

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

ÉTUDE EN APS ET APD D'UN TRONCON DE LA
LIAISON BOUSSEMGHOUNE - EL ABIODH SID EL
CHIKH SUR 11 Km (PK00+00 – PK11+00) AVEC
CONCEPTION D'UN CARREFOUR

Encadré par :

Mr .FALEK BRAHIM

Présenté par :

AOURAGH HAMZA

HEZIL RAFIK

Proposé par:

DTP El-Bayad

Promotion 2012

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Nous tenons, d'abord à remercier en premier lieu et avant tous, ALLAH le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail dans les meilleures conditions.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur M.FALEK BRAHIM, son compétence et son orientation.

Nous n'oublions, surtout pas, de remercier M.AMGHAR ADEL, M.LEHUEGNI TAREK, M.LOUCHENE NADJI et ABD ELLAOUI MUSTAPHA pour son aide très précieuse.

Nous remercions vont aussi à M.KHELOUFI SLAIMANE, M.DJAREF AMAR, M.LOUCIF WALID, M.BOUTABBA ABD ELHAK et à M, BERROU YUCEF qui n'ont jamais hésités de nous faire en profiter de leurs grandes expériences.

Nous remercions tout le personnel administratif de l'école pour leur orientation, ainsi que nos enseignants pendant la durée de formation.

Nous remercions également tout le personnel de la DTP de la wilaya de KHENCHELA et en particulier M^r FALEK BRAHIM.

A la fin, nous n'oublions pas les responsables de la bibliothèque qui ont beaucoup facilité notre recherche bibliographique.

HEZIL RAFIK

Aouragh hamza

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION GENERALE	
.....	01
I.PRESENTATION GENERALE	
1. Aperçu historique.....	02
2. Situation géographique	06
3. Infrastructures de Transport	08
4. situation	09
II.AVANT PROJET SOMMAIRE	
1. Introduction. 10	
2. Description du couloir.....	11
3. Les contraintes de la zone d'étude	11
4. Présentation des variantes	12
5. Principales caractéristique de la variante retenue	14
6. Caractéristiques géométriques global	15
AVANT PROJET DETAIAIS	
CHAPITRE I. ETUDE DU TRAFIC	
1. Introduction.	17
2. Analyse du trafic.	17
3. Différents type de trafic.	21
4. Calcul de la capacité.	21
5. Application de projet.	24
CHAPITRE II. TRACE EN PLAN	
1 Généralités	27
2. Définition	27
3. conception et approche.	27
4. Les éléments de tracé en plan.	28
5. Calcul des devers	31
6. Les courbes de raccordement.	32
7. les conditions de raccordement.	34
8. Combinaison des éléments de trace en plan.	35
9. la vitesse de référence.....	36
10. paramètre fondamentaux.....	36
11.calcul d'axe.....	38
CHAPITRE III. PROFIL EN LONG	
1. définition.	42
2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long.	42
3. les éléments de composition du profil en long.....	42

4. Coordination du tracé en plan et profil en long.	43
5. Déclivités.....	43
6. Raccordements en profil en long.	44
7. Caractéristique de rayon des profils en long.....	46
8. Détermination pratique du profil en long.	46

CHAPITRE IV. PROFIL EN TRAVERS

1. Définition.	50
2. Les éléments du profil en travers.	50
3. Classification du profil en travers.	51
4. Application au projet.	52

CHAPITRE V. ETUDE GEOTECHNIQUE

1. Introduction.	53
2. Les essais de la reconnaissance.	53
3. Les essais d'identifications.	53
4. Conditions d'utilisation des sols en remblais.	55
5. Les moyens de reconnaissance.	55

CHAPITRE VI. DIMENSIONNEMENT DO CORPS DE CHAUSSÉE

1. Introduction.	56
2. La chaussée.	56
3. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée.....	60
4. Les principales méthodes de dimensionnement.	61
5. Application au projet.	66

CHAPITRE VII. LES CUBATURES

1. Introduction.	73
2. Définition.	73
3. Calcul des cubatures de terrassement.	75

CHAPITRE VIII. ASSAINISSEMENT

1. Introduction.	76
2. Objectif de l'assainissement.	76
3. les notions « source ».	77
4. Quelques définitions.	78
5. Dimensionnement de réseau d'assainissement à projeter.	78
6. Application au projet.	79

CHAPITRE IX. CHOIX ET CONCEPTION DE CARRFOUR

1. Introduction.	85
2. types des carrefours urbains.	85
3. Choix de l'aménagement.	86
4. Principes généraux d'aménagements d'un carrefour.	87
5. types d'aménagement des carrefours giratoires.....	88
6. caractéristiques géométriques de carrefour giratoires	90
7. application au projet.....	94

CHAPITRE X. SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1^{ER} PARTIE SIGNALISATION

1. Introduction.	96
2. règle a respecté pour la signalisation.	96
3. type de Signalisation.	96
4. Application au projet.	99

2^{EME} PARTIE ECLAIRAGE

1. Introduction.	103	
2. Catégories d'éclairage.	1033. Paramètres de l'implantation des luminaires.	104
4. Application au projet.	104	

CHAPITRE XII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

.....	105
-------	-----

CONCLUSION GENERALE

.....	106
-------	-----

BIBLIOGRAPHIE

.....	107
-------	-----

ANNEXES

INTRODUCTION GENERALE

En fin de chaque cycle de formation, l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics (**ENSTP**), prévoit dans son programme, du deuxième semestre de la cinquième année un travail de fin d'étude qui s'étale sur une durée de trois (03) mois environ dans les services du ministère des travaux publics.

L'objectif de ce travail, est d'étudier un projet réel afin de permettre de :

- compléter les connaissances théoriques acquises durant les cycles de formation.
- s'imprégner du monde du travail.
- connaître les missions et les responsabilités d'un Ingénieur d'Etat.

De ce fait l'élève Ingénieur, est appelé à fournir beaucoup d'efforts, faire des observations, des remarques afin de présenter un travail étoffé.

Dans ce cadre, aujourd'hui en Algérie, le trafic routier connaît une évolution rapide, le réseau routier existant qui supporte ce trafic dont un pourcentage important du poids lourds, nécessite des aménagements appropriés pour endiguer le phénomène de congestionnement.

L'objectif des ces mesures est d'assurer la sécurité et le confort des usagers tout en respectant l'environnement.

Pour atteindre cet objectif notre projet a pris une place importante dans le projet national de modernisation des infrastructures de transport.

Ce présent projet de fin d'études consiste à réaliser **une liaison entre les deux villes ; boussamghoune et El -Abiodh sid cheikh sur 11Km.** Proposée par la **DTP de la wilaya d'al-Bayadh.**

L'objectif visé par ce projet est de fluidifier, en premier lieu, le trafic sur cet axe en le débarrassant de toutes les entraves et en second lieu, lui offrir une liaison routière rapide en cohérence avec le développement futur.

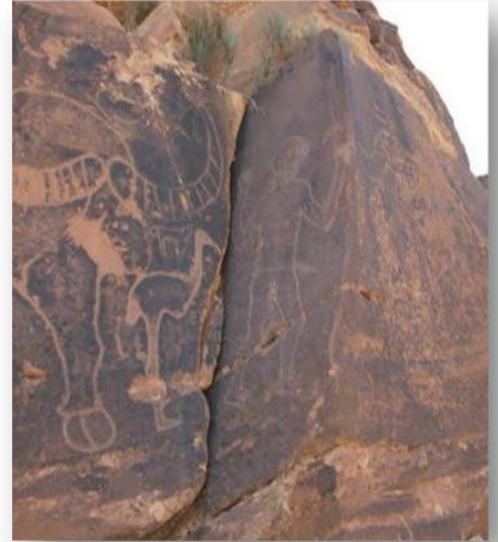
Notre projet s'articulera sur deux axes principaux à savoir :

- 1) Phase d'Avant Projet Sommaire (**APS**).
- 2) Phase d'Avant Projet Détaillé (**APD**).

I. Généralités sur la wilaya d'El Bayadh

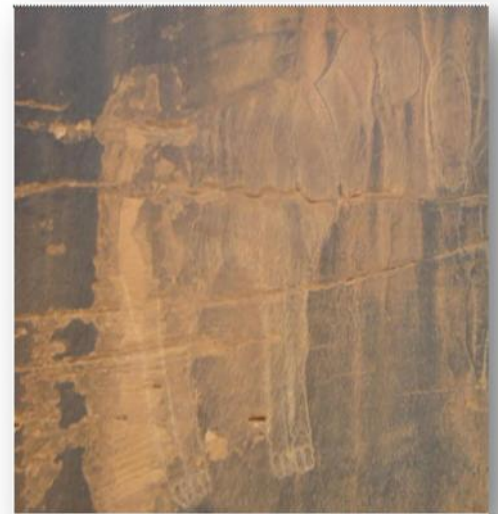
1. Aperçu historique

L'histoire nous rappelle que la région d'El Bayadh a été peuplée durant la période préhistorique comme en témoignent les différentes gravures rupestres éparpillées à travers la région. El Bayadh tirerait son nom d'une matière locale avec laquelle les premiers habitants lavaient leurs Burnous. D'autres sources avancent qu'El Bayadh évoque tout simplement les fortes précipitations de neige qui caractérisaient la région jadis.



a). Période pré historique :

Elle s'étale sur des milliers d'années, durant lesquelles l'homme primitif de la région a vécu difficilement, se nourrissant de cueillettes et s'abritant dans les grottes et cavernes en lutte permanente contre une faune qu'il a pu dominer grâce à l'évolution de son intelligence, est ainsi qu'il a su fabriquer progressivement ses aliments, ses habits, ses outils et ses armes. Les scènes de vie immortalisées par les gravures à travers la région, témoignent de sa civilisation préhistorique.



La présence d'animaux nous renseigne sur son climat doux tempéré et ses forêts denses où vivaient ces animaux. Après plusieurs milliers d'années et durant l'âge de pierre, ce climat est devenu semi-aride.

Au fur et à mesure de son évolution, l'homme de la région a su domestiquer des animaux pour ses différents besoins, il s'initia à L'agriculture saisonnière autour des points d'eau et bâtit ses premiers.

Abris en terre et bois, cette période préhistorique est visible de par les gravures rupestres qu'on y rencontre tout au long de la chaîne de l'Atlas Saharien et témoigne de grande concentration humaine et particulièrement lors de l'âge de la pierre.

La région d'El Bayadh est riche en gravures rupestres dessinées autour de certaines localités : Brezina - Boualem - Sidi Amar - Ghassoul - Krakda - Cheguig - Mehara - Arbaouet et Boussamghoune, notamment le Béliet de Boualem découvert en 1898 par le géologue Flamand et qui fut l'objet d'une publication le 06 Juin 1899 par l'académie des recherches et beaux arts de Paris et qui symbolise le Dieu de la puissance "Amon" dans la civilisation Egyptienne antique.



Ancien Cimetière Boussamghoune

b). Période islamique :

La période historique importante dont s'est imprégné l'ensemble des populations berbères de la région d'El Bayadh qui dépendait alors du territoire Nord Africain, soumise par la suite au règne Rustumide 776 - 908 puis aux Zianides et Mérinides en fonction de l'extension de leur pouvoir. Les tribus des Benihilal qui constituaient alors la majorité des habitants de la région ont joué un rôle primordial dans la préservation de l'équilibre entre ces deux tendances.

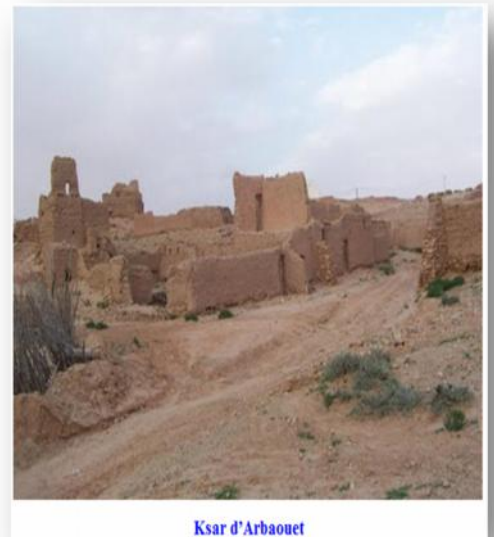


La population de la région d'El Bayadh se compose de Quatre grands regroupements Laghouat Ksel - Ahlou Yakel - Trafis - Ouled Sidi Cheikh et des minorités berbères à Boussamghoune et Chellala qui préservent toujours leurs dialectes et coutumes ancestraux. On distingue parmi ces populations les sédentaires des Ksour et les nomades.

Les nomades vivant sous les tentes et ont une économie basée sur le cheptel et le troc caravanier.

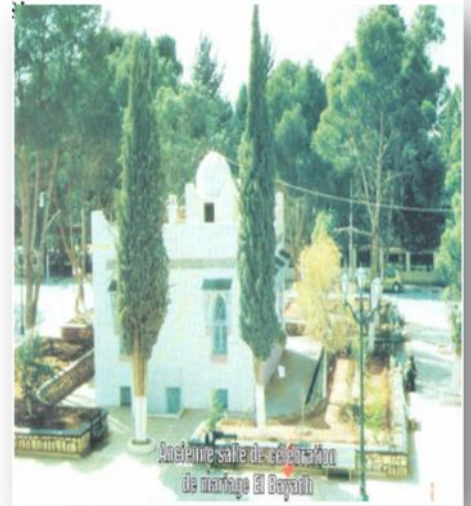
Les sédentaires pratiquant une agriculture, l'artisanat et le Commerce avec les nomades sont éparpillés à travers Huit Ksour : Boualem - Stitten - Brezina-

Ghassoul - Krakda - Arbaouet–Chellala et Boussamghoune.



c). Période coloniale :

El Bayadh culmine à 1376 mètres, ce fut à l'origine un poste militaire fondé en 1852, sur ordre du Général Péliissier avec la construction d'un fort par le Lieutenant du Génie, futur Général Segretain. La 1ère pierre fut posée exactement le 25 Novembre 1852, appelée d'abord Ligny ville du nom de Lieutenant Colonel Deligne, directeur des affaires arabes de la région, l'actuelle El Bayadh fut ensuite baptisée Géry ville du nom du colonel Géry, qui avait fait une instruction avec une petite colonne en 1843. Elle était, alors le point le plus méridional qu'on peut atteindre, après avoir été Poste Annexe Commune Mixte.



Occupation militaire de la région fut à l'origine du déclenchement de l'insurrection des Ouled Sidi Cheikh (**Bouamama, Slimane ben Hamza et de Mohamed Belkheir**) et des tribus qui leur étaient fidèles et dont la première bataille eu lieu le 08 Avril 1864 à Aouinet Boubakeur près de Stitten et qui ne verra sa fin que le 20 Mai 1883 suite au traité de paix qui fut signé avec les autorités Françaises commune et sous préfecture en 1962. El Bayadh est aujourd'hui chef lieu de Wilaya depuis 1984.

d).TOURISME:

LA Wilaya d'El Bayadh est un véritable musée naturel par la diversité de ses sites à savoir:

Les gravures rupestres, les vieux Ksours, les Grottes, les Oasis et un paysage fascinant.

Elle est le foyer de sites et de gravures rupestres que l'on rencontre dans certaines zones de l'Atlas Saharien.

2. SITUATION GEOGRAPHIQUE :

La **wilaya d'El Bayadh** est une wilaya algérienne située à l'ouest du pays.

