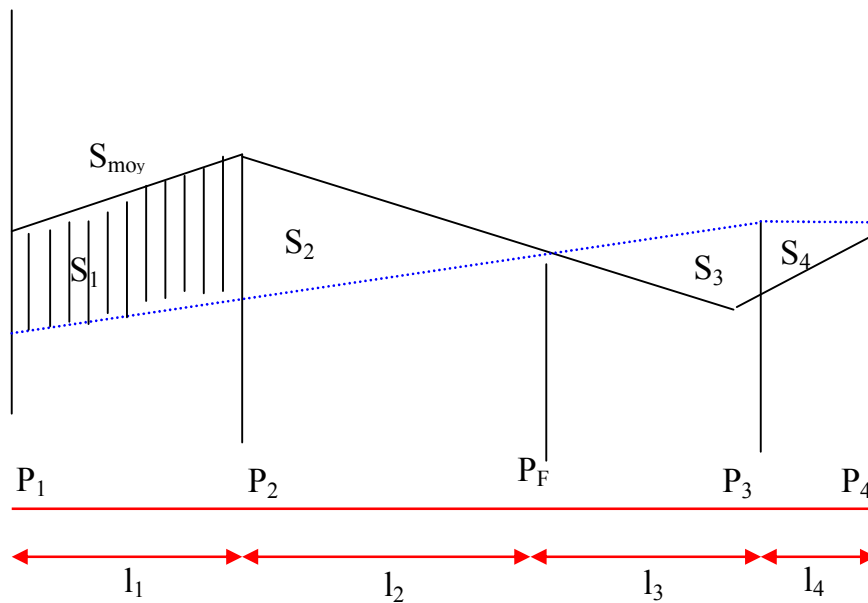
$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_0)$$



Avec : h, S₁, S₂ et S₀ désignant respectivement :

- ❖ Hauteur entre deux profils.
- ❖ Hauteur des deux profils.
- ❖ Surface limitée à mi-distances des profils.

Ici à la figure ci-dessous on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.



Le volume compris entre les deux profils en travers P_1 et P_2 de section S_1 et S_2 sera égale à :

$$V = \frac{l_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{\text{moy}})$$



Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{moy} et $\frac{(S_1 + S_2)}{2}$.

Ceci donne : $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

Donc les volumes seront :

Entre P_1 et P_2 $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

Entre P_2 et P_F $V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$

Entre P_F et P_3 $V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3)$

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

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1 + l_2}{2} S_2 + \frac{l_2 + l_3}{2} \times 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4$$

On voit l'utilité de placer les profils P_F puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

4. Méthode classique

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

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

Dans la présente étude nous avons calculé la cubature automatiquement par le logiciel AUTOPIST et les résultats obtenus sont représentés en annexe.

Les résultats finals des volumes de remblais et de déblais sont indiqués ci-dessous :

- ❖ **Le volume de déblais est de:** $V_D = 381018 \text{ m}^3$
- ❖ **Le volume de remblais est de:** $V_R = 296393 \text{ m}^3$
- ❖ **Le volume de décapage est de:** $V_d = 83645 \text{ m}^3$

1. Introduction :

Au même principe pour les routes, les carrefours sont aussi classés aux plusieurs types compris essentiellement de deux grandes familles, ceux sont les carrefours dénivelés ou échangeurs dont les échanges sont séparés les un des autres et les carrefours plans ou carrefours à niveau dont les échanges sont au même plan.

Pour assurer la fluidité du trafic au niveau des jonctions, nous avons prévu d'aménager deux carrefours pour but d'améliorer les conditions de circulation au niveau des intersections de la route avec la route nationale RN71 et la liaison de la RN25.

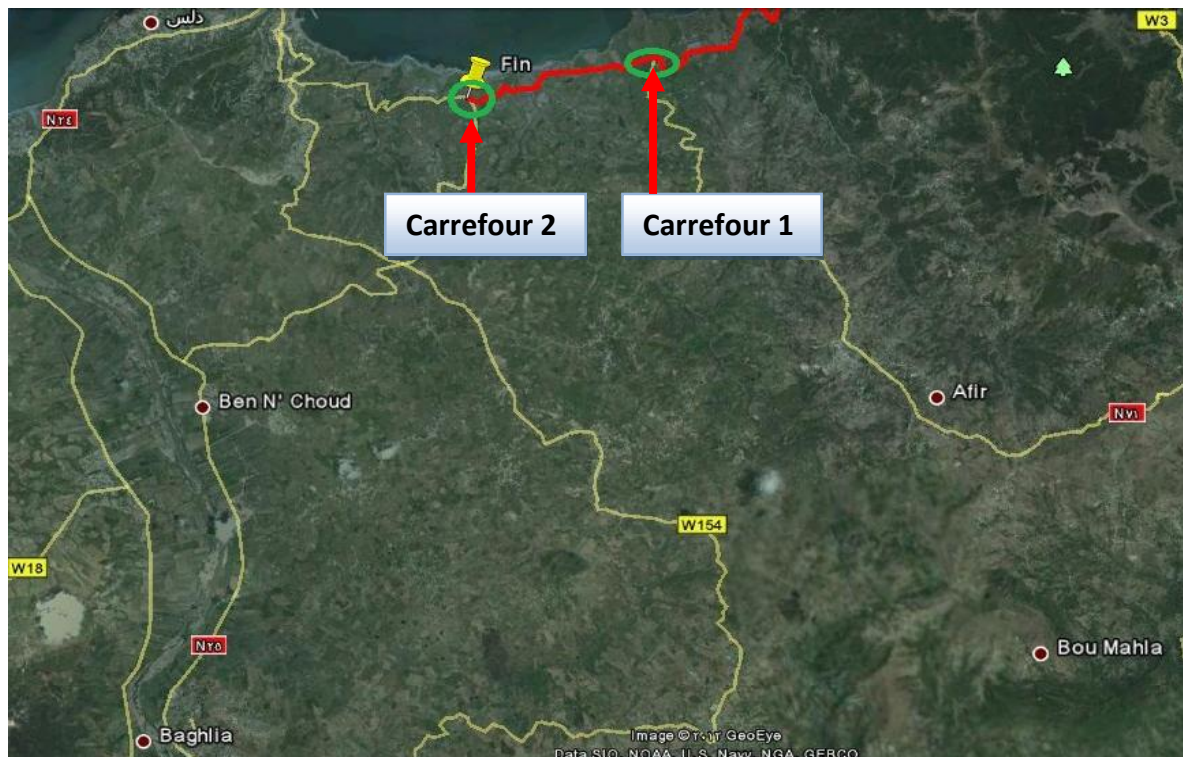


Figure1: position des deux carrefours

Le carrefour dénivelé ne peut pas être justifié que dans les cas exceptionnels (saturation de carrefour giratoire, les problèmes de sécurité...etc.).

Alors, tous ce que nous intéresse maintenant sont les carrefours plans.

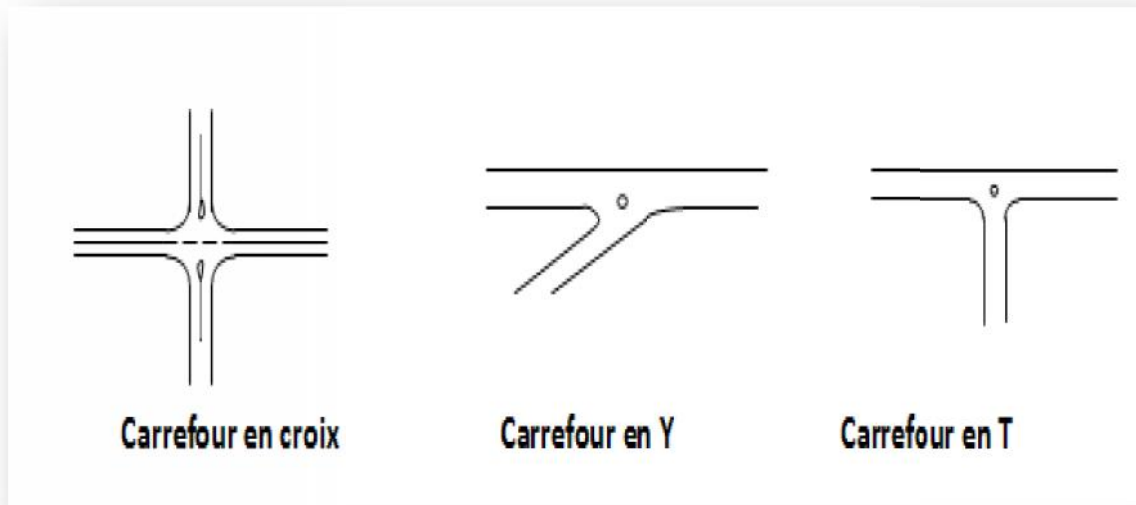
2.les différents types des carrefours plans :

Les carrefours plans sont de deux types principaux :

❖ Carrefours plans ordinaires :

Ceux sont des carrefours en croix, té ou y

En cas particulier le demi-carrefour c'est un carrefour fermé au niveau de terre-plein central, il ne permet que de tourner à droite de ou vers la route principale.



❖ Carrefours giratoires :

C'est un carrefour comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinturé par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique.

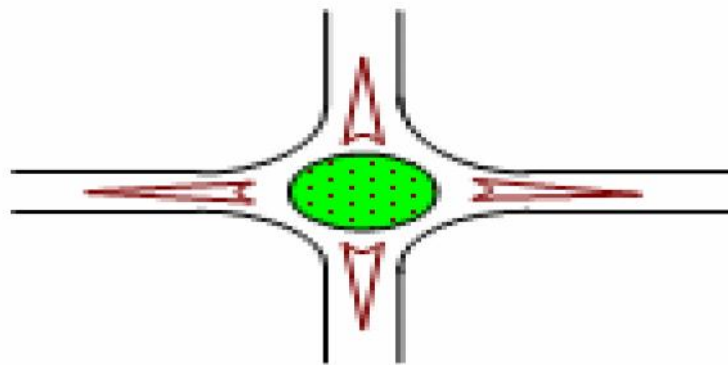
Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale). Aucune intersection ne subsiste; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rond point.

Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30 à 40°).

En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé.



Carrefour giratoire

3. Principaux critères de choix

Lors de choix de type de carrefour, nous prenons en considération les critères suivants :

❖ La sécurité :

La sécurité peut être dégradée pour le mal positionnement ou mauvaise géométrie du carrefour.

D'ailleurs, il est explicite qu'un carrefour giratoire est plus sécurisé par rapport un carrefour plan ordinaire.

En outre, les accidents dans les demi-carrefours sont très faibles.

❖ le coût:

le coût d'un carrefour plan dépend de plusieurs facteurs, les contraintes existantes, le niveau d'équipement, éclairage, aménagement paysagers peuvent être élever sensiblement le coût du carrefour.

❖ temps perdus :

Il y a deux choses responsables du retard

- le trafic :

Ça ce qu'on l'appelle le retard de congestion à cause de non priorité.

- la géométrie :

Les véhicules franchissant le carrefour peut subir ce retard à cause de la géométrie.

4. Données utiles à l'aménagement d'un carrefour:

Le choix d'un aménagement de carrefour doit s'appuyer sur un certain nombre de données essentielles concernant :

- ❖ La valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans la future.
- ❖ Les types et les causes des accidents constatés dans le cas de l'aménagement d'un carrefour existant.
- ❖ Les vitesses d'approche à vide pratique.
- ❖ Les caractéristiques des sections adjacentes et des carrefours voisins.
- ❖ Le respect de l'homogénéité de tracé.
- ❖ La surface neutralisée par l'aménagement.
- ❖ La condition topographique.

5. Principes généraux d'aménagement d'un carrefour:

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

5.1 La visibilité :

Dans toute zone d'approche du carrefour, on doit assurer d'excellentes conditions de visibilité entre véhicules et sur les îlots.

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

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

5.2 Les îlots :

❖ L'îlot central :

Il est recommandé de donner à l'îlot central une forme circulaire (la sécurité étant meilleur sur les girations circulaires)

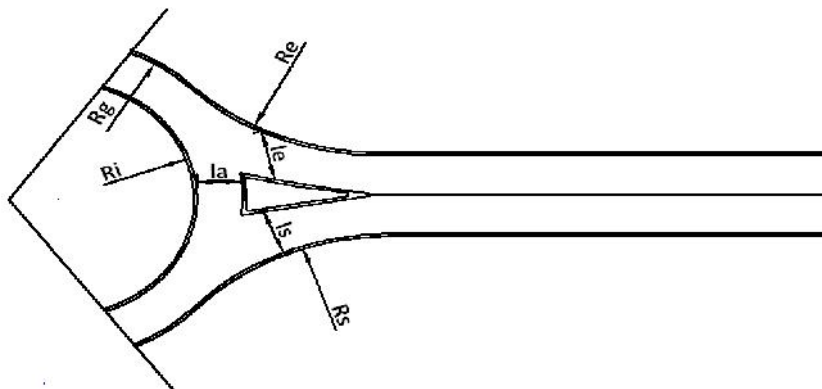
En milieu interurbain, une valeur de 15 à 30 m en général suffisante

Le tableau ci-dessous récapitule les différents paramètres de construction donnés aux Paragraphes précédents, avec la valeur du rayon de giratoire (**Rg**).

Rg	Rayon du giratoire	Paramétrage	Rg=15m	Rg=20m	Rg=25m
la	Largeur de l'anneau	$6m \leq la \leq 9m$	7,00	7,00	7,00
sla	Sur largeur roulable	$1,50 \text{ si } Rg \leq 15m$	1,50		
Ri	Rayon intérieur	$Rg - la - sla$	6,50	13,00	18,00
Re	Rayon d'entrée	$10m \leq Re \leq 15m \text{ et } \leq Rg$	15	15	15
le	Largeur de la voie entrante	$le = 4m$	4	4	4
Rs	Rayon de sortie	$15m \leq Rs \leq 30m \text{ et } > Ri$	20	20	20
ls	Largeur de la voie sortante	$4m \leq ls \leq 5m$	4,00	4,50	5,00
Rr	Rayon de raccordement	$Rr = 4 Rg$	60	80	100

Tableau.1 paramètres du rayon de giratoire (Rg).