Elle s'étend sur une superficie de 71 697 km² regroupant 8daïras

et 22 communes ; elle est limitée :

Au nord, par les wilayas de **Saïda** et de **Tiaret** ;

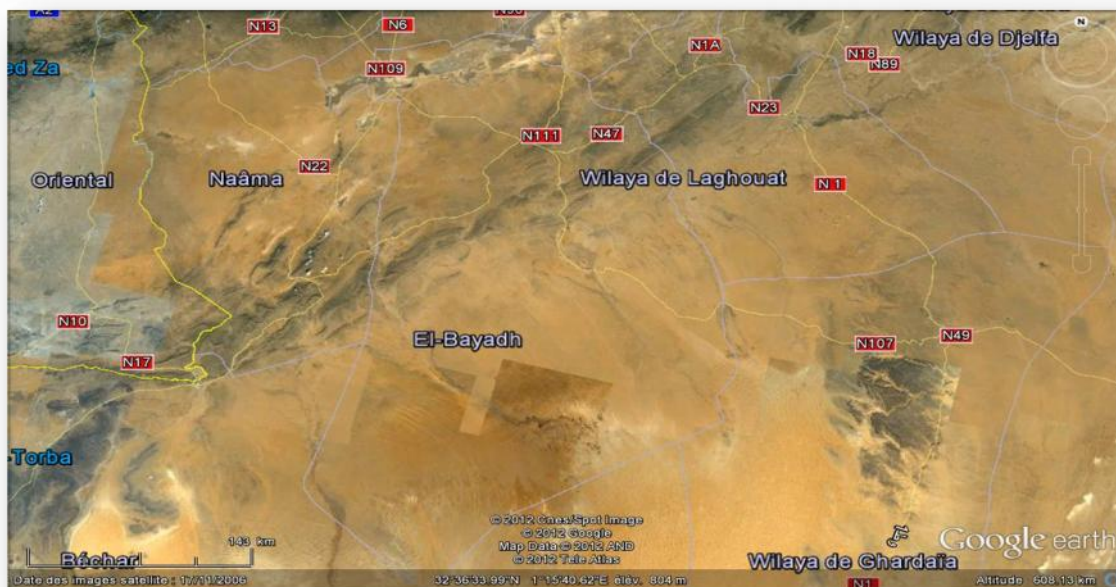
À l'est, par les wilayas de **Laghouat** et de **Ghardaïa** ;

Au sud-est, par la wilaya **d'Adrar** ;

Au sud-ouest, par la wilaya de **Béchar** ;

À l'ouest, par la wilaya de **Naâma** ;

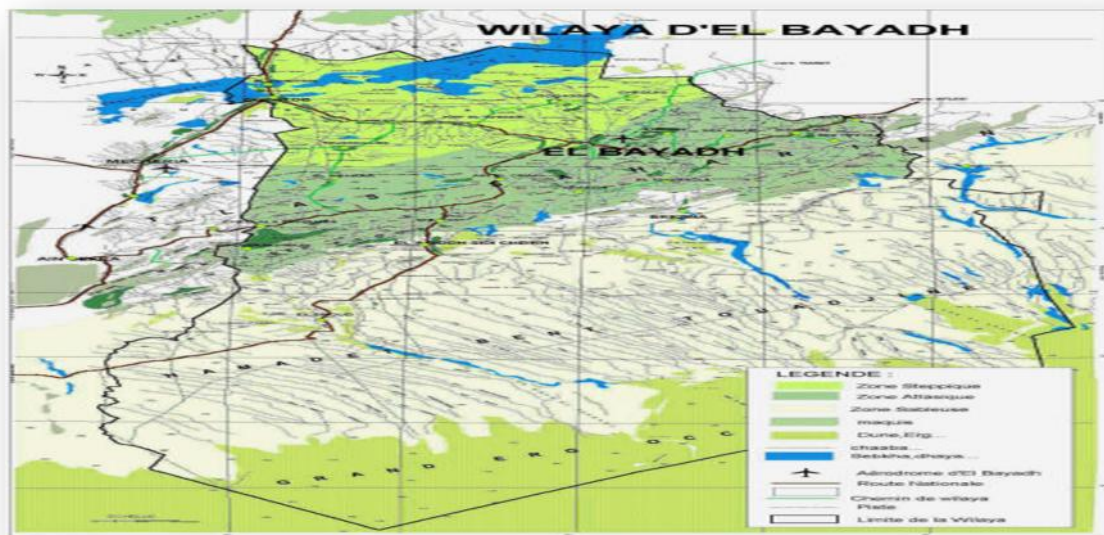
Au nord-ouest, par la wilaya de **Sidi Bel Abbés** .



a).Relief :

La wilaya d'El Bayadh fait partie intégrante de la région des Haute Plaines steppiques du Sud-ouest algérien. Sur le plan physique, elle présente trois grandes zones distinctes :

Au nord	les Hautes plaines 8778 Km ²
Au centre	l'atlas saharien 11840 Km ²
Au sud	la Présaharienne 51073 Km ²



b). Hydrographie :

Malgré leur nombre très élevé, les oueds de la région sont peu importants. Les Oueds les plus important sont : l'Oued El-Namousse, l'Oued Al-cherGUI, l'oued Lakbour et l'oued Sagare. Ce dernier est le seul à écoulement permanent, grâce au drainage de la Vallée qu'il traverse et Chott Al-Gharbi.

c). Population :

La population estimée au 2007 est de 271 140 habitants avec un taux d'accroissement de 4.02% et densité 3,78 hab/km.

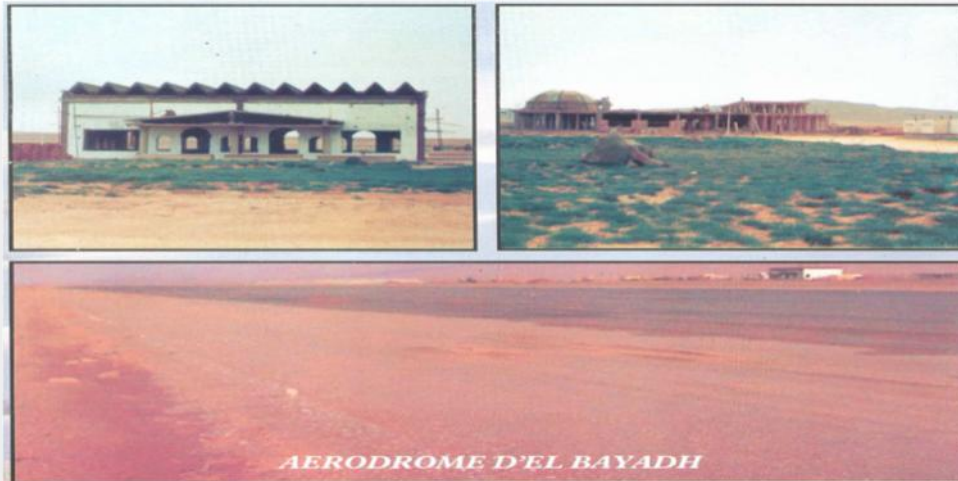
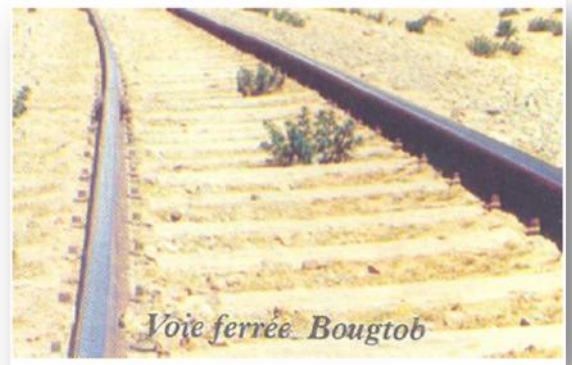
3. Infrastructures de Transport :

a). Route : 1198 Km du réseau principal

(Dont 540 Km de RN ; 130Km de CW et 528de CC).

b). Rail : liaison reliant Bougtob à Mechria (Oran-Bacher).

c). Aéroport : aéroport de Ksel 12Km .Au nord chef lieu de wilaya



4. situation :

Dans le cadre de programme de développement routier qui touche la liaison entre la RN 47 et RN59 passant par la daïra de **boussamghoune** et arrivant à la commune de **N'KHEILA** et qui se termine dans la daïra **D'EL ABIODH SID CHEIKH** sur un itinéraire de 75Km.

Notre projet débute a partir de **N'KHEILA** (PK0+00) et allant jusqu'a la daïra **D'EL ABIODH SID CHEIKH** au PK11+398 sur 11.4Km .

Les objectifs principaux de ce projet de liaison sont :

- ✓ Créer une desserte pour les citoyens habitants a ces villages.
- ✓ L'amélioration du cadre de vie des citoyens de ces régions.
- ✓ L'amélioration de la sécurité routière de l'ensemble des usagers et des riverains qui est un enjeu du premier ordre.
- ✓ Développer la zone par des investissements dans le domaine de l'agriculture.
- ✓ Parfaire l'axe routier emprunté par les gens de la région, essentiellement pour des trajets domicile/travail.
- ✓ L'amélioration de la qualité du réseau routier de la wilaya d'el Bayadh, en utilisant les normes en vigueur dans notre étude.
- ✓ L'amélioration des conditions de circulation et notamment la fluidité en période de pointe.
- ✓ La diminution du temps de parcours (raccourcis) pour le trafic de transit.

Donc le but de l'étude est de construire une route qui assure le lien entre les deux villes (**EL-ABIODH SIDI CHEIKH, BOUSSEMGOUNE**).

PHASE

APS

II. AVANT PROJET SOMMAIRE

1.Introduction:

La phase APS ; c'est l'étape qui vient directement après la phase préliminaire dans le cas où cette dernière est prévue. Elle consiste à étudier plus profondément les variantes retenues dans l'étude antérieure ou bien quand celle-ci n'est pas prévue, de procéder à l'étude à partir de plan d'état majeure, de carte topographique et aussi géologique, permettant ainsi de mieux cerner les aléas, les contraintes et les avantages liés à la situation sociaux-géographique de chaque variante.

On devra faire une étude multicritère pour le choix de la variante à retenir, celle-ci sera basée sur un plan de comparaison selon l'ensemble des critères suivant :

- Les contraintes remarquées sur le site.
- Le coûts du projet.
- Les difficultés trouvées lors du choix des tracés (caractéristiques techniques).
- Comparaison des impacts sur l'environnement.

Finalement après cette analyse multicritère, une seule variante sera gardée pour entamer la phase APD.

1.1.Localisation du fuseau retenu :

En fonction des enjeux économique et le développement de la wilaya, l'expansion du développement de la ville de **boussamghoune** s'étant effectuée vers l'Est, le positionnement de cette ville par rapport au réseau routier, (Notre projet débute à partir de **N'KHEILA** (PK0+00) et allant jusqu'à la daïra d'**EL ABIODH SID CHEIKH** au PK11+398,07 sur 11Km) .

Nous oblige à avoir recours au choix d'un seul couloir (voir schéma synoptique figure N°1).

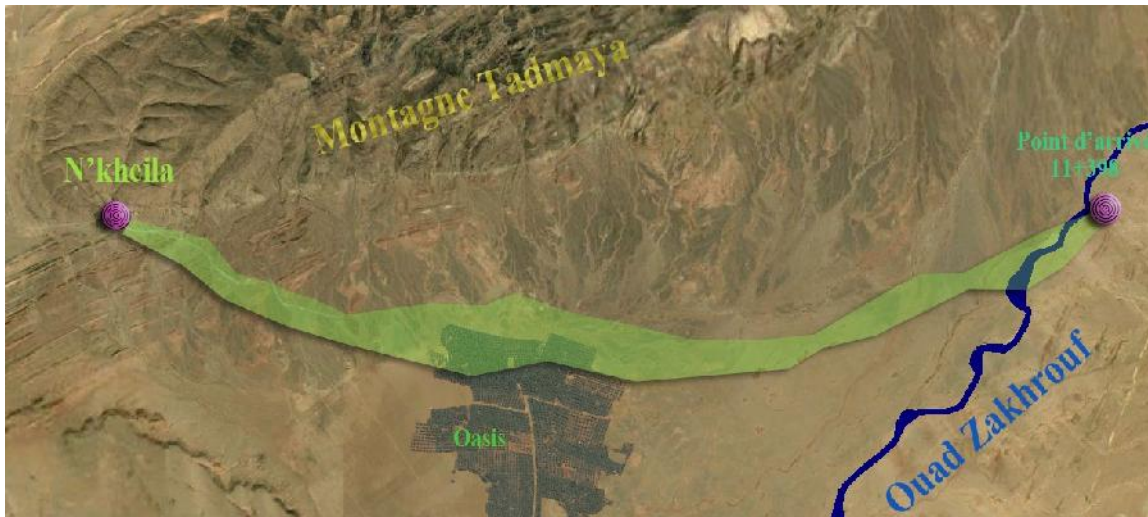


Figure -1- schéma synoptique représentant le fuseau retenu

2. Description du couloir:

Le couloir choisi passe du côté SUD EST de la ville DE **boussamghoune** a une largeur variant entre 30 m a 150 m, limité de part et d'autre par une zone agricole dans sa partie Sud, il franchit successivement l'obstacle suivants :

- Au PK 2+150 carrefours à projeter pour lier **boussamghoune** et **EL- Abiodh Sid cheikh** avec **benoud**.

3. Les contraintes de la zone d'étude :

3.1. Environnement géographique:

Le relief de notre projet est généralement plat. Sauf à la première tranche elle existe la série de l'atlas saharien (de PK0+00 jusqu'a PK2+100).



3.2. Environnement Natural :

Le territoire du projet s'étend sur une série de milieux qui présente un enjeu exceptionnel et un intérêt écologique certain. En effet, les différentes zones distinctes (hautes plaines, la présaharienne et l'atlas saharien) notamment les chameaux génèrent une diversité intéressante de ces milieux (boisement, lacs etc....).



4. Présentation des variantes :

Dans cette phase, on va étudier deux (02) variantes afin de trouver la meilleure solution adoptée pour la réalisation de notre projet (voir schéma synoptique figure N°2).



Figure -2- schéma synoptique représentant les variantes

1^{er} VARIANTE :

L'origine de la **première variante** est la commune de **N'KHEILA**, (environ de 17km de la daïra de **boussamghoune «cw 04»** et celle là est loin de 160km de la wilaya de **el Bayadh «RN 47»**). Cette variante est la plus courte, elle

traverse un relief généralement plat sauf la première trancha, et en rejoignant finalement notre point d'arrivé environ 11.4km de N'KHEILA.



Figure-3-Schéma synoptique représentant la variante 1

2ème VARIANTE :

Pour la **deuxième variante**, elle a presque la même trajectoire et traverse les mêmes obstacles que la première (par ce qu'on a un couloir étroite). Cette variante a une longueur de 14Km.



Figure-4-Schéma synoptique représentant la variante 2

❖ **Comparison entre les variantes :**

Variante	Avantages	Inconvénients
1 ^{ère} VAR	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de contrainte topographique forte (coût diminué) - plus courte (11.4Km) - compatible avec les routes et pistes existantes (gain de terrassements). - Trace éloigné des habitations. - Pas de nuisance. - Respect les conditions de confort et de sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Passe au pied de mont
2 ^{ème} VAR	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de contrainte topographique forte. - Trace éloigné des habitations. 	<ul style="list-style-type: none"> - plus long (14Km, donc augmentation de coût) - Passe au pied de mont

Tableau -1- La comparaison entre les deux variantes

❖ **Conclusion :**

L'analyse comparative des deux(02) variantes, nous a permis d'opter pour la variante N°1 qui présente les critères techniques et économiques les plus avantageuses.

5. Principales caractéristique de la variante retenue :

La conception du projet à partir de la variante retenue est basée sur les concepts suivants :

- ❖ Choix d'un tracé tendant à s'éloigner au maximum des habitations.
- ❖ Pas de dispositions particulières contre le bruit routier.

- ❖ Absence d'impact dommageable notable la vie faune sauvage.
- ❖ Impact minimum sur les grands paysages.

6. Caractéristiques géométriques global :

6.1. Trace en plan :

Les caractéristiques géométriques adoptées visent à assurer des conditions de confort et de sécurité relativement homogènes et adaptées à la catégorie 3 et au vitesse de base de 80km/h dans un environnement E1.

En fonction de la vitesse de référence définie ci-dessus les caractéristiques du tracé en plan se déclinent comme suit :

paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (8%)	220
Rayon horizontal normal (m)	RHN (6%)	375
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (3%)	800
Rayon horizontal non déversé(m)	RHnd (-3%)	1200

Tableau -2- caractéristique géométrique du tracé en plan

6.2. Profil en long:

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leurs pentes et de raccords paraboliques caractérisés par leurs rayons.

Les rayons en angles saillants interviennent sur la visibilité et le confort (accélération verticale), de ce fait c'est toujours la première condition qui est déterminante. Les rayons en angle rentrant sont eux fixés principalement par des conditions de confort.

En fonction de la vitesse de référence définie, les caractéristiques de profil en long se déclinent comme suit :

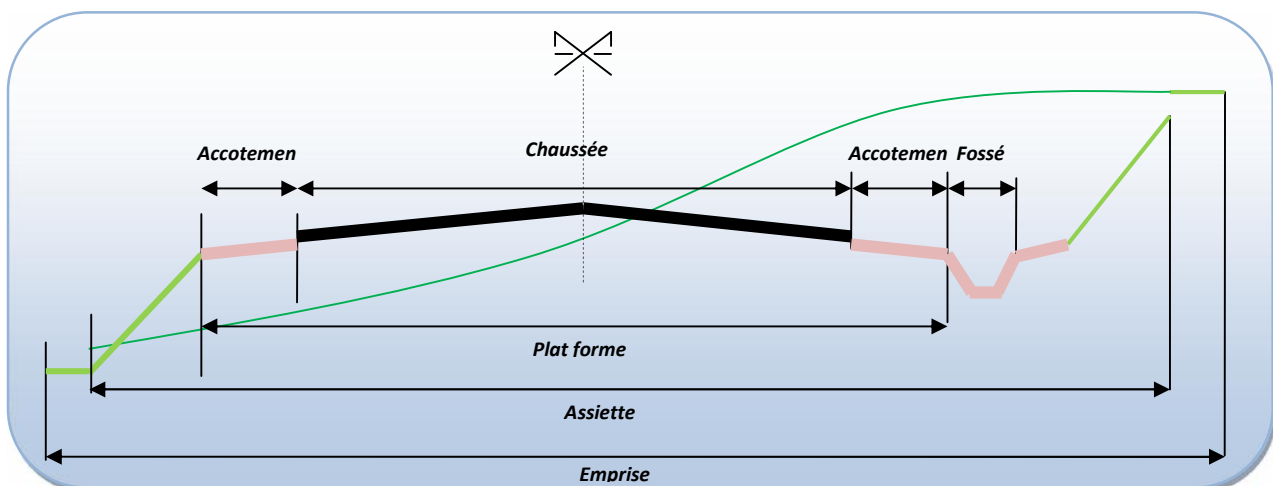
Catégorie		C₃
environnement		E1
Vitesses de base (Km/h)		80
Rayon en angle saillant RV	Route bidirectionnelle : (2 voies) RVm1 (minimal absolu) en m RVn1 (minimal normal) en m	3500 8000
Rayon en angle rentrant RV	Route bidirectionnelle :(2 voies) RVm1 (minimal absolu) en m RVn1 (minimal normal) en m	1600 2400

Tableau -3- caractéristique géométrique du profil en long

6.3. Profil en travers type :

Un projet de route comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers. Pour éviter de reporter sur un chacun d'eux les dimensions générales qui se répètent et des détails constructifs communs, on établit tout d'abord un profil unique, appelé « profil-type », contenant toutes les dimensions et tous les couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux...