Le schéma ci-dessous donne un exemple de construction à partir des données fournies aux paragraphes précédents :



❖ Les ilots séparateurs :

L'îlot séparateur a généralement la forme d'un triangle (son dessin est réalisé à partir d'un triangle dit de «**construction**»). Les ilots séparateurs remplissent diverses fonctions principales comme :

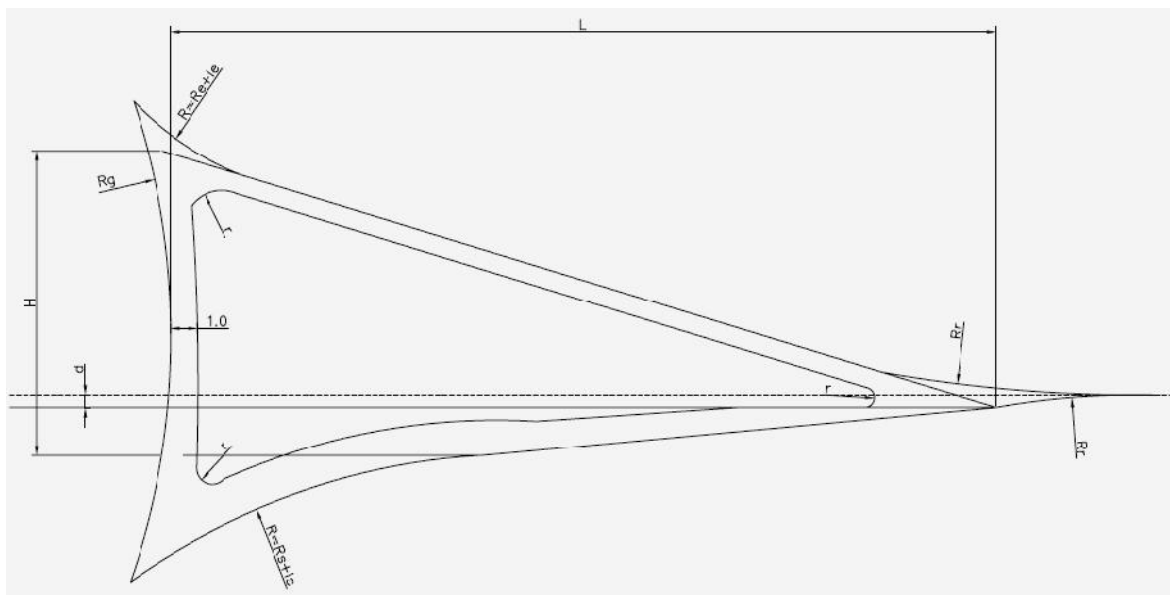
- En situation d'approche, ils favorisent la perception du carrefour.
- Ils offrent une surface séparant les mouvements entrants et sortants, ils permettent d'éviter des collisions entre les deux sens de circulation.
- Ils permettent l'implantation de la signalisation de direction.
- Enfin, ils évitent les « prises à contre sens » de l'anneau...etc.

Le tableau ci-après récapitule les différents paramètres de construction des ilots séparateurs pour un rayon R_g :

	Notation	Paramétrage	Valeurs courantes (en m)			
Rayon giratoire	R_g		$R_g < 15$	$R_g = 15$	$R_g = 20$	$R_g = 25$
Hauteur du triangle de construction	H	$H = R_g$	12 à 15	15	20	25
Base du triangle de construction	B	$B = R_g / 4$	3 à 3,75	3,75	5,00	6,25
Départ de l'îlot sur l'axe	d	$d = (0,5 + R_g / 50) / 2$ ou 0	0	0,40	0,45	0,50
Rayon de raccordement des bordures	r	$r = R_g / 50$	0,25	0,30	0,40	0,50

Tableau.2 paramètres de construction des ilots séparateurs pour un rayon R_g

Le schéma ci-après donne un mode de construction pour les ilots séparateurs.



6.Choix de type du carrefour :

Dans notre projet la route secondaire au niveau des deux intersections signalés ci-dessus a une importance considérable donc on choisit deux carrefours giratoire à trois branches, dont le premier au PK6+460, et le deuxième au PK9+407.



Figure2-position de premier carrefour giratoire

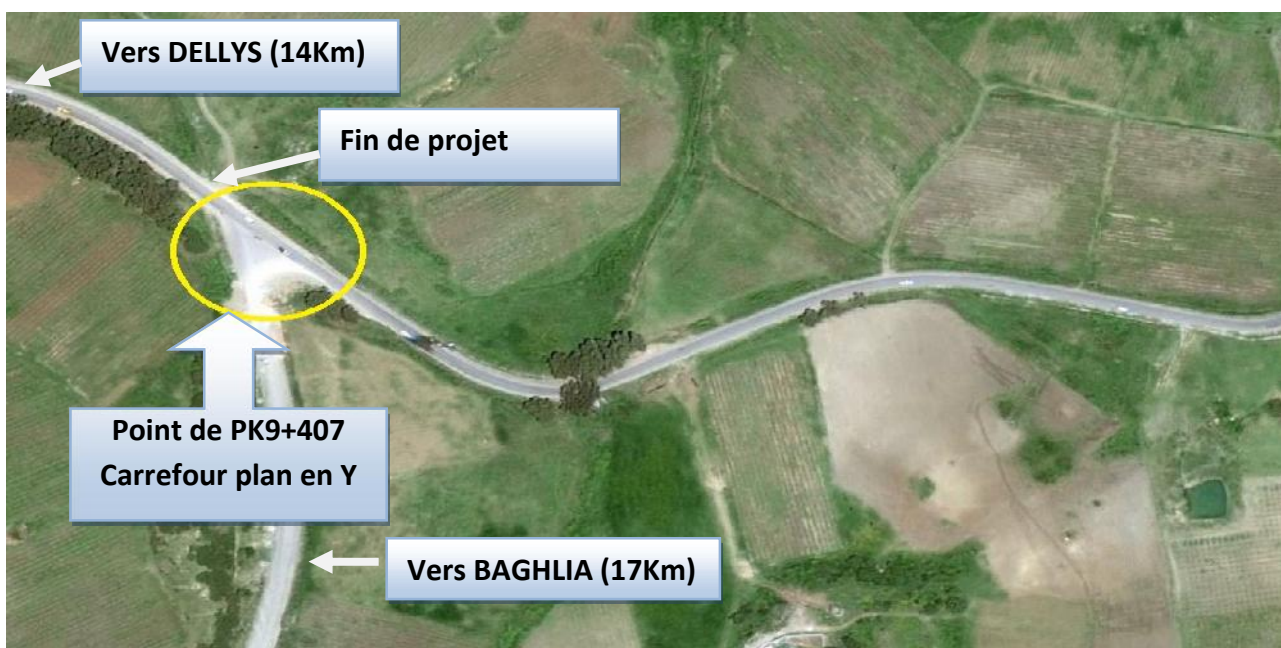


Figure 3-position de deuxième carrefour giratoire

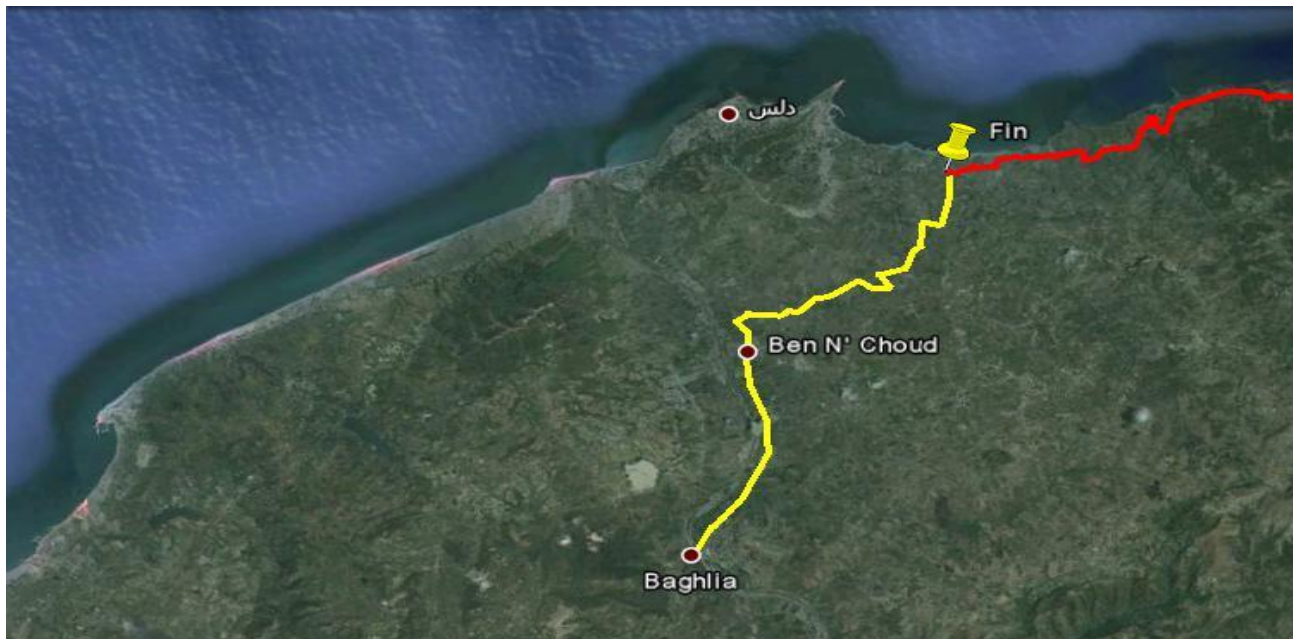


Figure4

D'après COVADIS on peut citer les tableaux suivants :

Carrefour giratoire 1 :

Géométrie de l'anneau		
Coordonnées du centre	X=	4412.089 m
	Y=	11796.671 m
Rayon extérieur		20.000 m
Rayon intérieur		12.000 m
Largeur d'anneau		8.000 m
Sur largeur franchissable		0.000 m
Distance marquage extérieur		0.250 m
Distance marquage intérieur		0.250 m

Géométrie de la branche 'Branche3' (1)				
Point de référence	X	4412.089 m	Angle	340.048 gr
	Y	11796.671 m		
Triangle de construction			Ilot central	
Hauteur	20.000 m		Rayon de raccord	0.400 m
Base	5m		Distance de l'anneau	1.000 m
Déport	0.450 m		Distance de marquage	0.25 m
Caractéristiques des voies			Entrée	Sortie
Rayon de raccord sur anneau			15.000 m	20.000 m
Largeur voie sur anneau			7 m	7 m
Largeur voie courante			7.000 m	7.000 m
Rayon de raccord sur voie courante			 m	 m
Terre-plein			0.3 m	0.3 m
Distance départ passage piéton			4 m	4 m
Largeur passage piéton			7 m	7 m

Géométrie de la branche 'Branche4' (2)				
Point de référence	X	4412.089 mm	Angle	228.612 gr
	Y	11796.671 m		
Triangle de construction			Ilot central	
Hauteur		20 m	Rayon de raccord	0.400 m
Base		5 m	Distance de l'anneau	1.000 m
Déport		0.450 m	Distance de marquage	0.25 m
Caractéristiques des voies			Entrée	Sortie
			15.000 m	20.000 m
Rayon de raccord sur anneau				
Largeur voie sur anneau			4.000 m	4.5 m
Largeur voie courante			3.500 m	3.500 m
Rayon de raccord sur voie courante			 m	m
Terre-plein			0.000 m	0.000 m
Distance départ passage piéton			4.000 m	4.000 m
Largeur passage piéton			4.000 m	4.000 m

Géométrie de la branche 'Branche2' (3)				
Point de référence	X	18737.135 m	Angle	246.978 gr
	Y	40988.062 m		
Triangle de construction			Ilot central	
Hauteur		20.000 m	Rayon de raccord	0.400 m
Base		5 m	Distance de l'anneau	1.000 m
Déport		0.450 m	Distance de marquage	0.25 m
Caractéristiques des voies			Entrée	Sortie
			15m	20 m
Rayon de raccord sur anneau				
Largeur voie sur anneau			7 m	7 m
Largeur voie courante			7 m	7 m
Rayon de raccord sur voie courante			80m	80 m
Terre-plein			0.30 m	0.30 m
Distance départ passage piéton			4 m	4 m
Largeur passage piéton			7m	7 m

Carrefour giratoire 2 :

Géométrie de l'anneau		
Coordonnées du centre	X=	1942.480 m
	Y=	12814.410 m
Rayon extérieur		20.000 m
Rayon intérieur		12.000 m
Largeur d'anneau		8.000 m
Surlargeur franchissable		0.000 m
Distance marquage extérieur		0.250 m
Distance marquage intérieur		0.250 m

Géométrie de la branche 'Branche2' (1)				
Point de référence	X	1942.480 m	Angle	370.022 gr
	Y	12814.410 m		
Triangle de construction			Ilot central	
Hauteur	20.000 m		Rayon de raccord	0.400 m
Base	5 m		Distance de l'anneau	1.000 m
Déport	0.450 m		Distance de marquage	0.25 m
Caractéristiques des voies			Entrée	Sortie
			15.000 m	20.000 m
Rayon de raccord sur anneau				
Largeur voie sur anneau			7 m	7m
Largeur voie courante			7 m	7 m
Rayon de raccord sur voie courante			100.000 m	100.000 m
Terre-plein			0.30 m	0.30 m
Distance départ passage piéton			4.000 m	4.000 m
Largeur passage piéton			7 m	7 m
Branche courbe sur voie existante				
Point sur voie existante	X	1869.248 m	Angle	156.839 gr
	Y	12929.671 m	Rayon de raccordement	521.679 m

Géométrie de la branche 'Branche4' (2)				
Point de référence	X	1942.480 m	Angle	278.621 gr
	Y	12814.410 m		
Triangle de construction			Ilot central	
Hauteur		20 m	Rayon de raccord	0.4 m
Base		5 m	Distance de l'anneau	1 m
Déport		0.450 m	Distance de marquage	0.25 m
Caractéristiques des voies			Entrée	Sortie
			15.000 m	20.000 m
Rayon de raccord sur anneau				
Largeur voie sur anneau			4.000 m	4.5 m
Largeur voie courante			3.500 m	3.500 m
Rayon de raccord sur voie courante			 m	 m
Terre-plein			0.000 m	0.000 m
Distance départ passage piéton			4.000 m	4.000 m
Largeur passage piéton			4.000 m	4.000 m
Branche courbe sur voie existante				
Point sur voie existante	X	1914.903 m	Angle	383.752 gr
	Y	12665.366 m	Rayon de raccordement	48.263 m

Géométrie de la branche 'Branche3' (3)				
Point de référence	X	1942.480 m	Angle	167.721 gr
	Y	12814.410 m		
Triangle de construction			Ilot central	
Hauteur		20.000 m	Rayon de raccord	0.400 m
Base		5 m	Distance de l'anneau	1.000 m
Déport		0.450 m	Distance de marquage	0.25 m
Caractéristiques des voies			Entrée	Sortie
Rayon de raccord sur anneau			15m	20 m
Largeur voie sur anneau			7 m	7 m
Largeur voie courante			7 m	7 m
Rayon de raccord sur voie courante			80m	80 m
Terre-plein			0.30 m	0.30 m
Distance départ passage piéton			4 m	4 m
Largeur passage piéton			7m	7 m

1. Généralité:

La signalisation indique une obligation, interdiction, ou une information. Les signalisations signalant un danger indiquent un site dangereux ou un obstacle, Panneau signalant des travaux indique un endroit où l'on effectue des travaux de voirie (construction, amélioration, entretien) ou des opérations forestières, Panneau indicateur portant une inscription numérique ou alphanumérique correspondant à un numéro du chemin ou au kilométrage.

➤ Recommandation:

Avant d'établir le plan de signalisation il faut connaître:

- ❖ le volume et la vitesse de circulation;
- ❖ les restrictions relatives à la distance de visibilité;
- ❖ les trottoirs et autres voies piétonnières;
- ❖ les problèmes que peuvent poser des entrées de propriétés ou des routes transversales;
- ❖ la surface disponible sur l'accotement;

Pour que la signalisation soit efficace, les panneaux doivent être installés avec soin et de manière à être parfaitement visibles pour les conducteurs, même la nuit.

Aucun obstacle ne doit en réduire la visibilité. Les panneaux doivent être installés à droite du chemin, face aux véhicules, de façon à être bien visibles sans être aveuglants, surtout la nuit.