Les éléments constitutifs du profil en type sont :



CHAPITRE I :
ETUDE DU
TRAFIC

I. ETUDE DU TRAFIC

1-INTRODUCTION :

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers. Cette conception repose, sur une partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

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

2-L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS :

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

2.1. La mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

- a- **Les comptages:** son permettent de quantifier le trafic.
- b- **Les enquêtes:** son permettent d'obtenir des renseignements qualificatifs.

2.2. Les Comptages :

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

- ✓ Les comptages manuels.
- ✓ Les comptages automatiques.

a- Les comptages manuels :

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs.

Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

b- Les comptages automatiques :

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée.

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires :

Les comptages permanents : sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

Les comptages temporaires : s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période ou le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

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

2.3. Les Enquêtes Origine Destination :

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination. Il existe plusieurs types d'enquêtes :

a- les Enquêtes papillons ou distributions :

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons et sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

- ✓ **Les avantages de la méthode** : sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.
- ✓ **Les inconvénients de la méthode** : c'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

b- Relevé des plaques minéralogiques :

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre à chiffres ou lettres), la comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux.

Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable.

c- interview des conducteurs :

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :(origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement tels que le type de véhicule.

d- Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage :

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'un interview à son domicile

par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général ,ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

3- DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS :

3.1. Trafic normal :

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

3.2. Trafic dévié :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

3.3. Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

- ✓ Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
- ✓ Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

3.4. Trafic total :

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

4- CALCUL DE LA CAPACITÉ :

4.1. Définition De La Capacité :

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

- Des conditions de trafic.

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

4.2. Projection Future Du Trafic :

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

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

Avec :

TJMA_h : le trafic à l'année horizon.

TJMA₀ : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

4.3. Calcul De Trafic Effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients à d'équivalence pour convertir les PL en (uvp).

Le trafic effectif est donné la relation suivante :

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

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

Z : pourcentage de poids lourd.

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend :

Tableau I.1: coefficient d'équivalence

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

4.4. Débit De Pointe Horaire Normal :

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

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

Avec :

Q : débit de pointe horaire.

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

Teff : trafic effectif.

4.5. Débit Horaire Admissible :

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

$$Q_{\text{adm}} = K1 * K2 * C_{\text{th}}$$

Tableau I.2 : Valeur de K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau I.3 : valeur de K2

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

Tableau I.4 : valeur de la capacité théorique

	Capacité théorique (uvp/h)
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200
Route à chaussée séparée	1500 à 1800

4.6. Détermination Nombre Des Voies :

- a- **Cas d'une chaussée bidirectionnelle** : on compare Q à Q_{adm} et on opte le profil auquel correspond la valeur de Q_{adm} la plus proche à Q .
- b- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle**: le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport $S.Q/Q_{adm}$.

Avec :

Q_{adm} : débit admissible par voie.

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

5- APPLICATION AU PROJET:

5.1. Les données de trafic:

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par bureau d'étude SET ORAN qui sont les suivants :

- ✓ Le trafic à l'année 2011 $TJMA_{2011}=1600v/j$.
- ✓ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau=4\%$.
- ✓ La vitesse de base sur le tracé $VB=80km/h$.
- ✓ Le pourcentage de poids lourds $Z=19\%$.
- ✓ L'année de mise en service sera en 2014
- ✓ La durée de vie estimée de 20 ans.

5.2. Projection future de trafic :

L'année de mise en service (2014)

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

Avec :

$TJMA_h$: trafic à l'horizon (année de mise en service 2014).

$TJMA_o$: trafic à l'année zéro (origine 2011).

$$TJMA_{2014} = 1600 \times (1 + 0,04)^3 = 1800 \text{ v/j.} \quad \text{Donc : } TJMA_{2014}=1800 \text{ v/j}$$

Trafic à l'année (2034) pour une durée de vie de 20 ans

$$TJMA_{2034}=1800 \times (1+0.04)^{20}=3944 \text{ v/j} \quad \text{Donc : } TJMA_{2034}=3944 \text{ v/j}$$

5.3. Calcul du trafic effectif :

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

Avec:

P: coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds.

Pour une route à deux voies et un environnement E1 on a : $p= 3$

Z: le pourcentage de poids lourds est égal à $z=19\%$

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.19) + 3 \times 0.19] \times 3944 = 5443 \text{ uvp/h. Donc :}$$

$$T_{\text{eff}} = 5443$$

5.4. Débit de pointe horaire normale :

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

Avec:

1/n: coefficient de pointe horaire pris est égal à $1/n= 0.12$

$$AN : Q = 0.12 \times 5443 = 654 \text{ uvp/h}$$

Donc :

$$Q = 654 \text{ uvp/h}$$

5.5. Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \cdot K_2$$

Avec :

K1: coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E1

K2: coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement

(E1) et catégorie (C1) C_{th}: capacité théorique :

$C_{\text{th}} = (1500 / 2000)$, (d'après le B40 pour E1, C3 et pour une chaussée à 2 voies et 1.20m d'accotement).

$$Q_{\text{adm}} = 0.75 \times 1.00 \times 1500$$

Donc :

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

$$\Rightarrow Q_{2034} < Q_{\text{adm}}$$

Donc on a une chaussée bidirectionnelle : 2voies + accotement

$$2 \times (3.5\text{m} + 1.2\text{m})$$

5.6. Le nombre de voies :

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

Avec: $S=2/3$

$$N = (2/3) \times (654 / 1125) = 0.4$$

Donc :

$$N = 1 \text{ voie /sens}$$

5.7. Calcul de l'année de saturation :

On détermine la dure de vie avant saturation de la route (une bidirectionnelle 2 voies) par la formule suivante :

✓ calcul de Q_f :

$$Q_f = k_1 \times k_2 \times C_{th}$$

$$Q_f = 0.75 \times 1.00 \times 1500 = 1125 \text{ uvp/j}$$

Donc :

$$Q_f = 1125 \text{ uvp/j}$$

$$Q_{D_{2011}} = 0.12 \times T_{eff}$$

$$Q_{D_{2011}} = 0.12 \times ((1-Z) + P \times Z)$$

$$Q_{D_{2011}} = 0.12 ((1-0.19) + 3 \times 0.19)$$

$$Q_{D_{2011}} = 0.1656 \times TJMA$$

$$TJMA_n = TJMA_{2011} (1 + \tau)^n$$

$$TJMA_n = 1600 (1.04)^n$$

$$Q_{D_{2011}} = 265 (1.04)^n$$

$$Q_f = Q_D \quad 1125 = 265 (1.04)^N$$

Donc :

$$N = 36 \text{ ans}$$

$$N = \log(4.24) / \log(1.04) = 36 \text{ ans.}$$

Donc l'année de saturation = 2014 + 37 = 2051.

Tableau I.5 : Les calculs sont représentés dans le tableau suivant :

TJMA ₂₀₁₁ (v/j)	TJMA ₂₀₁₄ (v/j)	TJMA ₂₀₃₄ (v/j)	T _{eff} ₂₀₃₄ (uvp/j)	Q ₂₀₃₄ (uvp/h)	N Nombre de
1600	1800	3944	5443	654	2

CHAPITRE II :
TRACE EN
PLAN

II. TRACE EN PLAN

1. Généralités :

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

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

2. Définition :

Le tracé en plan est la projection de la route sur un plan horizontal.

Il est constitué de :

- ✓ Lignes droites de longueur limitée en fonction de la vitesse de référence.
- ✓ Courbes de raccordements à rayons de courbure variable.
- ✓ Arcs de cercles à rayon de courbures constants.

3. Conception et Approche :

L'approche d'étude de dédoublement est différente des études en site vierge et différente également des études de renforcement et réhabilitation pour cela l'approche suivante a été adoptée.

❖ **Élargir autant que possible d'un coté :**

Cette démarche permet de réduire les coûts de projet, sauvegarder et préserver la chaussée existante, ses dépendances et un coté de l'assainissement, elle permet d'exécuter les travaux sans porter de gêne à l'utilisateur (maintien de la circulation). Néanmoins, cette démarche présente également quelques inconvénients, notamment en ce qui concerne, comment coller au maximum la chaussée nouvelle à l'ancienne en tout en respectant la largeur minimale de T.P.C Comment adapter l'axe nouveau à l'ancien sachant que ce dernier peut ne pas être conforme aux normes techniques (rayons au dessous de minimum). En fin, pour les sections bordées d'habitation nous avons préconisé de :

- ✓ utiliser au maximum la plate forme existante en se collant sur l'existant.
- ✓ élargir des deux cotes si ses mesures se sont avérées insuffisantes.

4. Les éléments du tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

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

4.1. Les alignements :

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

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

- ✓ Eblouissement causé par les phares.
- ✓ Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- ✓ Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- ✓ Mauvaise adaptation de la route au paysage.
- ✓ Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement se justifie :
- ✓ En plaine ou, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- ✓ Dans des vallées étroites.
- ✓ Le long de constructions existantes.
- ✓ Pour donner la possibilité de dépassement.
- ✓ La longueur des alignements dépend de :
- ✓ La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- ✓ Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- ✓ Du rayon de courbure de ces sinuosités.

$$L_{min} = T.V \text{ avec } V \text{ en (m/s)}$$
$$T = 5 \text{ sec}$$

$$L_{max} = T.V \text{ avec } V \text{ en (m/s)}$$
$$T = 60 \text{ sec}$$

4.2. Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

4.3. Stabilité en courbe :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, Pour éviter le glissement des véhicules roulant à faible vitesse, on évite l'emploi de fortes inclinaisons transversales et on augmente le rayon.

D'où la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

➤ *Rayon horizontal minimal absolu (RHM) :*

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal

$$RHM = \frac{V_B^2}{127 \times (f_t + d_{max})}$$

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

➤ *Rayon minimal normal (RHN) :*

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

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

➤ **Rayon au dévers minimal (RHd) :**

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

Dévers associé $d_{min} = 2.5\%$ en catégorie 1 – 2

$d_{min} = 3\%$ en catégorie 3 – 4

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

➤ **Rayon minimal non déversé :**

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le dévers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (RHnd).

$$RHnd = \frac{V_B^2}{127 \times 0.0035} \text{ Cat. 1 – 2}$$

Pour notre projet situé dans un environnement (E1), et classé en catégorie 3 (C3) avec une vitesse de base de 80km/h, le règlement B40 préconise les rayons suivant : (voir le tableau)

Tableau 1: rayons du tracé en plan :

Paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (8%)	220
Rayon horizontal normal (m)	RHN (6%)	375
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (3%)	800
Rayon horizontal non déversé(m)	RHnd (-3%)	1200

➤ **Sur largeur :**

Un long véhicule à 2 essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

$$S = L^2 / 2R$$

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

R : rayon de l'axe de la route ≤ 200 m.

5. Calcul des devers:

5-1 Définition :

Le devers est la pente transversale de la chaussée, il permet d'évacuer des eaux zénithales pour les alignements droits et pour assurer la stabilité des véhicules en courbe.

5-2 Calcul des devers en courbe :

Dans les alignements droits et dans les courbes de rayon $R \geq R_{Hnd}$ le devers "d" est égal à 2.5% et pour les courbes de rayon $R < R_{Hnd}$ on fait un calcul par interpolation linéaire en

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

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

- ✓ Les rayons compris entre R_{Hd} et R_{Hnd} sont en dévers minimal d_{min} .
- ✓ Les rayons supérieurs à R_{Hnd} peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucun perturbation sur le plan de drainage.
- ✓ Un rayon R_{Hm} doit être encadré par des R_{Hn} .

6. Les courbes de raccordement :

Un tracé rationnel de route moderne comportera des alignements, des arcs de cercle et entre eux, des tronçons de raccordement de courbure progressive, passant de la courbure 0 ($R = \text{infini}$) à l'extrémité de l'alignement à la courbure $1/R$ au début du cercle du virage.

6-1 Rôle et nécessité des courbes de raccordement :

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

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

6-2 Types de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- ✓ Parabole cubique
- ✓ Lemniscate
- ✓ Clothoïde

➤ *Parabole cubique :*

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

➤ *Lemniscate :*

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

➤ **Clothoïde :**

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

a- Expression mathématique de la Clothoïde :

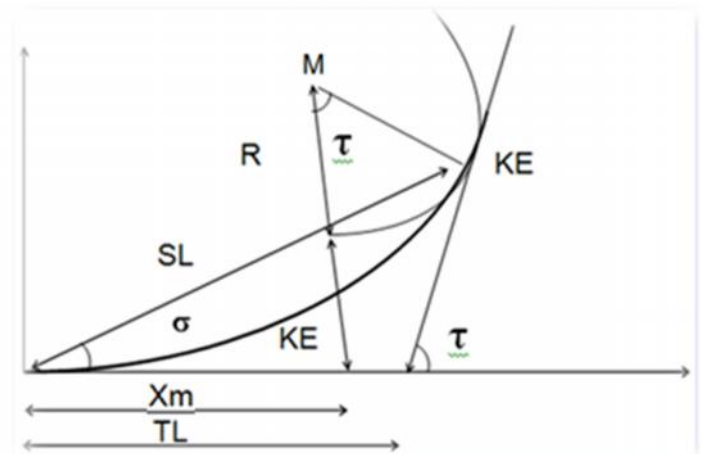
Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L.

$$K = C \times L = \frac{1}{R}$$

On pose : $1/C = A^2 \longrightarrow L.R = A^2$

b- Eléments de la Clothoïde :

- ✓ R : Rayon du cercle.
- ✓ L : Longueur de la branche de Clothoïde.
- ✓ A : Paramètre de la Clothoïde.
- ✓ KA : origine de la Clothoïde.
- ✓ KE : extrémité de la Clothoïde.
- ✓ DR : ripage.
- ✓ τ : angle des tangentes.
- ✓ TC : tangente courte.
- ✓ TL : tangente longue
- ✓ σ : angle polaire.
- ✓ SL : corde KE –KA.
- ✓ M : centre du cercle d'abscisse X_m .
- ✓ X_m : abscisse du centre du cercle M à partir de KA.
- ✓ Y_m : ordonnée du centre du cercle M a partir de KA.



- ✓ X: abscisse de KE
- ✓ Y : ordonnée de KE.

7. Les conditions de raccordement :

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

7-1 Condition optique :

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

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

$\tau \geq 3^\circ$, soit $\tau \geq 1/18$ rad.

$\tau = L/2R > 1/18$ rad $\Rightarrow L \geq R/9$ soit $A \geq R/3$.

$R/3 \leq A \leq R$

Pour $R < 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) d'ou $L = (24 R \Delta R)^{1/2}$

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

Pour $R \gg 5000 \Rightarrow \Delta R$ limité à 2.5m soit $L = 7.75(R)^{1/2}$

7-2 Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule. La variation de l'accélération transversale est : $(\frac{V^2}{R} - g \cdot \Delta d)$ Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur $Kg = g/0.2VB$

Avec une gravitation : $g = 9.8\text{m/s}$ on opte :

V_B : vitesse de base (Km/h).

R : le rayon (m).

Δd : la variation de divers ($\Delta d = d_{\text{final}} - d_{\text{init}}$) (%).

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

7-3 Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de dévers, elle s'applique par rapport à son axe.

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

$$L \geq l \times \Delta d \times V_B$$

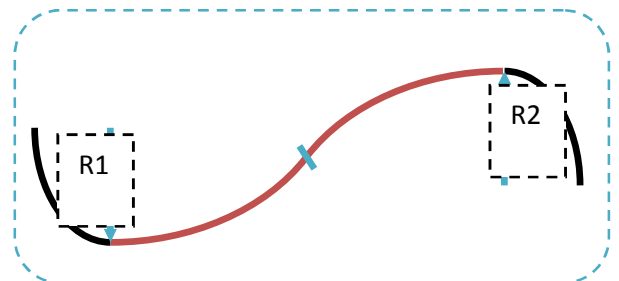
Δd : variation de dévers.

8. Combinaison des éléments de trace en plan :

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

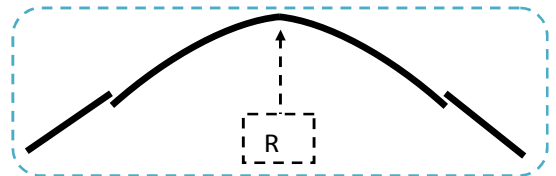
8-1 Courbe en S :

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



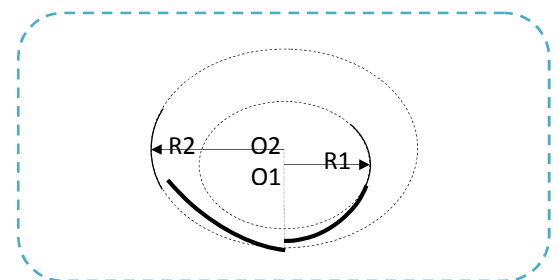
8-2 Courbe à sommet :

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



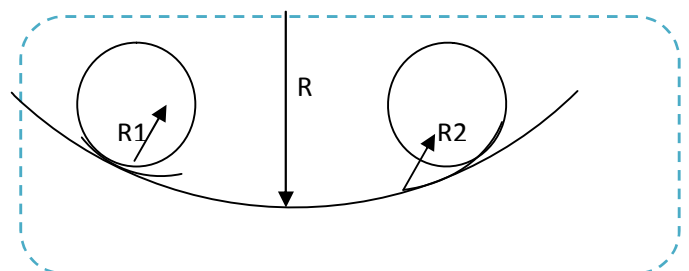
8-3 Courbe en Ovale :

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



8-4 Courbe en C :

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



9. La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de base (VB) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route.