2. But de la signalisation:

Elle vise à rendre la circulation dans les routes à la fois plus facile et plus sécuritaire, en attirant l'attention des conducteurs sur les dangers inhérents aux chemins. Pour être efficace, la signalisation doit être:

- ❖ simple,
- ❖ uniforme et homogène,
- ❖ adéquate,
- ❖ visible,
- ❖ bien installée et entretenue avec soin.

3. Catégories de signalisation :

On distingue :

- ❖ La signalisation par panneaux.
- ❖ La signalisation par feux.
- ❖ La signalisation par marquage des chaussées.
- ❖ La signalisation par balisage.
- ❖ La signalisation par bornage.

4. Règles à respecter pour signalisation :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes:

- ❖ Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation(homogénéité).
- ❖ Cohérence avec les règles de circulation.
- ❖ Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- ❖ Eviter la publicité irrégulière.
- ❖ Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

5. Types de signalisation :

5.1)Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

5.1.i) signaux de danger :

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

5.1.ii) Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

5.1.iii) Signaux à simple indication :

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

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

5.2. Signalisation horizontale :

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

5.2.i) Marquage longitudinal :

-Lignes continue :

Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment si la visibilité est insuffisante.

-Lignes discontinue :

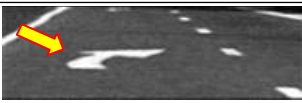
Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, **elles se différencient par leur module**, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

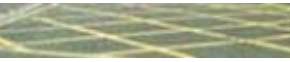
- ❖ lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur du trait est environ égale ou tiers de leurs intervalles.
- ❖ lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement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

5.2. ii) Marquage transversal:

- ❖ Lignes transversales continues :
éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- ❖ Lignes transversales discontinues : éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devraient céder le passage aux intersections.

Alors, la signalisation routière horizontale regroupe l'ensemble des marquages peints sur la route qui indiquent aux usagers quel comportement adopter à ces endroits, le tableau suivant explique les différentes signalisations horizontales avec l'illustration.

	Ligne continue Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage).
	Ligne discontinue trait 3m, intervalle 10m Dépassement et changement de voie autorisés.
	Ligne de dissuasion trait 3m, intervalle 1,33m Sur des routes étroites ou sinueuses, la ligne de dissuasion remplace une ligne continue, seule le dépassement de véhicules roulant très lentement est autorisé (tracteur agricole, voiturette, cycle...etc.)
	Ligne d'avertissement trait 3m, intervalle 1,33m Annonce une ligne continue. Des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue. Ces flèches sont au nombre de 3. Il est possible de déterminer un dépassement, mais pas de l'entreprendre.
	Flèches de rabattement Indiquent la voie dans laquelle il faut se rabattre.
	Ligne mixte Peut être franchie par le conducteur situé du côté de la ligne discontinue.
	Ligne de rive trait 3m, intervalle 3,50m Sépare la chaussée de l'accotement, peut être franchie pour arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.
	Ligne de rive trait de 20m, intervalle 6 m Annonce l'approche d'une intersection.
	Ligne de rive trait de 38m, intervalle 14 m Sur autoroute, elle délimite la bande d'arrêt d'urgence (BAU), circulation, arrêt, stationnement interdits sauf panne ou incident.
	Ligne discontinue à traits larges Voies réservées à certains usagers (cycles, bus, véhicules lents) ou voies d'insertion (d'accélération), de décélération, de stockage (les traits de ces 3 derniers sont plus courts).

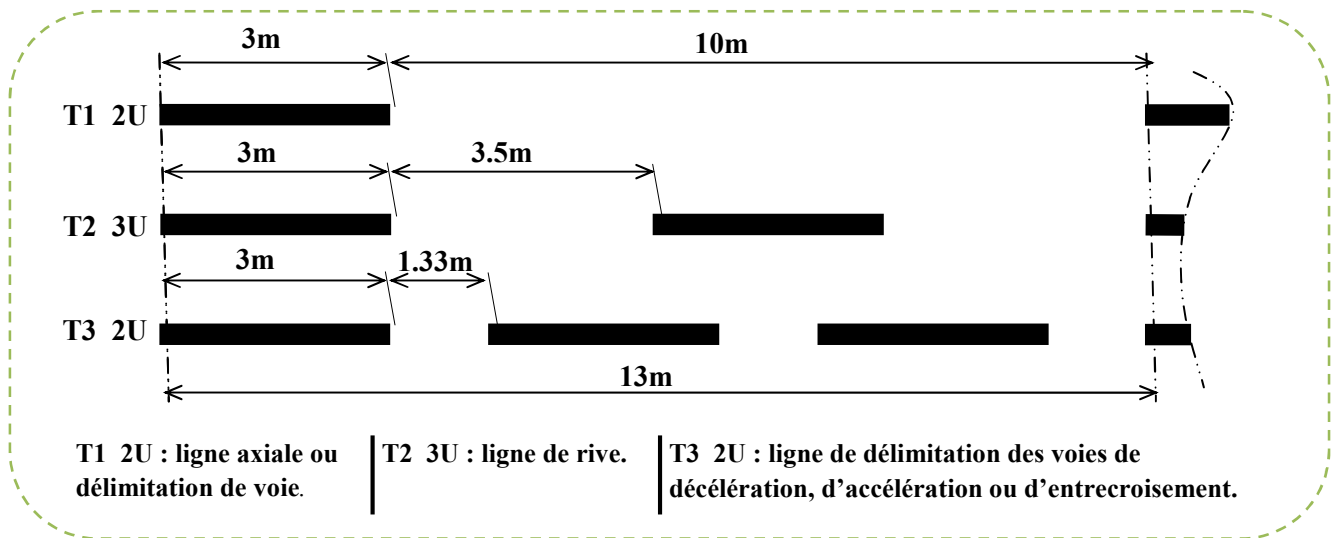
	Flèches directionnelles Elles imposent aux automobilistes de suivre la ou l'une des directions indiquées
	Ligne d'effet des signaux Indique l'endroit précis où l'on doit s'arrêter et/ou céder le passage. (au feu, stop, cédez le passage)
	Damiers dans les intersections Délimitent la traversée de la chaussée pour certaines catégories d'usagers (cycles, bus...) utilisant leurs voies spécifiques
	Zébras (hachures ou chevrons) Circulation, arrêt, stationnement interdits sur ces marquages
	Hachures jaunes Dans une intersection, ce marquage délimite la zone à ne pas encombrer
	Arrêt de bus Arrêt et stationnement interdits à tous les usagers autres que les bus
	Ligne jaune continue le long du trottoir Arrêt et stationnement interdits
	Ligne jaune discontinue le long du trottoir Arrêt autorisé, stationnement interdit

6. Modulation des lignes discontinues :

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

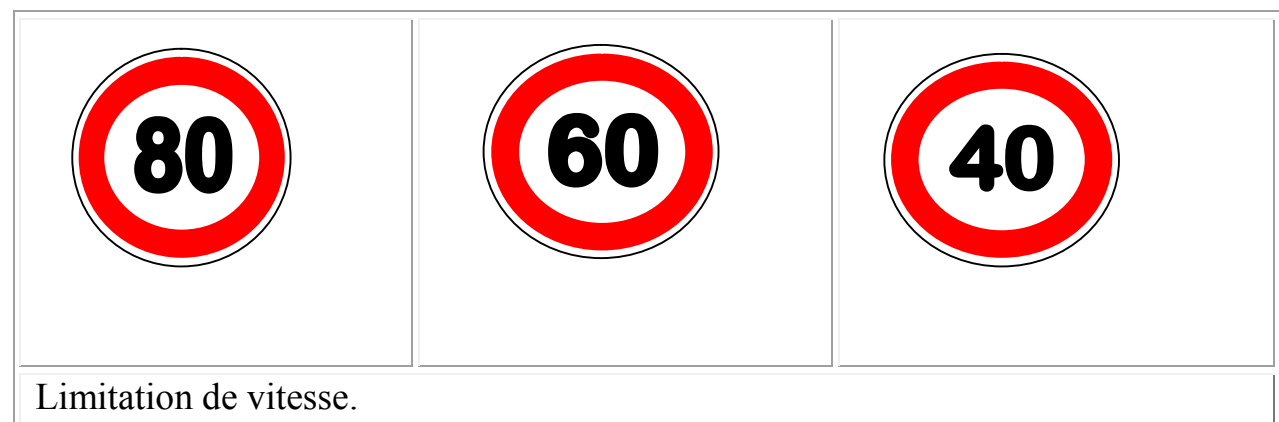
Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/vide
T ₁	3.001	10.00	1/3
T ₁ '	.50	5.00	
T ₂	3.000	3.50	1
T ₂ '	.50	.50	
T ₃	3.002	1.33	3
T ₃ '	0.00	6.00	

Marques sur chaussée :



7. Les signaux routiers utilisés dans le projet :

❖ Les signalisations verticales :

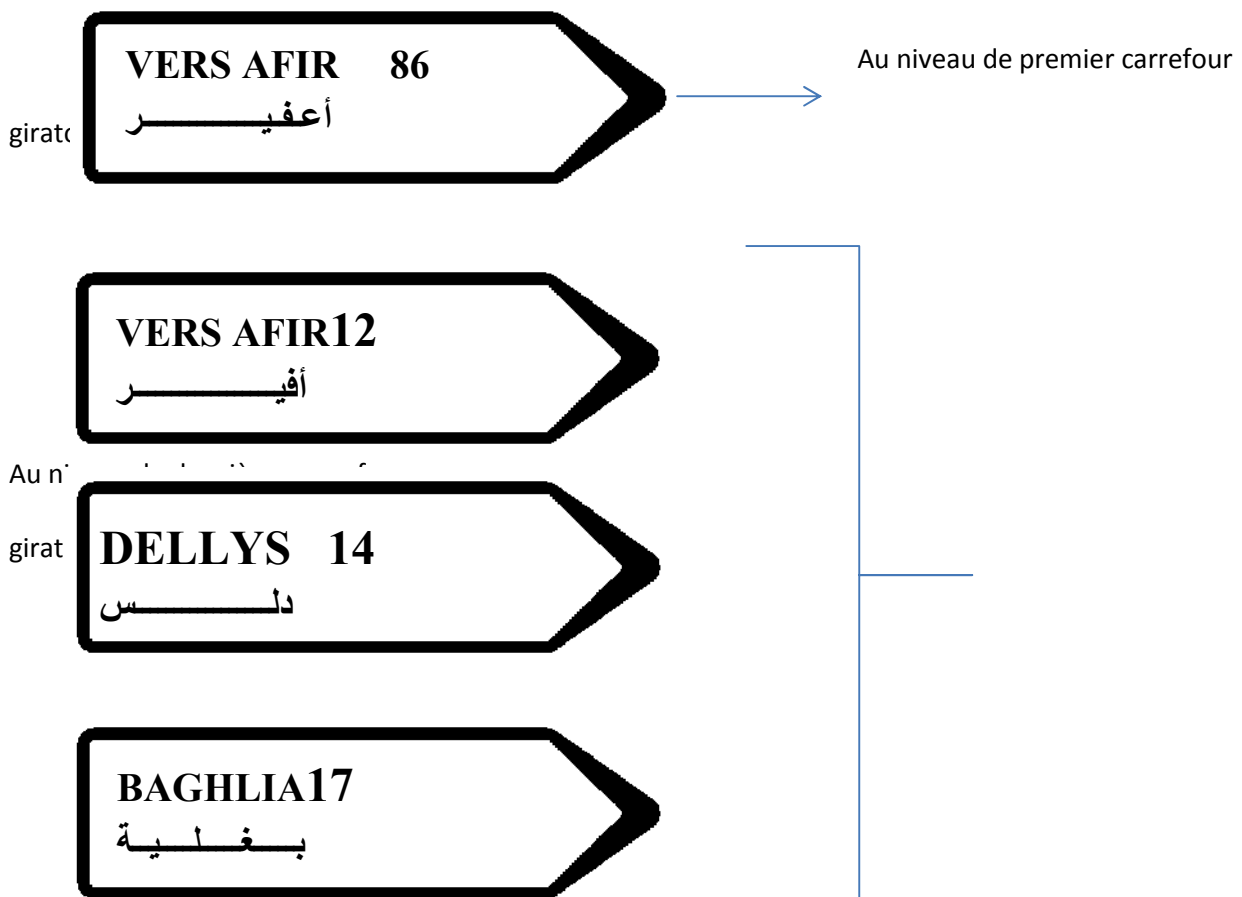




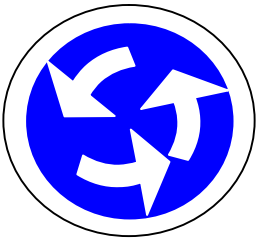
Au PK9+020



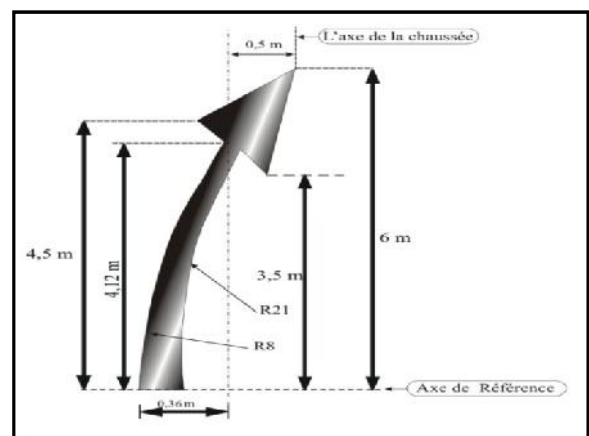
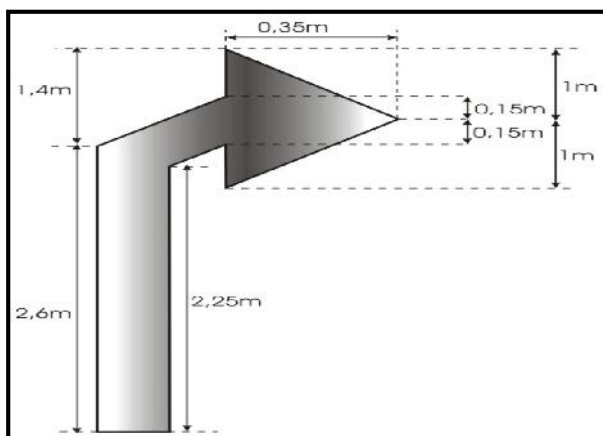
au PK8+260