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

9-1 Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- ✓ Catégorie de route.
- ✓ Caractéristique de trafic et le poids lourd
- ✓ Topographie.
- ✓ Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

9-2 Vitesse de projet :

La vitesse de projet V_p est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales, On entend par conditions normales:

- ✓ Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace.
- ✓ Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible.
- ✓ Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonne conditions normales.

10. Paramètres fondamentaux :

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

Tableau N° 2: Paramètres fondamentaux (1)

Paramètres	Symboles	Valeurs
• Vitesse (km/h)	V_B	80
• Longueur minimale (m)	L_{min}	112
• Longueur maximale (m)	L_{max}	1333
• Devers minimal (%)	d_{min}	3
• Devers maximal (%)	d_{max}	8
• Temps de perception réaction (s)	t_1	2
• Frottement longitudinal	f_l	0.39
• Frottement transversal	f_t	0.13
• Distance de freinage (m)	d_0	65
• Distance d'arrêt (m)	d_1	109
• Distance de visibilité de dépassement minimale(m)	d_m	320
• Distance de visibilité de dépassement normale (m)	d_n	480
• Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	d_{md}	200
• RHm (m) (devers associe %)	RHm	220 (8 %)
• RHN (m) (devers associe %)	RHN	375 (6 %)
• RHd (m) (devers associe %)	RHd	800(3%)
• RHnd (m) (devers associe %)	RHnd	1200(-3%)

D'après tous qui est précède les éléments utilisés dans notre projet sont

Comme suite :

✓ **Les rayons:**

$R (m)$	Nombre	dévers (%)	$R (m)$	Nombre	dévers (%)
250	1	(7.42 %)	700	1	(3.38%)
260	1	(7.26%)	1000	1	(2.47%)
280	1	(6.96%)	1200	1	(2.12%)
300	1	(6.71%)	1500	1	(1.76%)
350	2	(6.20%)	1700	1	(1.60%)
500	3	(4.59%)	1800	1	(1.53%)
600	3	(3.88%)			

- ✓ Les alignements (max et min):

$$L_{\max} = 1153.177 \text{ m} < L_{\max}(\text{B40}).$$

$$L_{\min} = 140.449 \text{ m} > L_{\min}(\text{B40}).$$

- ✓ Le pourcentage de la longueur des alignements est de 52% entre 40% et 60% de la longueur totale de tracé.

11. Calcul d'axe :

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes:

- ✓ Calcul de gisements.
- ✓ Calcul de l'angle γ entre alignements.
- ✓ Calcul de la tangente T.
- ✓ Calcul de la corde SL.
- ✓ Calcul de l'angle polaire σ .
- ✓ Vérification de non chevauchement
- ✓ Calcul de l'arc de cercle
- ✓ Calcul des coordonnées des points singuliers
- ✓ calcul de kilométrage des points particuliers.

Exemple de calcul :

Calcul des coordonnées des différents sommets :

A partir de tracé en plan on détermine:

- Les coordonnées des sommets :

$$S1 \begin{cases} XS1 = 4182.8351 \text{ m} \\ YS1 = 3622061.3059 \text{ m} \end{cases} \quad S2 \begin{cases} XS2 = 4604.4790 \text{ m} \\ YS2 = 3621941.9250 \text{ m} \end{cases} \quad S3 \begin{cases} XS3 = 5094.2397 \text{ m} \\ YS3 = 3621925.4880 \text{ m} \end{cases}$$

On utilise la relation suivante pour calculer les coordonnées des différents sommets :

$$S_i \begin{cases} X_{S_{i+1}} = X_{S_i} + D_{S_i-S_{i+1}} \times \sin(G_{S_i-S_{i+1}}) \\ y_{S_{i+1}} = y_{S_i} + D_{S_i-S_{i+1}} \times \cos(G_{S_i-S_{i+1}}) \end{cases}$$

$D_{S_i-S_{i+1}}$ = distance entre le sommet S_i et le sommet S_{i+1}

$G_{S_i-S_{i+1}}$ = Le gisement $S_i - S_{i+1}$

γ_i : angle au sommet

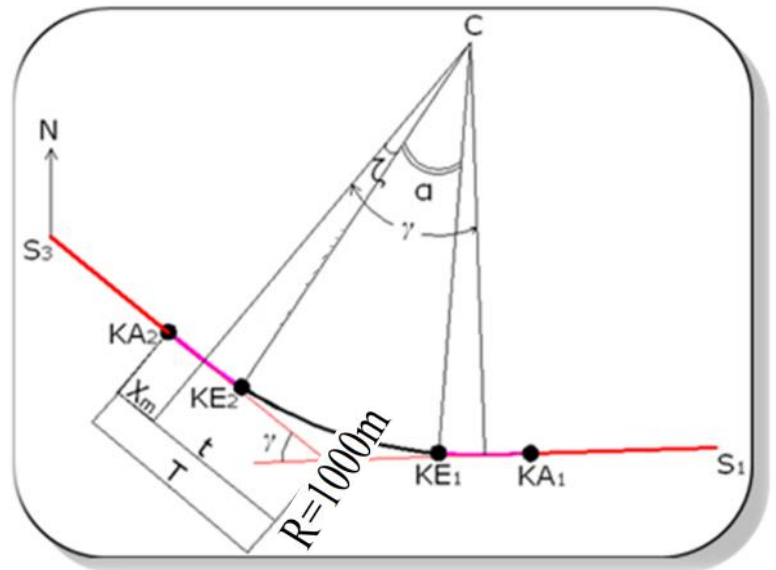
Calcul manuel des raccordements:

➤ **Courbe avec Clothoïde :**

✓ **Liaison 2 :**

$$\begin{cases} R=1000\text{m} \\ D=2.47\% \end{cases}$$

$$\begin{cases} XS2 = 4604.479 \text{ (m)} \\ YS2 = 3621941.925 \text{ (m)} \end{cases}$$



Calcul du paramètre A :

On sait que : $A^2=L \times R$.

Détermination de L :

Condition de confort optique :

$$R/3 \leq A_{min} \leq R \quad \text{d'où : } 333 \leq A_{min} \leq 1000$$

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad \Delta R=0.5$$

$$\text{Donc } L \geq \sqrt{24 \times 500 \times 0.5} = 109.55\text{m} \quad \rightarrow \text{1}$$

1- Condition de confort dynamique et de gauchissement :

$$L \geq 5/36 \times \Delta d \times VB$$

$$\Delta d = d - (-3\%) = 2.5 - (-3) = 5.5\%$$

$$L \geq 5/36 \times 10.05 \times 80 = 61.11\text{m} \quad \rightarrow \text{2}$$

De 1 et 2 on aura $L \geq 109.55 \text{ m}$

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = 330.98$$

❖ **Calcul de ΔR :**

On prend $A = 331 \Rightarrow L = A^2/R = (331)^2/1000 = 109.56\text{m}$.

$$\Delta R = L^2/24R = 0.50014 \text{ m}$$

$$L/R = 109.56/1000 = 0.1095$$

A partir des tables des Clothoïde ligne 302, on tire les valeurs suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta R/R = 0.000515 \Rightarrow \Delta R = 0.515 \text{ m} \\ X_m/R = 0.055550 \Rightarrow X_m = 55.55 \text{ m} \\ X/R = 0.111077 \Rightarrow X = 111.077 \text{ m} \\ Y/R = 0.002057 \Rightarrow Y = 2.057 \text{ m} \end{array} \right.$$

La corde polaire $SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = 111.096 \text{ m}$
L'angle polaire $\delta = \text{arc tg}(Y/X) = 1.179 \text{ g}$

❖ **Calcul Des Gisements :**

$$GS1S2 = 100 + \text{arctg}(\Delta X/\Delta Y) = 100 + \text{arc tg}(119.3809/421.6439) = 117.565 \text{ g}$$

$$GS2S3 = 100 + \text{arctg}(\Delta X/\Delta Y) = 100 + \text{arc tg}(16.437/489.7607) = 100.034 \text{ g}$$

❖ **Calcul Des distances :**

$$DS1-S2 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = 438.218 \text{ m}$$

$$DS2-S3 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = 490.037 \text{ m}$$

❖ **Calcul de l'angle γ :**

$$\gamma = GS1S2 - GS2S3 = 17.531 \text{ g}$$

❖ **Calcul de l'angle τ :**

$$\tau = 200 \times L/2R \pi = 200 \times 109.56 / (2 \times 1000 \times 3.14) = 3.489 \text{ g}$$

➤ **Vérification de non chevauchement :**

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau = 3.489 \text{ g} \\ \gamma/2 = 17.531/2 = 8.766 \text{ g} \end{array} \right.$$

D'où : $\tau < \gamma/2$ (pas de chevauchement).

❖ **Calcul de la longueur de l'arc du cercle :**

$$L = R(\gamma - 2\tau) \times \pi/200 = 1000(17.531 - 2 \times 3.489) \times 3.14/200 = 165.682 \text{ m}$$

❖ **Calcul des coordonnées du début de la Clothoïde :**

$$T = X_m + t$$

$$t = (R + \Delta R) \times \text{tg}(\gamma/2) = (1000 + 0.50014) \times \text{tg}(17.531/2) = 138.634 \text{ m}$$

$$T = 55.55 + 138.634 = 194.184 \text{ m}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} XKA1 = XS2 + T \times \sin(100 + GS1S2) = 4604.479 + 194.184 \times \sin(100 + 117.531) \\ \mathbf{XKA1 = 4551.679 \text{ m}} \\ YKA1 = YS2 + T \times \cos(100 + GS1S2) = 3621941.925 + 194.184 \times \cos(100 + 117.531) \\ \mathbf{YKA1 = 3621755.057 \text{ m}} \end{array} \right.$$

$$GKE1KA1 = GS1S2 + \delta = 117.531 + 1.179 = 118.71 \text{ g}$$

$$XKE1 = XKA1 - SL \times \cos (GKE1KA1) = 4551.679 - 111.096 \times \cos (100+118.71)$$

$$\mathbf{XKE1 = 4658.015m}$$

$$YKE1 = YKA1 + SL \times \sin (GKE1KA1) = 3621755.057 + 111.096 \times \sin (100+118.71)$$

$$\mathbf{YKE1 = 3621722.874 m}$$

❖ Calcul des coordonnées de la fin de la Clothoïde :

$$XKA2 = XS2 - T \times \sin (100 + GS2S3) = 4604.479 - 194.184 \times \sin (100+100.034)$$

$$\mathbf{XKAz = 4604.583 m}$$

$$YKA2 = YS2 + T \times \cos (100 + GS2S3) = 3621941.925 + 194.184 \times \cos (100+100.034)$$

$$\mathbf{YKA2 = 3621747.741m}$$

$$GKE2KA2 = GS2S3 - \delta = 100.034 - 1.179 = 98.855 \text{ g}$$

$$XKE2 = XKA2 + SL \times \cos (100 - GKE2KA2) = 4604.583 + 111.096 \times \cos (100 - 98.855)$$

$$\mathbf{XKE2 = 4715.661 m}$$

$$YKE2 = XKA2 - SL \times \sin (100 - GKE2KA2) = 3621747.741 - 111.096 \times \sin (100 - 98.855)$$

$$\mathbf{YKE2 = 3621745.743 m}$$

Les résultats de calcul d'axe sont joints en annexe

CHAPITRE III :
PROFIL EN
LONG

III. PROFIL EN LONG

1- DÉFINITION :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci.

2- RESPECTER DANS LE TRACÉ DU PROFIL EN LONG :

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

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

3-LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG :

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

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

4- COORDINATION DU TRACÉ EN PLAN ET PROFIL EN LONG :

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

- ✓ D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- ✓ De prévoir de loin l'évolution du tracé.
- ✓ De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultant d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre:
- ✓ D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- ✓ D'amorcer la courbe en plan avant un point haut.
- ✓ lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- ✓ De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).

5 - DÉCLIVITÉS :

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

5.1 - Déclivité Minimum :

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

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- ✓ Au moins 0,5% et de préférence 1 %, si possible.
- ✓ $i_{min} = 0,5\%$ dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.
- ✓ $i_{min} = 0,5\%$ dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

5.2 - Déclivité Maximum :

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

- ✓ la réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par

la suite (cas de rampe Max).

- ✓ l'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).
- ✓ Donc : La déclivité maximale dépend de :
- ✓ Condition d'adhérence.
- ✓ Vitesse minimum de PL.
- ✓ Condition économique.

Selon B40 :

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

Pour notre cas la vitesse **V_r=80 Km/h** donc la pente maximale **I_{max} =5%**.

6 - RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

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

6.1 - Raccordements Convexes (Angle Saillant) :

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

a)- Condition de confort :

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

Limitation de l'accélération verticale :

$g/40$ pour cat.1-2

$V_r^2/R_v < g/40$

Pour $g=10m/s$

Dans notre cas : $R_{v\min} = 0.3 V_r^2$

Avec :

R_v : Rayon vertical (m).

V_r : vitesse référence (Km/h).

$$R_{v\min} = \begin{cases} 0.3 V_r^2 & \text{pour } 1 - 2 \\ 0.23 V_r^2 & \text{pour } 3 - 4 - 5 \end{cases}$$

b)- Condition de visibilité :

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

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

Le rayon de raccordement est donné par l'expression :

$$R^v = \frac{D_0^2}{2(h_0 + h_1) + \frac{D_0^2}{2} \times \sqrt{(h_0 h_1)}}$$

Avec :

D_0 : Distance d'arrêt (m).

h_0 : Hauteur de l'œil (m).

h_1 : Hauteur de l'obstacle (m).

6.2 - Raccordements Concaves (Angle rentrant) :

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

Cette condition s'exprime par la relation :

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

Avec :

R'_v : Rayon minimum du cercle de raccordement.

d_1 : Distance d'arrêt.

❖ Condition esthétique :

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

Avec :

d : changement des devers.

$R_{v\min}$: Rayon vertical minimal.

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

7 -CARACTÉRISTIQUES DES RAYONS EN LONG :

Pour le cas de notre projet, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivants

(Selon le B40) :

Catégorie		C ₃
Environnement		E1
Vitesses de base (Km/h)		80
Rayon en angle saillant RV	Route bidirectionnelle : (2 voies) RVm1 (minimal absolu) en m RVn1 (minimal normal) en m	3500 8000
Rayon en angle rentrant RV	Route bidirectionnelle : (2 voies) RVm1 (minimal absolu) en m RVn1 (minimal normal) en m	1600 2400

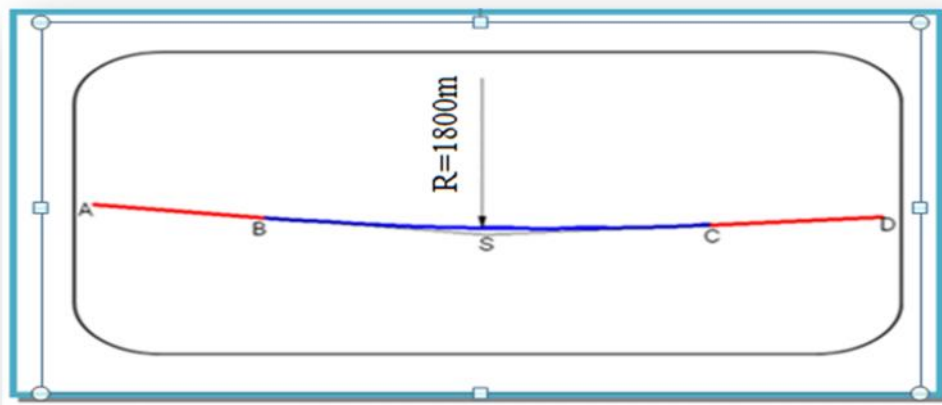
Tableau-1 les rayons vertical dépend de E1 C3

8- DÉTERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG :

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

- Donnée des coordonnées (abscisse, altitude) les points A, B, S.
- Donnée de rayon R.