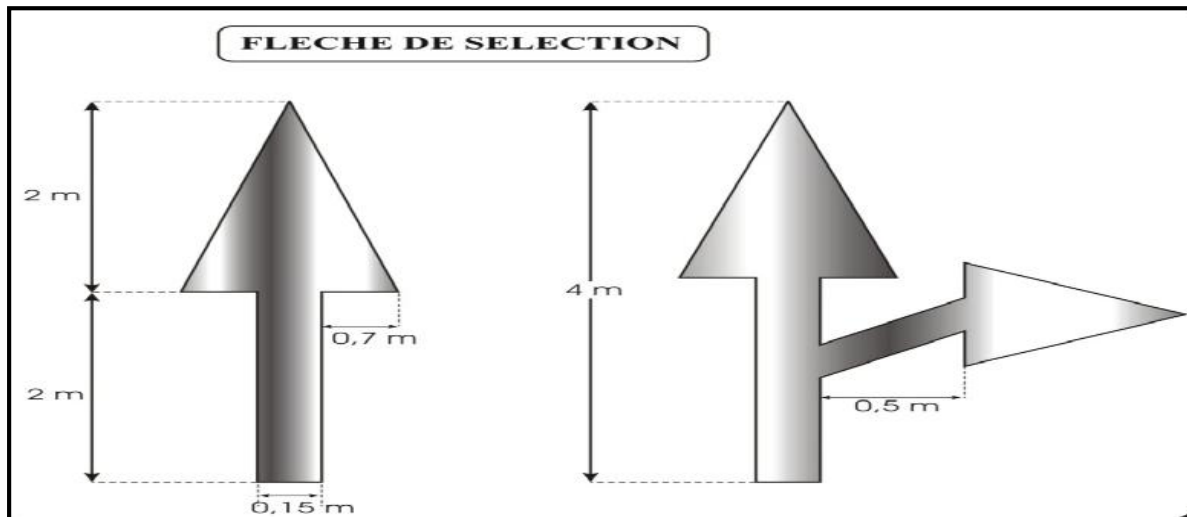


			
AB6 Indication du caractère prioritaire d'une route	Signaux de priorité	AB3a Cédez le passage à l'intersection. Signal de position	AB25 Carrefour à sens giratoire

	
Giratoire	Obligation de tourner à droite avant le panneau.

❖ les signalisations horizontales :





ECLAIRAGE :

1. Introduction :

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

2. Catégories d'éclairage:

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

3. Paramètres de l'implantation des luminaires :

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

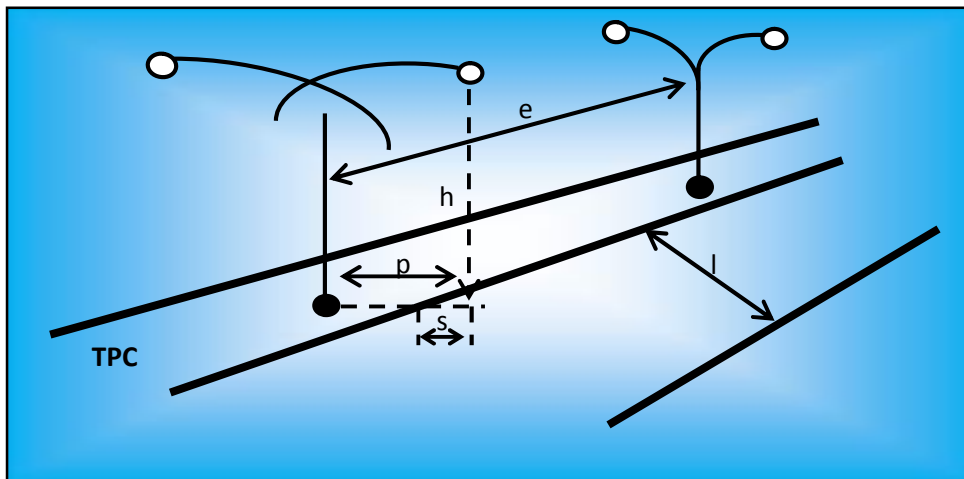


Figure -1- Paramètres de l'implantation des luminaires.

4. Application au projet :

Eclairage de la voie (au niveau des agglomérations et les giratoires) :

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

1. Etudes d'environnement d'un projet routier :

Le terme "environnement" est à prendre dans le domaine des études préalables routières au sens large. Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces animales et végétales.

L'étude d'environnement est une étude scientifique et technique multidisciplinaire, qui permet d'analyser et d'évaluer les effets et les mesures par rapport à chacune des composantes environnementales d'un projet.

La construction d'un aménagement routier est une tâche délicate à accomplir et est perçue aujourd'hui comme étant une action susceptible de porter atteinte à l'environnement. En effet l'extraction des matériaux, les déboisements, l'utilisation des ressources en eau et l'émission de bruits engendrés par ce type de projets sont des actions qui peuvent altérer la qualité des paysages ainsi que les ressources naturelles.

Le périmètre des zones d'influence pourra être défini en fonction des conditions aux limites (unité biogéographique, ou bassin versant pour le milieu terrestre). Il peut aussi dépendre des relations fonctionnelles entre milieu. Ainsi pour chaque périmètre seront définies les caractéristiques à l'origine, et les impacts du projet pour chaque solution envisagée.

L'étude d'environnement d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du 27 février 1990, stipulant qu'une telle étude doit comprendre : Une analyse détaillée du projet. Une analyse de l'état initial du site et de son environnement. Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement.

Selon (ANONYME 1992) un impact sur l'environnement constitue toute altération de l'état initial d'un site due à la construction, la modification et l'exploitation d'une installation, dans quelque domaine que ce soit.

Réglementairement, la réalisation ou la modernisation d'une infrastructure dont le coût de projet est élevé doit faire l'objet d'une étude d'impact. Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore...), mais aussi sur l'environnement de l'être humain.

1.1. L'eau :

La loi sur l'eau a renforcé les obligations des maîtres d'ouvrage en matière de précaution et de protection de cette ressource dont on mesure de plus en plus la valeur.

En ce qui concerne les infrastructures routières, les eaux de ruissellement se chargent d'apports provenant des gaz d'échappement, de l'usure des chaussées et des pièces des véhicules (plaquettes de frein, pneumatiques par exemple).

Il est ainsi nécessaire de prévoir des dispositifs permettant de récupérer les eaux superficielles provenant d'une plate-forme routière. L'importance qui sera donnée à ce thème dépendra bien sûr de la sensibilité du milieu récepteur. Les équipements à mettre en oeuvre seront très limités lorsque les sols seront imperméables, en dehors du lieu d'exutoire. Au contraire, ils devront être sophistiqués pour des zones très perméables et situées au dessus d'une nappe d'eau souterraine. Il est ainsi d'en certains cas, nécessaire d'imperméabiliser totalement l'emprise de la route, y compris les accotements. Dans ce dernier cas il est même nécessaire de mettre en oeuvre des dispositifs empêchant le renversement des véhicules hors emprise (talus de terre par exemple).

Il est nécessaire de prendre en compte les contraintes d'exploitation de l'infrastructure. C'est la viabilité hivernale qui est la plus significative à ce stade. Les polluants sont dans le cas le plus général le chlorure de sodium, mais aussi le chlorure de calcium et le chlorure de magnésium. Ces derniers sont des fondants efficaces à des températures inférieures à -5° .

Autre donnée à prendre en compte, la pollution accidentelle. Elle est liée aux accidents. Les matières principalement incriminées dans ce cas sont les hydrocarbures. Ils ne sont pas miscibles dans l'eau, ils ont un pouvoir polluant très important. La protection contre ce genre de pollution est réalisée par des bassins séparateurs qui permettent d'isoler les hydrocarbures de l'eau, très souvent par des parois siphonides.

À titre d'exemple les apports annuels sur une route à deux voies supportant un trafic de 10 000 véhicules par jour s'élèvent à:

Matières en suspension : 200 à 1 200 kg/km

demande chimique en oxygène: 230 à 400 kg/km

Plomb : 0,9 à 1,3 kg/km

zinc : 1,5 à 2,5 kg/km

hydrocarbures : 5 kg/km

1.2. Faune Et Flore :

L'impact sur les milieux naturels doit être apprécié sur l'ensemble d'un biotope ou d'une zone écologique dès lors que l'équilibre de la flore et de la faune est menacé. Les zones sensibles sont de plus en plus délimitées et protégées par des classements réglementant les usages et les équipements réalisables à leur abord. Il s'agit des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique, et des zones importantes pour la conservation des oiseaux.