➤ **Cas d'un Raccords concave :**



$$R = 1800 \text{ m}$$

$$A : \begin{cases} SA = 4917.3396 \text{ m.} \\ ZA = 854.650 \text{ m.} \end{cases}$$

$$s : \begin{cases} SS=5309.8580 \text{ m.} \\ ZS=851.025 \text{ m.} \end{cases}$$

$$D : \begin{cases} SD = 7840.2798 \text{ m.} \\ ZD = 866.093 \text{ m.} \end{cases}$$

➤ **Calculs des pentes :**

$$i1 = (ZS-ZA)/(SS-SA) = (851.025-854.650)/(5309.8580-4917.3396)$$

$$i1 = 0.92\%$$

$$i2 = (ZS-ZD)/(SS-SD) = (851.025-866.093)/(5309.8580-7840.2798)$$

$$i2 = 0.60\%$$

➤ **Calculs des tangents :**

$$T = (i1 + i2) \times R/2 = (0.92/100 + 0.6/100) \times 1800/2$$

$$T = 13.68 \text{ m.}$$

➤ **Calcul des flèches :**

$$H = T^2 / (2 \times R) = (13.68)^2 / (2 \times 1800)$$

$$H = 0.052 \text{ m.}$$

➤ **Calcul des coordonnées des points de tangentes :**

• **Calcul des coordonnées du point B :**

$$\begin{cases} SB = SS - T = 5309.8580 - 13.68 = 5296.178 \text{ m.} \\ ZB = ZS + T \times |i1\%| = 851.025 + 13.68 \times |0.92/100| = 851.151 \text{ m.} \end{cases}$$

• **Calcul des coordonnées du point C :**

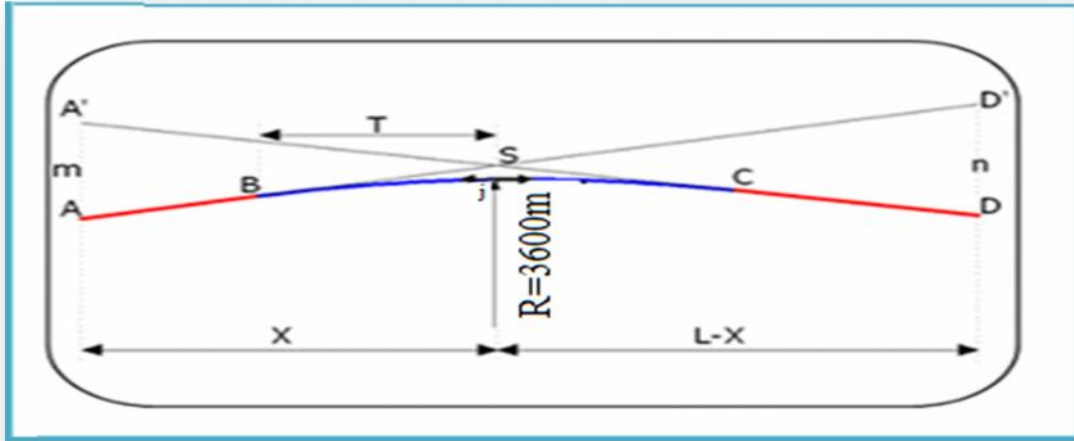
$$\begin{cases} SC = SS + T = 5309.8580 + 13.68 = 5323.538 \text{ m.} \\ ZC = ZS + T \times |i2\%| = 851.025 + 13.68 \times |0.6/100| = 851.107 \text{ m.} \end{cases}$$

➤ **Calcul de la longueur de la courbe :**

$$L = 2 \times T = 2 \times 13.68$$

$$L = 27.36 \text{ m.}$$

➤ **Cas d'un Raccordements convexes :**



$$R=3600 \text{ m}$$

$$A: \begin{cases} SA = 4075.3592\text{m.} \\ ZA = 850.237\text{m.} \end{cases}$$

$$S: \begin{cases} SS = 4917.3396 \text{ m.} \\ ZS = 854.650\text{m.} \end{cases}$$

$$D: \begin{cases} SD = 5309.8580\text{m.} \\ ZD = 851.025 \text{ m.} \end{cases}$$

➤ **Calcul des pentes :**

$$i_1 = | (ZS - ZA) / (SS - SA) | = | (854.650 - 850.237) / (4917.3396 - 4075.3592) |$$

$$i_1 = 0.52\%$$

$$i_2 = | (ZS - ZD) / (SS - SD) | = | (854.650 - 851.025) / (4917.3396 - 5309.8580) |$$

$$i_2 = 0.92\%$$

➤ **Calcul des tangentes :**

$$T = (| i_1 | + | i_2 |) \times R / 2 = (| 0.52\% | + | 0.92\% |) \times 3600 / 2 = 25.92 \text{ m.}$$

➤ **Calcul des flèches :**

$$H = T^2 / 2R = (25.92)^2 / (2 \times 3600) = 0.093\text{m.}$$

➤ Calcul des coordonnées des points de tangentes :

• Calcul des coordonnées du point B:

$$\begin{cases} SB = S_s - T = 4917.3396 - 25.92 = 4891.4196 \text{ m.} \\ ZB = Z_s - T \times |i_1\%| = 854.650 - 25.92 \times |0.52\%| = 854.515 \text{ m.} \end{cases}$$

• Calcul des coordonnées du point C :

$$\begin{cases} SC = S_s + T = 4917.3396 + 25.92 = 4943.260 \text{ m.} \\ ZC = Z_s - T \times |i_2\%| = 854.650 - 25.92 \times |0.92\%| = 854.885 \text{ m.} \end{cases}$$

➤ Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 25.92 = 51.84 \text{ m.}$$

Les résultats de calcul de la ligne rouge sont joints en annexe

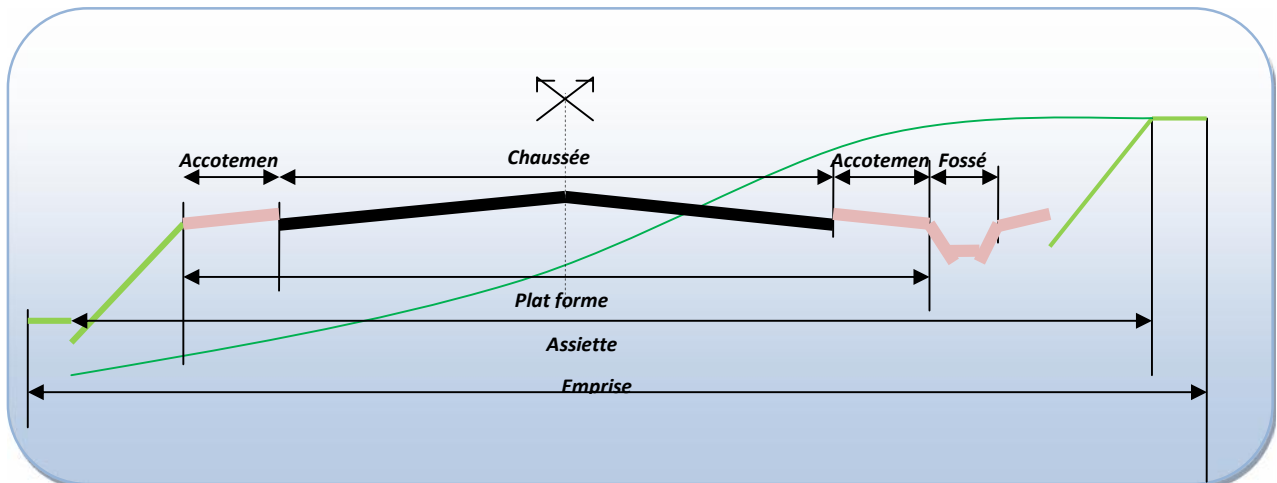
CHAPITRE IV :
PROFIL EN
TRAVERS

IV. PROFIL EN TREVERS

1. définition:

Profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé «profil en travers type» contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc...).

2. les éléments du profil en travers :



2.1.La chaussée:

C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.

2.2.La largeur roulable:

Elle comprend les sur largeurs de la chaussée, la chaussée et la bande d'arrêt.

2.3.Plate forme:

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

2.4.L'assiette:

C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

2.5.L'emprise:

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, Chemins de désenclavement, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.

2.6.Les accotements:

En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent Généralement les éléments suivants :

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

2.7.Le terre-plein central:

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

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

2.8.Le fossé :

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

3. Classification du profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

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

3.1.Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la côte du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

3.2. Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distances régulières (10, 15, 20,25m...).qui servent à calculer les cubatures.

4. Application au projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour tracé neuf sera composé d'une chaussée bidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- ✓ Chaussée : $3,5 \times 2 = 7,00\text{m}$
- ✓ Accotement : $1,20 \text{ m} \times 2$
- ✓ Plate forme : $=9.4 \text{ m}$.

CHAPITRE V :
ETUDE
GEOTECHNIQUE

V. ETUDE GEOTECHNIQUE

1. Introduction :

L'ingénieur concepteur doit définir un programme de reconnaissance géotechnique après avoir tracé son axe. Cette étude lui permettra d'avoir des descriptions lithologiques, hydrogéologiques et hydrauliques de la région. Une interprétation physico-mécanique lui permettra d'appréhender le comportement géotechnique du sol support. L'étude géotechnique 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.

2. Les différents essais en laboratoire :

Les essais réalisés au laboratoire sont :

- ✓ Analyse granulométrique.
- ✓ Equivalent de sable.
- ✓ Limites d'Atterberg.
- ✓ Essai PROCTOR.
- ✓ Essai CBR.
- ✓ Essai Los Angeles.
- ✓ Assai Micro Deval.

L'indice CBR, issu de l'essai C.B.R permettra de calculer l'épaisseur de la chaussée par la méthode dite C.B.R.

Les essais seront effectués pour des différentes teneurs en eau exprimant plusieurs énergies de compactage, afin d'apprécier la stabilité du sol aux accidents lors des terrassements, ces essais seront précédés d'essai PROCTOR.

La classification des sols rencontrés sera utile et nécessitera la détermination des limites d'Atterberg.

3. Les essais d'identification :

3-1 Analyses granulométriques :

Il s'agit du tamisage (soit au passant de 2mm, soit au passant de 80 μ m) qui permet par exemple de distinguer la portion prédominante du sol testé tel que : sol fin, sol sableux (riches en fines) et sol graveleux (pauvres en fines). C'est un essai qui a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique.

3-2 Equivalent de sable :

C'est un essai qui permet de mesurer la propreté d'un sable. C'est-à-dire, déterminer la quantité d'impureté soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.

3-3 Limites d'Atterberg :

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

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

3-4 Essai PROCTOR :

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

3-5 Essai C.B.R (California Bearing Ratio):

Cet essai a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements.

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules au teneur en eau optimum (PROCTOR modifié) avec trois (3) énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours.

Il ne concerne que les sols cohérents.

3-6 Essai Los Angeles :

Cet essai a pour but de mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier, et leur résistance par frottements réciproques dans la machine dite « Los Angeles ». Plus le L.A est élevé, moins le granulat est dur.

3-7 Essai Micro Deval :

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

4. Conditions d'utilisation des sols en remblais :

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

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- ✓ Pierre de dimension $> 80\text{mm}$.
- ✓ Matériaux plastique $I_p > 20\%$ 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 compacté avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

5. Les moyens de reconnaissance :

Les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'un tracé routier sont essentiellement: L'étude des archives et documents existants.

- ✓ Les visites de site.
- ✓ Les essais « in –situ ».
- ✓ Les essais au laboratoire.

NB : Pour notre projet, le rapport géotechnique nous n'a pas été fourni par les autorités concernées, ce qui nous a empêchés de traiter convenablement la partie géotechnique.

CHAPITRE VI :
DIMENSIONNEMENT
DE CORPS DE
CHAUSSEE

VI. DIMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE

1) INTRODUCTION :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas seulement à l'obtention de bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds.

En effet des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc...., pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques qui lui permettra de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser.

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout cela en fonction de paramètres fondamentaux suivants :

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

2) LA CHAUSSEE :

2.1. Définition :

D'après l'exécution des terrassements, y' compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate –forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet, à la suite, la chaussée est appelée « comme nous avons vu » :

- ✓ Supporter la circulation des véhicules de toute nature
- ✓ En reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens structurel la chaussée est défini comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

2.2. LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEES :

Il existe trois types de chaussée:

1-Chaussée souple.

2-Chaussée semi - rigide.

3-Chaussée rigide.

a. Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

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

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

❖ Couche de roulement (de surface ou encore d'usure) :

La couche de surface subit directement les agressions du trafic et du climat

Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation. Elle est en générale composée d'une couche de roulement qui a pour rôle :

- ✓ D'imperméabiliser la surface de chaussée.
- ✓ D'assurer la sécurité (par l'adhérence).
- ✓ D'assurer le confort des usages (diminution de bruit, bon uni).

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

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

❖ **Couche de base :**

Pour résister aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche du sol, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

❖ **Couche de fondation :**

Elle assure un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, Elle au même rôle que celui de la couche de base.

❖ **Couche de forme :**

- ✓ À court terme, la couche de forme doit assurer la traficabilité quasi tout temps des engins approvisionnant les matériaux de la couche de fondation, permettre le compactage efficace de la couche de fondation, satisfaire les exigences de nivellement de la plate-forme support de chaussée et assurer la protection de l'arase de terrassement vis-à-vis des agents climatiques dans l'attente de la réalisation de la chaussée.
- ✓ À long terme, elle doit permettre d'homogénéiser la portance du support pour concevoir des chaussées d'épaisseur constante, de maintenir dans le temps, en dépit des fluctuations de l'état hydrique des sols supports sensibles à l'eau, une portance minimale pouvant être estimée avec une précision suffisante au stade du dimensionnement de la structure de chaussée et d'améliorer la portance de la plate-forme pour optimiser le coût de l'ensemble couche de forme - structure de chaussée.

L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.

b. Chaussée semi –rigide :

On distingue :

- ✓ Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,...).

La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

- ✓ Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

c. Chaussée rigide :

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, un grave traité aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement.

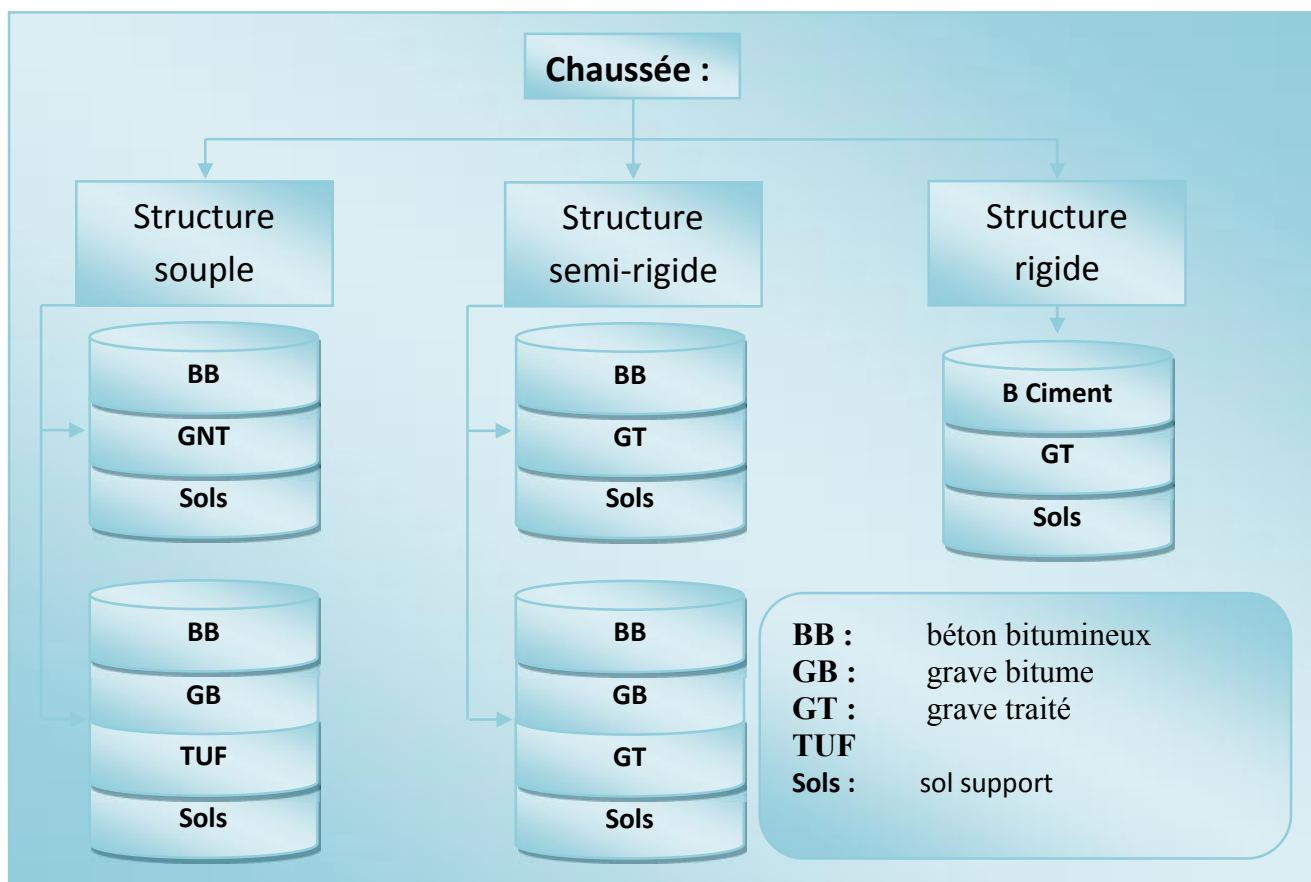
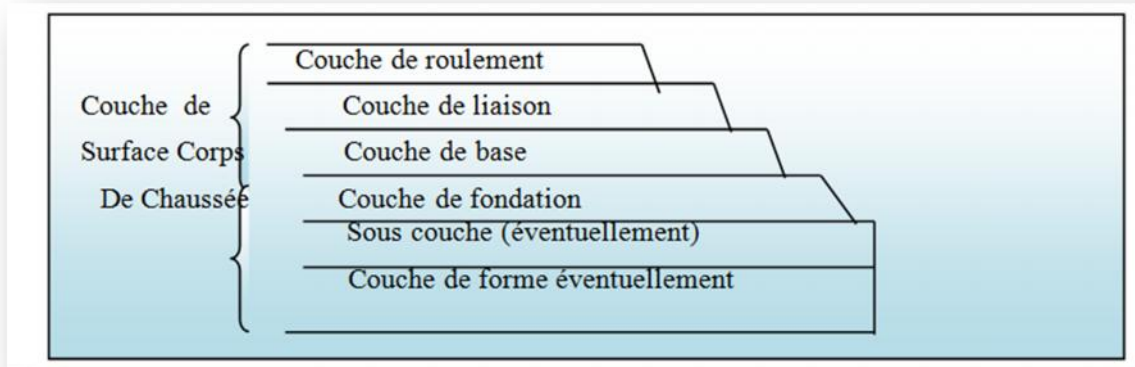


Schéma récapitulatif



Coupe type d'une chaussée souple

3. LES DIFFERENTS FACTEURS DETERMINANTS POUR LE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE :

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

3.1. Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur a 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 :

$$c = ((1 +)^p - 1) /$$

: Taux de croissance du trafic.