Les zones humides, marais et berges, constituent des biotopes riches en flore et en faune, d'intérêt élevé et en régression. Ces zones sont biologiquement très riches. De plus elles contribuent à l'absorption du gaz carbonique contenu dans l'air, leur production végétale est le premier élément de la chaîne alimentaire des insectes et des oiseaux.

L'étude portera aussi sur les couloirs de migration des animaux. Cet aspect sera étudié tant en ce qui concerne les dispositifs à mettre en œuvre pour maintenir ces migrations qu'en terme de sécurité pour les usagers de la route.

1.3. L'air :

La pollution de l'air due au trafic routier est essentiellement causée par les gaz d'échappement et la poussière. La réduction de ces effets exige une modification de la politique nationale dont les principaux objectifs devront veiller à :

Limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO₂ (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation et des moteurs.

Utiliser d'autres modes de transport.

Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique.

Utiliser d'autres sources d'énergie.

Régler le trafic.

Contrôler les véhicules et les vitesses.

Encourager des plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'air.

1.4. Le Bruit :

Le bruit essentiellement au niveau sonore, ce niveau à un moment donné est insuffisant pour rendre compte de la nuisance sonore à laquelle peuvent être soumis les riverains d'une infrastructure de transport.

Les études de bruit doivent désormais prendre en compte un certain nombre de paramètres qui ont une grande influence sur la transmission du bruit, en particulier les conditions météorologiques les plus favorables ont lieu la nuit avec l'inversion des températures et par vent portant.

Le bruit routier provient du bruit des moteurs et de roulement. Le bruit lié au roulement est devenu la source principale émise par les véhicules en circulation pour la vitesse des PL. Deux facteurs sont bien évidemment à l'origine de ce bruit: le revêtement routier et le pneumatique. Les progrès réalisés dans le domaine des enrobés ont permis de diminuer ce bruit: particulièrement pour les enrobés à faible granulométrie.

Les moyens pour lutter contre le bruit dans un projet routier peuvent prendre plusieurs formes:

- Réduction de la vitesse.
- implantation de la voie par rapport aux zones bâties, et isolation des bâtiments.
- construction des buttes de terre, des murs anti-bruit.
- baisse du profil en long par rapport au terrain naturel.

1.5. La Destruction :

La destruction touche seulement les gens qui n'ont pas respecté le plan foncier établi par la commune ainsi que le plan directeur d'architecture et d'urbanisme (P.D.A.U), en plus la destruction de quelques clôtures d'établissement qui gênent le passage de la route.

1. 6. La Sécurité :

Pour assurer la sécurité des piétons on doit :

Planter des passerelles au niveau des centres qui génèrent les populations de la ville.

Planter des trottoirs tout le long de la route.

Pour assurer la sécurité des automobilistes on doit:

- Réduire la vitesse au niveau des intersections.
- Des panneaux de signalisation seront implantés.

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DESIGNATION	U	QTE	P.U EN CHIFFRES (DA)	MONTANT GLOBAL
SECTION 1 : INSTALLATION DU CHANTIER				
Forfait d'amenée du matériel et d'installation de chantier	F (4%)	1		52430745.80
Forfait de repli du matériel et des installations de chantier	F (2%)	1		26215372.90
TOTAL				78649118.70

SECTION 2 : TERRASSEMENT				
Décapage de terre végétale (e = 20 cm à 30 cm)	m ³	83645	250,00	20911250.00
Déblais en terrain meubles mis en remblais	m ³	381018	450,00	171458100.00
déblai meuble mis en dépôt	m ³	381018	300,00	114305400.00
Remblais en provenance d'emprunts	m ³	296393	760,00	225258680.00
TOTAL				531933430.00

SECTION 3 : CHAUSSEE				
Couche de fondation en GNT	m ³	31129	1900,00	59145100.00
Couche d'imprégnation en Cutbuck 0.8kg/m2	T	114	7000,00	798000.00
Couche de base en grave bitume 2.2T/m ³	T	34661	7100,00	246093100.00
Couche d'accrochage 0,3 kg/m2	T	43	5800,00	249400.00
Couche de forme TVO	m ³	83673	1700,00	142244100.00
Couche de revêtement en béton bitumineux 2.4T/m ³	T	20151	6 400,00	128966400.00
TOTAL				577496100.00

SECTION 4 : ASSAINISSEMENT				
Buses en B.A 1000	ml	21	35 000,00	735000.00
Buses en B.A 800	ml	326	24 000,00	7824000.00
Fossé en terre	ml	4371	90,00	393390.00
Dalot	m ³	144	35 000,00	5040000.00
TOTAL				13992390.00

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

SECTION 5 : OUVRAGE D'ART				
Ponts en Béton Armé	m ²	450	400000.00	
TOTAL				180000000.00

SECTION 6 : SIGNALISATION				
Signalisation horizontale				
Marquage par hachures	m ²	12	380,00	4 560,00
Marquage en ligne continues	ml	18654	95,00	2 926285,00
Marquage en ligne discontinues	ml	75256	55,00	4139080.00
Signalisation verticale				
Panneaux de signalisation verticale				
Type "A" Signaux de priorité	U	12	8 800,00	105600,00
Type "C" Signaux d'intersection ou de restriction	U	4	8 800,00	35200,00
Type "D" Signaux d'obligation	U	1	8 500,00	25 500,00
Type "E/B" Signaux de direction	U	13	8 500,00	110500,00
TOTAL				7346725.00

SECTION	DESTINATION	PRIX TOTAL (DA)
section 1	Installation du chantier	78649118.70
section 2	Terrassement	531933430.00
section 3	Chaussée	577496100.00
section 4	Assainissement	13992390.00
section 5	Ouvrage d'art	180000000.00
section 6	Signalisation et autre	7346725.00
TOTAL		1389417764.00

- ❖ TOTAL(1)=**1389417764.00** (DA)
- ❖ TVA17%(2)=**236201019.88**(DA)
- ❖ TOTAL TTC=(1)+(2)=**1625618784.00**(DA)

Un milliard et six cent vingt-cinq million et six cent dix-huit mille et sept cent quatre-vingt-quatre dinaralgérien

CONCLUSION GENERALE

Notre travail de fin d'études nous a permis d'appliquer nos connaissances théoriques épuisées pendant le cycle de formation.

L'élaboration d'un projet routier n'est pas une chose aisée; comme s'apparu dès la première vue, il se fait en plusieurs étapes et demande beaucoup de temps, d'expérience auquel l'étudiant en travaux publics est confronté c'est pour une documentation plus ample qu'il doit s'orienter tout en faisant appel à des connaissances théoriques.

Notre étude de dédoublement du la RN24 en phase APD et la conception de ses carrefours, nous a donné une occasion de cerner beaucoup des problèmes théoriques qui peuvent se présenter dans un projet routier.

Ce modeste travail, nous a poussé mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence l'AUTOPISTE, COVADIS et l'AUTOCAD Compte tenu de leur traitement rapide et exact des données, cet outil nous aide beaucoup pour faire une meilleure étude.

Nous voudrions signaler que le période est très court, qui ne nous permet pas de faire une étude complète à toutes faces.

Finalement, grâce à ce projet, on s'immerge dans le milieu professionnel par acquisition de plusieurs connaissances dans notre domaine.

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ Cours de routes de 4^{ème} année ENSTP ;
- ❖ Cours de 5^{ème} année ENSTP ;
- ❖ Cours d'hydraulique de 4^{ème} année ENSTP ;
- ❖ ARP (Aménagement des routes principales)
- ❖ B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes) ;
- ❖ Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P) ;
- ❖ Les Signaux Routiers (SETRA) ;
- ❖ ENSTP : anciens mémoires de Fin d'étude ;
- ❖ Aménagement des carrefours urbains (SETRA) ;
- ❖ Site internet : www.GOOGLE.com