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

3.2. Environnement :

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

La variation de la température intervient dans le choix du liant

hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne.

3.3. Le Sol Support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée » constitue du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté

en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates formes sont définies à partir :

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

3.4. Matériaux :

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

4. LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

On distingue deux familles des méthodes :
les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.

- ✓ Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique comportement des chaussées.
- ✓ Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées.

4.1. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente.

I: indice CBR (sol support).

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

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

Log: logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

$a_1 \times e_1$: couche de roulement

$a_2 \times e_2$: couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

Où:

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

❖ **Coefficient d'équivalence :**

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

Tableau 1

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

4. 2. Méthode A.A.S.H.O:

(American Association of State Highway Officiels) Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic des

chaussées réelles ou expérimentales.

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

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

4.3. Méthode d'ASPHALTINSTITUTE :

Elle est basée sur les résultats obtenus des essais «AASHO », on prend en considération le trafic composite par échelle de facteur d'équivalence et utilise un indice de structure tenant compte de la nature des diverses couches.

L'épaisseur sera déterminée en utilisant l'abaque de l'asphalte institue.

4.4. Méthode du catalogue des structures :

C'est le catalogue des structures type neuves et établi par «SETRA ». Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB).

Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200à1500Véh/J. Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.

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

- ✓ Trafic cumulé de poids lourds à la 15ème année T_j .
- ✓ Les caractéristiques de sol (S_j).

a. Détermination de la classe de trafic :

La classe de trafic (TPL_i) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant:

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T1	$T \cdot 7.3 \cdot 10^5$
T2	$7.3 \cdot 10^5 \cdot T \cdot 2 \cdot 10^5$
T3	$2 \cdot 10^6 \cdot T \cdot 7.3 \cdot 10^6$
T4	$7.3 \cdot 10^6 \cdot T \cdot 4 \cdot 10^7$
T5	$T \cdot 4 \cdot 10^7$

Tableau 2 la classe du trafic

Le trafic cumulé est donné par la formule:

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

T_{PL} : trafic poids lourds à l'année de mise en service.
n : durée de vie (n = 20 ans).

b. Détermination de la classe du sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante. Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants:

Tableau 3 : Classements des sols a partir de C.B.R

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

4.4. La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) :

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

$$T_{eq} = \frac{T_{JMA} \cdot a \cdot [(1 + \tau)^n - 1] \cdot 0.7 \cdot P.365}{[(1 + \tau) - 1]}$$

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

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

a = coefficient qui dépend du nombre de voies.

Z = taux d'accroissement annuel.

n = durée de vie de la route.

p = pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente e (en fonction de T_{eq}, ICBR) à partir de l'abaque L.C.P.C.

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

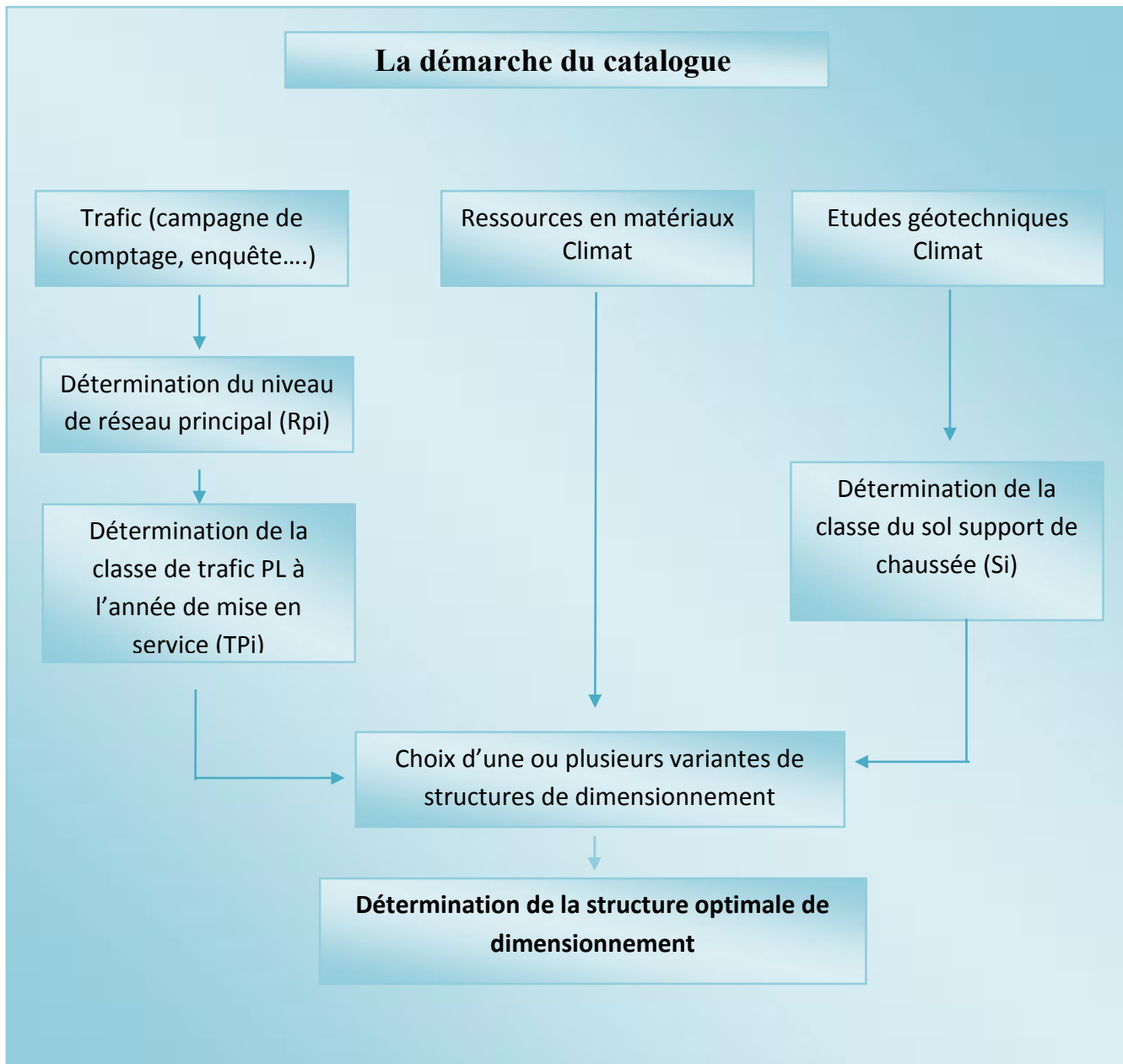
❖ Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

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

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

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

- ❖ Approche théorique.
- ❖ Approche empirique.



5. APPLICATION AU PROJET :

5.1. Caractéristiques du sol support :

D'après le rapport géotechnique, nous avons un indice de $CBR= 54$ (notre sol est de bon portance), donc la portance de sol support est de S_0

a. Méthode C.B.R :

- $TJMA_{2014} = 1800$ v/j.
- $TJMA_{2032} = 3944$ v/j.
- $N(PL) = 375$ PL/j/sens.
- $PL = 19\%$

$$e = \frac{100 + (\sqrt{p}) (75 + 50 \log(375/10))}{54 + 5}$$

Donc :

$$e_{eq} = 8.34 \text{ cm}$$

$$e_{eq} = e_1 a_1 + e_2 a_2 + e_3 a_3$$

On suppose:

$$e_1 \longrightarrow \text{BB} \longrightarrow a_1 = 2$$

$$e_2 \longrightarrow \text{GB} \longrightarrow a_2 = 1.5$$

$$e_3 \longrightarrow \text{TUF} \longrightarrow a_3 = 0.6$$

On prend 6cm pour BB et 10cm pour GB.

Donc : $e_3 = 15 \text{ cm}$ pour TUF



Epaisseur réelle

Epaisseur équivalente

b. La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

- ✓ Tous les axes étudiés ont un TJMA > 1500 v/j c réseau principal RP1.
- ✓ On a choisi des matériaux traités au bitume en couche de base (MTB).
- ✓ Le projet est à Tipaza (zone climatique II : pluviométrie > 600 mm/an).
- ✓ Durée de vie 20 ans.

Classe du trafic :

- ✓ TJMA₂₀₁₄ = 1800 v/j.
- ✓ = 4 %.
- ✓ Z = 19%.

$$\text{TPL} = 171 \text{ PL} / \text{j/sens} \quad \text{c} \quad \text{TPL3}$$

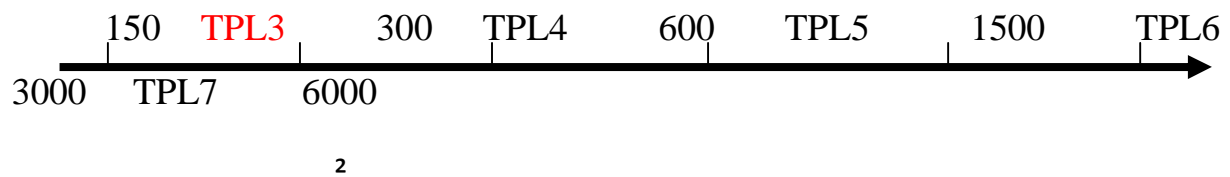
D'après la fiche structure, on choisit:

6BB+10GB+15TUF

	TPL 2014 (PL/J/S)	TPLi	S _i	Epaisseur convertie en cm+structure
Pénétrante	171	3	S0	6 BB + 10GB + 15 TUF

D'après le catalogue algérien on a

Classe TPLi pour RP1 :



PL/j/sens

- Résumé : L'application des deux méthodes nous donne les résultats suivants :

	C.B.R	Catalogue des
Pénétrante	6BB+10GB+15TUF	6BB+10GB+15TUF

❖ **Conclusion** : d'après le tableau, on remarque bien que la méthode CBR et le catalogue algérien nous donne le même corps de chaussée .

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

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

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(10^\circ C, 25 Hz) \times \left(\frac{TCE_i}{10^6} \right)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})} \times 10^{-tb\delta} \times K_c}$$

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

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

$$TCE_{2034} = 171 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} \times 0.6$$

$$\Rightarrow TCE_{2034} = 1.12 \times 10^6 \text{ pl} / \text{j} / \text{sens}$$

Niveau de réseau principal(RPi)	Type de matériaux et structures	Valeurs de A
RP _I	Chaussées a matériaux traités au bitume: GB/GC, GB/TUF, GB/GC	0.6
	Chaussées a matériaux traités au liants hydraulique: GB/GC,GB/TUF,GB/GC	1

Tableau : valeurs du coefficient d'agressivité A

	Zone climatique		
Température équivalentes	I et II	III	IV
	20	25	30

Tableau : Choix des températures équivalentes

matériaux	E 30°C, 10Hz	E 25°C, 10Hz	E 20°C, 10Hz	E 10°,10H z	ξ ₆ 10°C, 25Hz	-1/b	SN	Sh	v	K _C
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0.3 5	
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.3 5	1.3

Tableau : Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Alors d'après catalogue de dimensionnement des chaussées neuves et les tableaux ci-dessus on résume les paramètres suivants:

- ✓ eq : températures équivalentes (eq=25C°) ⇒ E (25°,10Hz)=5500 Mpa
- ✓ classe de trafic (TPL3g)
- ✓ Risques adoptés pour réseau RP1 (R%=20)
- ✓ C : coefficient égal à 0.02
- ✓ t : fractile de loi normal, en fonction de risques adoptés (t=-0.842)

	Epaisseurs (cm)	Modules (MPa)	Coeff de poisson
Couche de roulement	6 BB	3500	0.35
Couche de base	10 GB	5500	0.35
Couche de fondation II	15 TUF	500	0.25
Sol support	/	270	0.25

$$\delta = \sqrt{S_N^2 + \left(\frac{c}{b} \times S_h\right)^2}$$

$$\delta = \sqrt{(0.45)^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2} \Rightarrow \delta = 0.61$$

Application :

- ✓ déformations admissibles verticales :

$$\varepsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (1.12 \times 10^6)^{-0.235}$$

$$\varepsilon_{z,adm} = 24.53 \times 10^{-3}$$

- ✓ déformations admissibles de traction :

$$\varepsilon_{t,adm} = 10^{-4} \times \left(\frac{1.12 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0.146} \times \sqrt{\frac{12500}{5500}} \times 10^{-(0.842 \times 0.61 \times 0.146)} \times 1.3$$

$$\varepsilon_{t,adm} = 1.62 \times 10^{-4}$$

❖ verifications avec ALIZE III

✓ Principe du programmer ALIZE III

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

-La charge prise en compte dans la modélisation est une charge unitaire correspondant à un demi-essieu de 13 tonnes présenté par une empreinte circulaire de rayon (r) avec une symétrie de révolution. Le problème est traité en coordonnées cylindriques.

✓ Modélisation : CBR=54

❖ Les résultats

```

rqfik
POSITION DE LA VALEUR MAXIMALE POUR UN JUMELAGE
A SOUS UNE ROUE SIMPLE
B SOUS UNE DES ROUES DU JUMELAGE
C AU CENTRE DU JUMELAGE
A= 12.500 D= 37.500 Q= 6.620
NOMBRE DE COUCHES 4

*****
*          *          *          *          *          *
*  Z      *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*  .00*   *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*  E= 35000. *          *          *          *          *
*  NU= .35   *          *          *          *          *
*  H1= 6.00  *          *          *          *          *
*  6.00*   *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*  COLLE---*          *          *          *          *
*  6.00*   *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*  E= 55000. *          *          *          *          *
*  NU= .35   *          *          *          *          *
*  H2= 10.00 *          *          *          *          *
*  16.00*  *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*  COLLE---*          *          *          *          *
*  16.00*  *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*  E= 5000.  *          *          *          *          *
*  NU= .25   *          *          *          *          *
*  H3= 15.00 *          *          *          *          *
*  31.00*  *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*  COLLE---*          *          *          *          *
*  31.00*  *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*  E= 2700.  *          *          *          *          *
*  NU= .25   *          *          *          *          *
*  H4=INFINI *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*  D      *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*  R      *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*****
MODULES ET CONTRAINTES EN BARS
    
```

Z	EPSILONT	SIGMAT	EPSILONZ	SIGMAZ
.00	.140E-03C	.102E+02B	-.907E-04C	.662E+01A
6.00	.382E-04C	.447E+01B	-.365E-04C	.556E+01B
16.00	-.118E-03B	-.827E+01B	.124E-03B	.160E+01B
31.00	-.117E-03C	-.436E+00C	.198E-03C	.822E+00C

D	R	R*D
23.15MM/100	457.67M	10596.33M*MM/100

❖ **Remarque :**

On remarque que la déformation ϵ_t et inférieure à ϵ_{tadm} , et ϵ_z inférieure à ϵ_{zadm}
alors la structure est vérifiée

Résumé:

L'application des deux méthodes nous donne les résultats suivants :

6BB+10GB+15TUF

6. CONCLUSION

Suite aux considérations structurelles et économiques, nous optons dans le cadre de notre projet à adopter une structure de chaussées résultant de la méthode de dimensionnement par le catalogue de structure, qui nous permettra par la suite d'assurer une longue durée de service et de se prémunir d'entretien.

CHAPITRE VII :
CUBATURES

VII. CUBATURES

1. INTRODUCTION:

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général.

Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers.

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

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle ((les cubatures des terrassements))

2. DEFINITION :

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

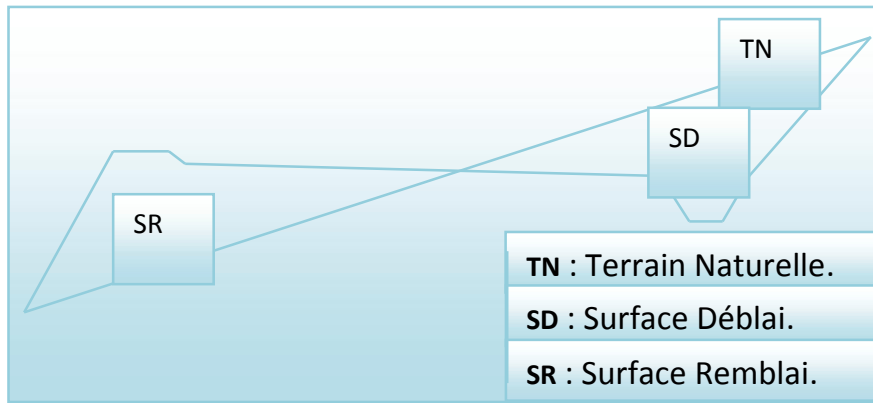
Le profil en long et le profil en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

2.1. METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :

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

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

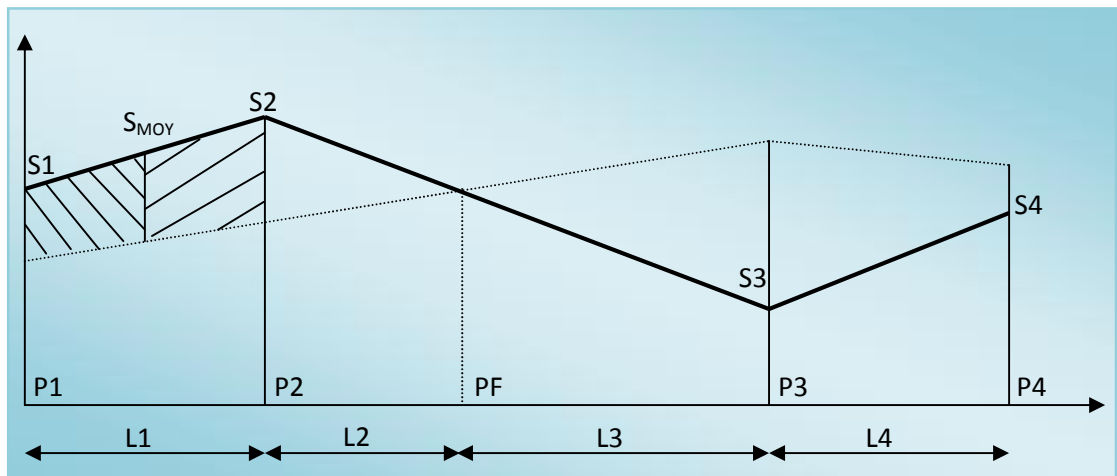
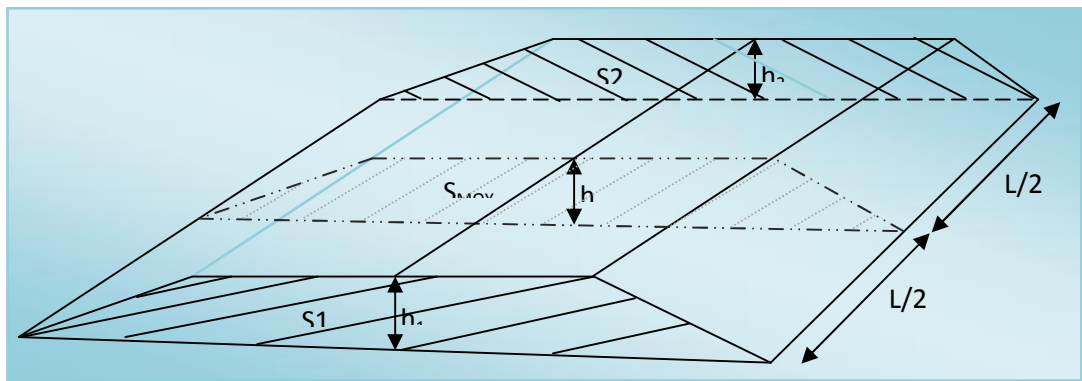
On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs



2.2. FORMULE DE MR SARRAUS :

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

$$V = \frac{L}{6} \left(\frac{S_1 + S_2}{2} + \frac{P}{4} \times S_{MOY} \right)$$



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

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

Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

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

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

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

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

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

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

3. CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT :

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel « Piste 5.05 ».

Voir L'Annexe

CHAPITRE VIII :
ASSAINISSEMENT

VIII. Etude hydrologique

1. Introduction :

L'hydrologie est une science qui étudie la phase du cycle de l'eau qui débute avec l'arrivée de celle-ci sur la surface de la terre .Elle englobe les précipitations les eaux de la surface, l'évaporation et l'évapotranspiration, les eaux souterrains.

L'étude des eaux superficielles revêt plusieurs aspects abordés avec des principes et méthodes de recherche différents suivant la spécialité de l'ingénieur qui s'y consacre. Il existe deux courants philosophiques :

- ❖ Celui basé sur la recherche mathématique à basé de la statique.
- ❖ Celui basé sur la méthode naturaliste relevant de l'observation et d'intuition contrôlée par l'expérimentation.

Actuellement, l'hydrologie est devenue une science importante de l'art de l'ingénieur intéressé à l'exploitation et au contrôle des eaux naturelles .des études hydrologiques plus ou moins poussé sont indispensables pour toute mise en œuvre de projet hydroélectrique, de distribution d'eau, de protection contre les crues, d'assainissement, de drainage, d'irrigation, de barrages et de navigation fluviale.

2. L'Assainissement :

2-1.introduction : un réseau d'assainissement est constitué d'un assemblage élémentaire linéaire ou ponctuel, superficiel ou enterré.

Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière, il peut également contribuer au rétablissement d'un écoulement naturel de faible importance, coupé par la route.

2-2.Ouvrages élémentaires d'assainissement :

Les critères purement hydrauliques n'interviennent pas seules dans le choix de la nature de l'ouvrage et d'autres facteurs doivent être pris en considération.

a- la sécurité des usagers :

Les ouvrages et leur implantation doivent être choisis de manière à limiter au maximum les risques d'accident et éviter leur aggravation .tenant compte de catégorie de la voie des conditions de circulation.

b). Entretien et exploitation : le bon fonctionnement des ouvrages hydrauliques nécessite un entretien régulier, alors que l'expérience montre que les ouvrages difficiles à entretenir ne sont souvent pas entretenus du tout, il faut donc rechercher dès la conception du réseau la simplicité, la rapidité et la sécurité des opérations d'entretien afin de réduire le coût et la gêne au usager.

c).dimensionnement mécanique :

Certains ouvrages doivent être dimensionnés en tenant compte de surcharges permanentes ou temporaires.

d).Conditions économiques :

En toute rigueur, le calcul du coût total d'un ouvrage doit tenir compte :

- ✓ Le coûts de l'ouvrage.
- ✓ Du coût de l'emprise et des terrassements supplémentaires.
- ✓ Du coût actualisé de l'entretien et de la gêne à l'utilisateur.

3. La notion "source" :

Les directives désignent comme source toute eau apparaissant à la surface terrestre sans être élevée artificiellement.

Une source peut être définie comme un endroit où se produit un écoulement naturel d'eau souterraine, soit directement, soit indirectement à travers un système de fissure.

L'aquifère se décharge par affleurement ou par refoulement si une couche imperméable empêche l'écoulement souterrain.

4. Le bassin versant :

En tout point d'un cours d'eau, nous serons amenés à définir son bassin versant et à caractériser son comportement hydrologique.

4-1. Notion de "bassin versant" :

Le bassin versant en une section d'un cours d'eau est défini comme la surface drainée par ce cours d'eau et ses affluents en amont de la section. Tout écoulement prenant naissance à l'intérieur de cette surface doit donc traverser la section considérée, appelée exutoire, pour poursuivre son trajet vers l'aval.

Selon la nature des terrains, nous serons amenés à considérer deux définitions.

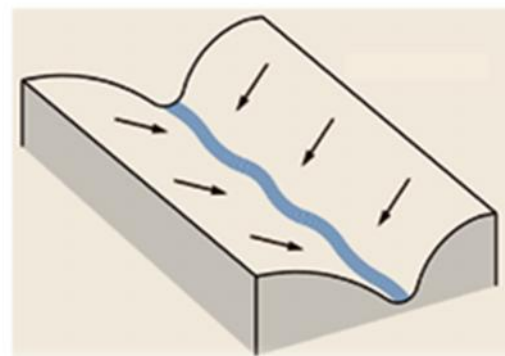
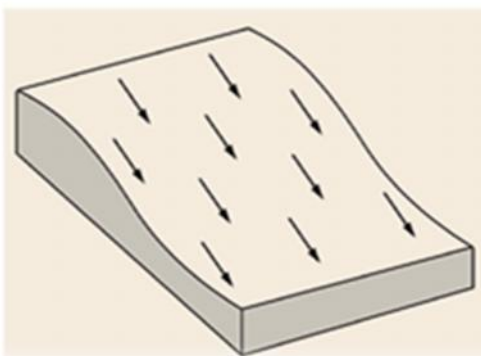
4-2. Caractéristiques de la disposition dans le plan :

a. Surface A :

La surface du bassin versant est la première et la plus importante des caractéristiques. Elle s'obtient par plan métrage sur une carte topographique après que l'on y ait tracé les limites topographiques et éventuellement hydrogéologiques. La surface A d'un bassin s'exprime généralement en km².

b. Longueur :

On utilise différentes caractéristiques de longueur ; la première et une des plus utilisées est le "périmètre P du bassin



5. Dimensionnement de fosse :

La section transversale des fossés peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme trapézoïdale et triangulaire.

- ❖ une période de retour de 20ans.

On cherche à dimensionner un fossé de caractéristique suivantes :

1. longueur de fossé 568.071m pente 0.51%
2. accotement 1.2ml pente 4.00%
3. chaussée 7.00ml pente 2.5%

5.1. On utilise la méthode de Caquot :

Formule requit pour la zone de déblais est :

$$Q=0.52 \times C^{1.11} \times \beta \times I^{0.2} \times A^{0.87}$$

5.2. Surface des B.V :

1. BV1 (chaussé)= $7 \times 568.071 \times 10^{-4} = 0.398 \text{HA}$
2. BV2 (accotement)= $1.2 \times 568.071 \times 10^{-4} = 0.068 \text{HA}$
3. BV3 (talus)= 0.213HA

5.3. Coefficient de ruissellement C :

MATERIAUX	COEF C
talus	0.2
Accotement non revêtu	0.4
Chaussée	0.95
terre	0.3

β =coefficient de forme du BV considéré

$$M=L/\sqrt{A}$$

L=longueur du point le plus éloigné de l'exutoire (distance du long parcours)

A= surface du bassin

$$= (M/2)^{-0.35}$$

Accotement:

$$M = L / \bar{A} = 568.071 / \sqrt{0.068 \times 10^4} = 21.78$$

$$= (M/2)^{-0.35} = 0.433$$

Chaussée:

$$M = L / \bar{A} = 568.071 / \sqrt{0.398 \times 10^4} = 9.01$$

$$= (M/2)^{-0.35} = 0.591$$

Talus :

$$M = L / \bar{A} = 568.071 / \sqrt{0.213 \times 10^4} = 12.31$$

$$= (M/2)^{-0.35} = 0.53$$

T=20 ans $\longrightarrow f(t)=1.25$

$$Q(T=20) = f(t)Q(T=10) = 1.25 \times 0.53 \times \beta \times C^{1.11} \times I^{0.2} \times A^{0.87}$$

$$Q(T=20) = 0.65 \times \beta \times C^{1.11} \times I^{0.2} \times A^{0.87}$$

BV	A(H)	C	I%	L(m)	M	β	Q (m ³ /s)
Chaussée(BV1)	0.398	0.9	2.5	568.071	9.01	0.591	0.073
Accotement(BV2)	0.068	0.4	4	568.071	21.78	0.433	0.005
Talus(BV3)	0.213	0.2	67	568.071	12.31	0.53	0.014

5.4. Assemblage en série entre BV (1) et BV(2) :

$$L_{eq} = (L_i) = 568.071 + 568.071 = 1136.142m$$

$$A = A_i = 0.466H$$

$$C_{eq} = \frac{\sum A_i C_i}{\sum A_i} = 0.827$$

$$I_{eq} = \left(\frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{I_i}} \right)^2 = \left(\frac{568.071 + 568.071}{\frac{568.071}{\sqrt{2.5}} + \frac{568.071}{\sqrt{4}}} \right)^2 = 3.119\%$$

BV	A(H)	C	I%	L(m)	M	β	Q(m ³ /s)
BV_{eq} entre (BV1 et BV2)	0.466	0.827	3.119	1136.142	16.64	0.476	0.064
Talus(BV3)	0.213	0.2	67	568.071	12.31	0.56	0.014

5.5. Assemblage en parallèle entre BVEQ (entre 1et 2) et BV(3) :

$$L_{eq} = \max (L_i) = \max (1136.142 ; 568.071) = 1136.142m$$

$$I_{eq} = \frac{\sum I_i Q_i}{\sum Q_i} = \frac{3.119 \times 0.064 + 67 \times 0.014}{0.064 + 0.014} = 14.584\%$$

$$A = A_i = 0.679$$

$$C = \frac{\sum A_i C_i}{\sum A_i} = (0.466 \times 0.827 + 0.213 \times 0.2) / (0.466 + 0.213) = 0.630$$

BV	A(H)	C	I%	L(m)	M	β	Q (m ³ /s)
BVeq total	0.679	0.630	14.584	1136.142	13.78	0.509	0.096

5.6. Dimensionnement des fossés :

Le profil en travers hypothétique de fossés est donné dans la figure ci-dessous avec

Sm : surface mouillée.

Pm : périmètre mouillé.

RH: rayon hydraulique $R = S_m / P_m$

P : pente du talus $P = 1/1$

La surface mouillée :

$$= 45^\circ$$

$$\text{Alors } S_m = bh + 2 \frac{h \cdot h}{2} = bh + h^2 = h(b+h)$$

Le périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2 \sqrt{2} h$$

Le rayon hydraulique :

$$R = \frac{S_m}{P} = \frac{h(b+h)}{b+2\sqrt{2} h}$$

g). La formule de MANNING STRICKLER :

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times S$$

Avec :

R : rayon hydraulique.

I: pente de l'ouvrage d'évacuation.

n : coefficient de Manning

R = section mouille / périmètre mouille

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

$$Q = h^{5/3} \times \frac{1}{n} \times \left[\frac{b+h}{b+2 \frac{h}{2}} \right]^{2/3} \times I^{1/2} \times (b+h)$$

On prend:

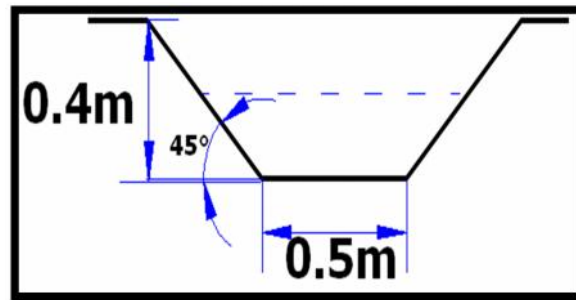
$$b=0.5\text{m}, I=1\%, Q=0.107 \text{ m}^3/\text{s}, n=0.015$$

$$h_{i+1} = 0.1 \times \frac{(b+2\sqrt{2} h_i)^{2/5}}{(b+h_i)}$$

On choisit $h_0=0.4 \text{ m} \longrightarrow h_1=0.135\text{m}$

D'après l'itération : $h=0.15\text{m}$.

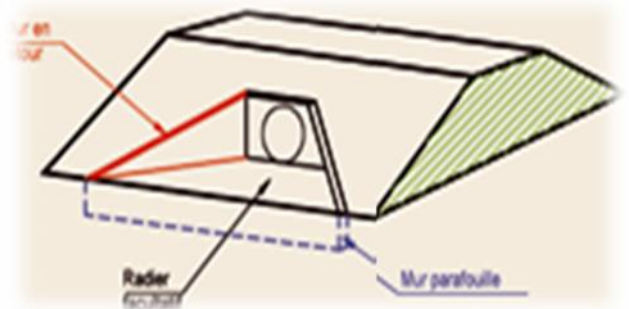
Nous préconisons de creuser des fossés de section trapézoïdale talus a 1/1 de largeur au plafond égale a 0.5 m et $h=0.4\text{m}$. (Livre **PERIMETRE DE KSOB**).



5.7. Dimensionnement des buses :

Pour dimensionner les buses, on prend :
Ce débit Q sera égalisé à $0.67\text{m}^3/\text{s}$

Une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé commercial tel que :
 $\varnothing 400, \varnothing 500, \varnothing 800, \varnothing 1000, \varnothing 1200, \varnothing 1500 \dots \text{etc}$.



$$S_m = \pi \times \frac{D^2}{4}$$

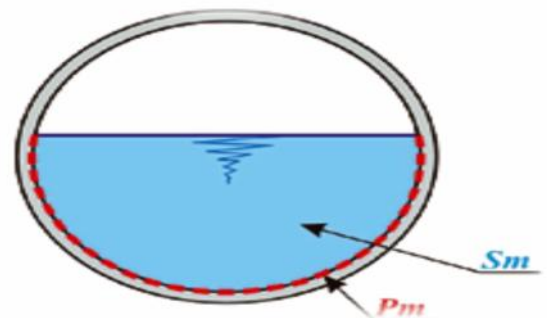
$$P_m = \pi \times D$$

$$R = \frac{S_m}{P_m} = \frac{\pi \times \frac{D^2}{4}}{\pi \times D} = \frac{D}{4}$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot I^{1/2} \cdot S \cdot R^{2/3} \implies D = 2 \left[\frac{Q \times \eta \times 2^{2/3}}{\pi \times I^{1/2}} \right]^{3/8}$$

$$I=0.51\%$$

$$Q=0.70 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$



$\eta=0.015$.

$$D = 2 \left[\frac{0.70 \times 0.015 \times 2^{2/3}}{\pi \times 0.005^2} \right]^{3/8} = 0.849m.$$

Alors on choisit $D=1000$ mm.

Tous les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

5.8. Dimensionnement des dalots : PK2+300 (dalot à projeter)

La section du dalot est calculée comme pour le fossé. Seulement, on change la hauteur de remplissage par la hauteur du dalot.

Pour le dimensionnement des dalots on prend un temps de concentration égale à 15min. Alors $t_c=0.77$ h. Et une période de retour de 50ans.

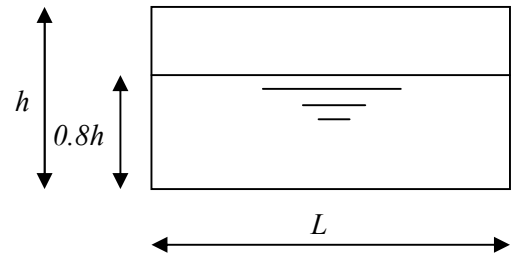
Dans notre projet, les dalots sont en béton armé qui nous donne un coefficient de rugosité $K_{st}=70$.

- Pour les dalots, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :

$$H_r = 0,80 h \quad \text{si } h < 2 \text{ m}$$

$$H_r = h-0.50 \quad \text{si } h > 2 \text{ m}$$

h : hauteur du dalot.



Donc:

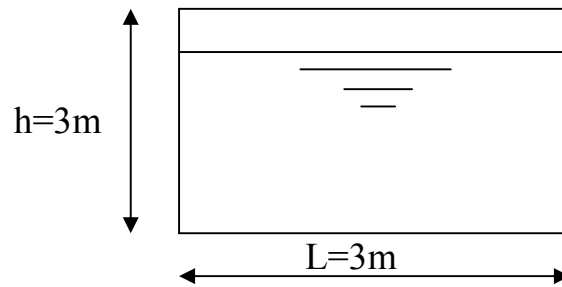
- Périmètre mouillé : $P_m = 2 \times 0.8 \times h + L$
- Section mouillée : $S_m = 0.8 \times h \times L$
- Rayon hydraulique : $R_h = S_m / P_m = (0.8hL) / (1.6h + L)$
- Pente longitudinale de l'ouvrage $j=1.34\%$

Donc Q_s deviendra :

$$Q_s = K_{st} \cdot j^{1/2} \times 0.8hL [0.8hL / (1.6h + L)]^{2/3}$$

$$h = \frac{1}{0.8L} \left(\frac{Q_s}{K_{st} \cdot j^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6h + L)^{2/5}$$

D'après un calcul itératif on trouve : **h=3m**



N.B :

Nous portons a votre connaissance que la proposition de ce dalot ni pas une solution économique mai juste pour éviter la Stagnation des eaux au niveau de PK2+300, et pour assurer la stabilité du remblai. (Pour avoir une bonne évacuation des eaux de l'Oued).

PK	DISIGNATION	DIMENSION
1+01	BUSE	Ø1000 mm
1+113	BUSE	Ø1000 mm
1+363	PASSAGE SUBMERSIBLE	7×10 m²
5+830	DALOT	3×3m²
11+000	PASSAGE SEMI SUBMERSIBLE	Ø1000 mm 15×7m²

REMARQUE :

Nous portons a votre connaissance :la mise en place des buses au (Pk 2+925, Pk 3+950, Pk 4+075, Pk 4+300, Pk 4+900, Pk 5+000), ces derniers sont dimensionnés de sorte a garantir un écoulement correct des eaux, prenant en compte les normes de sécurité en vigueur et cela en l'absence de données pluviométriques, se qui nous a amenés a sur dimensionner ces ouvrages compte tenu des averses inattendues de la région.

CHAPITRE IX :
CARREFOUR

IX. CARREFOUR

1-INTRODUCTION :

Un carrefour est un lieu d'intersection de deux ou plusieurs routes en même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité des usagers (piétons et véhicules) sont indispensables.

2-TYPES DES CARREFOURS URBAINS :

Les principaux types de carrefour que présentent les zones urbaines sont :

2.1-Carrefour en T (type T) :

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires unique et orthogonale, ou aussi ($\pm 20^\circ$), à l'axe principal. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

2.2-Carrefour en Y (type Y) :

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°)

2.3-Carrefour en croix :

C'est un carrefour plan à quatre branches où celles là sont alignées deux à deux formant une intersection en forme de croix.

2.4-Carrefour giratoire ou rondpoint:

C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinture par une chaussée mise à sens

unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique.

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 d'un anneau (circulaire ou ovale). 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.

3- DONNÉES À PRENDRE EN CONSIDÉRATION :

Les données ci-dessous sont généralement à prendre en considération lors d'une étude de conception ou d'aménagement d'un carrefour existant. Toutes ces informations ne doivent pas, pour autant, faire l'objet d'un recueil de données systématique a priori.

Les données les plus importantes à examiner sont les suivantes :

- ✓ La fonction des itinéraires et la nature du trafic qui les emprunte.
- ✓ L'intensité et la composante des différents courants.
- ✓ Les vitesses d'approche pratiquées.

- ✓ Les informations concernant le nombre, le type, l'emplacement et la cause des accidents qui ont pu se produire au carrefour considéré avant l'aménagement.
- ✓ Les conditions topographiques, notamment la visibilité en plan et en profil en long.

4- PRINCIPES FONDAMENTAUX DE CONCEPTION :

La conception des carrefours doit prendre en compte dans les différentes étapes de sa démarche, qu'il s'agisse de la conception générale ou de la conception géométrique, les principes fondamentaux suivants :

- ✓ Le respect de la compatibilité avec le type de route, et les comportements que ce type induit.
- ✓ L'intégration et homogénéité des aménagements, contribution au rythme et au sectionnement de l'axe.
- ✓ La lisibilité de l'aménagement, en favorisant une reconnaissance facile, rapide et non ambiguë du fonctionnement du carrefour abordé.
- ✓ L'optimisation des conditions de sécurité pour tous les flux de trafic, y compris pour les courants très secondaires.
- ✓ Le respect d'un niveau élevé de fluidité des flux prioritaires.
- ✓ La prise en compte des usagers particuliers (piétons, cyclistes, transports en commun, poids lourd).

❖ La visibilité :

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possible, à cet effet il est préconiser d'atteindre des vitesses d'approche à vide

❖ En cas la visibilité insuffisante il faut prévoir :

- ✓ Une signalisation appropriée dont le but est d'imposer une réduction de vitesse ou de changer les régimes de priorité.

- ✓ Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlots séparateurs ou débouché les voies non prioritaires).

5- TYPE D'AMENAGEMENT DES CARREFOURS GIRATOIRES :

Les giratoires sont généralement moins coûteux que les intersections à niveau mais ils requièrent une grande surface de terrain et un îlot central de grandes dimensions, en plus, ils se prêtent mal à la circulation des piétons dont il faut prévoir des traversés appropriés.

La priorité dans les giratoires est généralement à gauche (priorité au giratoire).

5.1-Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire :

✓ **Les avantages :**

- Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise l'espace,
- Modération de la vitesse,
- Amélioration de la sécurité,
- Accroissement de la capacité,
- Diminution des nuisances,
- Faciliter d'insertion d'un grand nombre des branches,
- Economie de régulation et d'exploitation,
- Permet d'autre par des demi-tours.

✓ **Les inconvénients :**

- Empiètement d'emprise important,
- Entretien de l'îlot central et éventuellement les îlots séparateurs.
- Traversée difficile des piétons,
- Absence de régulation du trafic, par le non-respect par les usagers de la route du régime de priorité.

5.2-Principaux critères de choix:

✓ La sécurité :

C'est un critère prioritaire sur une route principale, le giratoire présente toujours un meilleur niveau de sécurité qu'un carrefour plan ordinaire : le nombre et la gravité des accidents sont en générale beaucoup plus faibles.

Il faut cependant noter que le réaménagement d'un carrefour plan ordinaire (voie de tourne à gauche, îlot sur la route secondaire, par exemple) peut permettre d'améliorer très sensiblement le niveau de sécurité (parfois à coût modéré).

✓ Le Coût :

Les coûts des carrefours plans sont très variables selon les contraintes locales, la réutilisation plus ou moins importante de la chaussée existante (dans le cas de réaménagement), leur niveau d'équipement, la réalisation de voies rabattement, etc.

Certains éléments de l'aménagement (éclairage, aménagements paysagers, choix des matériaux ...) peuvent majorer très sensiblement le coût du projet. En outre, il convient de tenir compte des coûts de fonctionnement (l'entretien, éventuellement la consommation électrique due à l'éclairage).

✓ Le temps perdu :

Ce critère est également important sur les axes où circule un trafic de longue ou moyenne distance (rarement prédominant mais que l'on peut décider d' privilégier). Il faut aussi tenir compte du trafic d'intérêt local sur les axes d'importance secondaire.

Le temps perdu comprend, en substance, deux composantes dont la part respective varie en fonction des niveaux de trafic en présence :

- ✓ **Le retard lié au trafic:** Dit retard de congestion, il est dû au non priorité et aux intersections entre les véhicules. Il peut être assimilé au temps d'attente en file et en tête de file.

- ✓ **Le retard géométrique:** C'est le retard subi par un véhicule en franchissant l'aménagement, en l'absence de toute gêne due au trafic. En effet un carrefour impose à certains flux des ralentissements

Pour un giratoire, le temps d'attente sont en générale négligeable en rase campagne.

6-CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE CARREFOUR GIRATOIRE :

6-1-Forme et dimension de l'îlot central :

a- La forme :

L'îlot central est circulaire (la sécurité étant meilleur), plusieurs études de sécurité ont montré un taux d'accidents anormalement élevé sur les giratoire de forme non circulaires (ovales ou autres).

b- Les Dimensions :

Le diamètre de l'îlot central d'un carrefour giratoire diffère d'un type à l'autre. Certaines généralités peuvent cependant être élaborées.

Le diamètre de l'îlot central d'un carrefour à entrecroisement dépendra de la distance disponible pour l'entrecroisement ainsi que du **débit** et de la **vitesse** de circulation souhaitée. Ainsi, plus on cherche à atteindre des débits élevés et une circulation rapide, plus la longueur d'entrecroisement doit être grande.

Ce qui engendre une augmentation du diamètre de l'îlot central, et donc de l'emprise nécessaire pour l'aménagement du carrefour.

Ce type de carrefour est donc utilisé principalement aux entrées et sorties des autoroutes, surtout en milieu périurbain ou rural, là où l'espace est largement disponible.

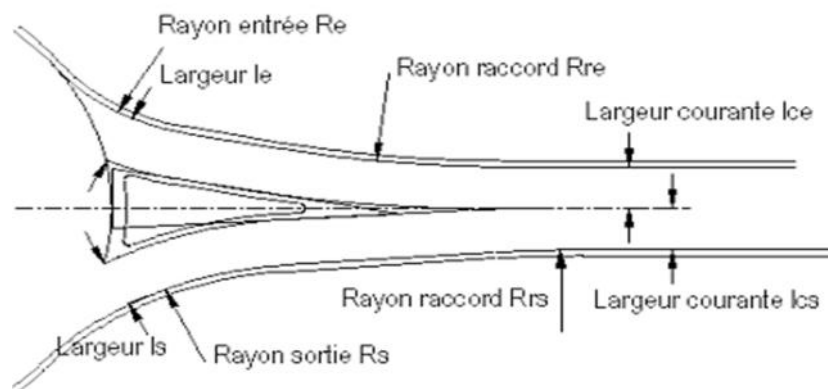
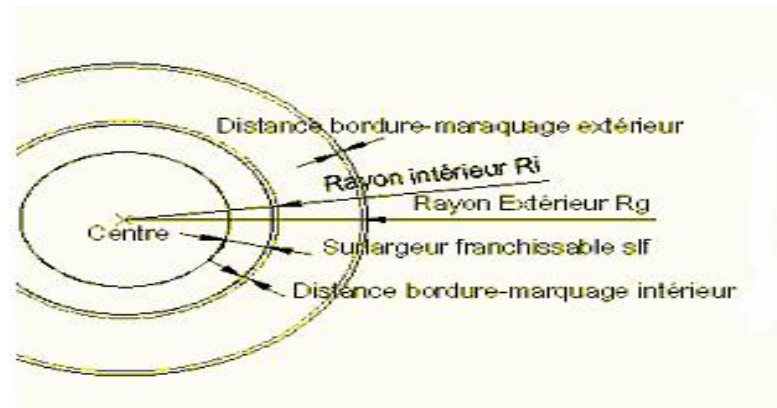
✓ **Dévers :**

Le dévers de l'anneau de 1 à 2% est dirigé vers l'extérieur, pour les trois raisons suivantes:

- Amélioration de la perception de la chaussée annulaire
- Absence de la rupture dans le raccordement des dévers sur les voies d'entrées et de sorties.
- Facilité de gestion et d'écoulement des eaux de surface.

❖ **Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie.**

	Notions	Paramétrage	Valeur courantes (m)			
Rayon du giratoire	Rg	$12 \leq Rg \leq 25m$	12	15	20	25
Largeur de l'anneau	la	$6 \leq la \leq 9m$	7	7	7	8
Sur largeur franchissable	Sl _f	1.5m si $Rg \leq 15m$	1.5	1.5	-	-
Rayon intérieur	Ri	$Rg - la - Sl_f$	3.5	6.5	13	18
Rayon d'entrée	Re	$10 \leq Re \leq 15m$ et $\leq Rg$	12	15	15	15
Largeur de la voie entrante	le	le 4m	4	4	4	4
Rayon de sortie	Rs	$15 \leq Rs \leq 30m$ et $> Ri$	15	20	20	20
Largeur de la voie sortante	ls	$4m \leq ls \leq 5m$	4	4	4.5	5
Rayon de raccordement	Rr	$Rr = 4Rg$	48	60	80	100



6-2-Îlots séparateurs :

a-Fonctions :

Les îlots séparateurs remplissent 6 fonctions principales :

- ✓ Favoriser la perception du carrefour en situation d'approche ;
- ✓ Servir de refuge aux piétons, leur permettant de traverser en deux temps ;
- ✓ Éviter des collisions entre les deux sens de circulation des branches (surtout lorsque les rayons de sortie sont faibles), en séparant les courants entrants et sortants ;
- ✓ Favoriser la capacité, en permettant aux conducteurs en attente devant la ligne d'effet du CEDEZ LE PASSAGE de discriminer plus tôt les véhicules sortants et ceux auxquels ils devront céder la priorité ;

- ✓ Permettre l'implantation de la signalisation de direction ; limiter le risque de « prise à contresens » de l'anneau.

b-Aménagement de l'îlot séparateur :

L'îlot séparateur doit être ceint de bordures basses, de préférence rétrofléchissantes. Le marquage de rive des voies d'entrée et de sortie longent les bordures de l'îlot séparateur à une distance de 0,50 m (5 u au minimum), y compris le marquage de 3 u.

Il ne doit pas supporter d'élément (de décor, de balisage ou de signalisation superflue) dans la zone de visibilité.

La couleur de la surface des îlots séparateurs est de préférence claire, et doit présenter un contraste suffisant (de jour comme de nuit) avec la surface de la chaussée.

Pour les branches très secondaires, il est possible de matérialiser l'îlot séparateur par un simple marquage.

Les courbes qui permettent d'évaser la base de l'îlot sont respectivement parallèles aux bords droits des voies d'entrée et de sortie.

❖ Construction des îlots séparateurs sur les branches des giratoires:

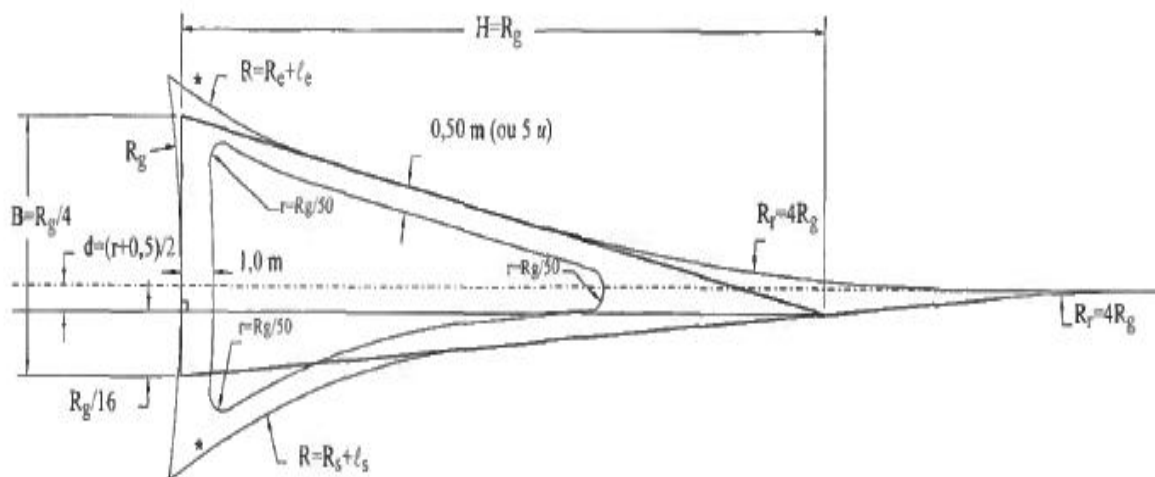


Tableau récapitulatif des différents paramètres de construction des îlots séparateurs

	notati on	paramétrage	Values courantes (m)			
			Rg<15	Rg=15	Rg=20	Rg=25
Rayon giratoire	Rg		Rg<15	Rg=15	Rg=20	Rg=25
Hauteur du triangle de construction	H	H=Rg	12à15	15	20	25
Base du tringle de construction	B	B=Rg/4	3à3.75	3.75	5.00	6.25
Départ de l'îlot sur l'axe	d	$d=(0.5+Rg/50)/2$ ou 0	0	0.40	0.45	0.50
Rayon de raccordement des bordures	r	$r=Rg/50$	0.25	0.30	0.40	0.50

7-APPLICATION AU PROJET :

Le dévers de l'anneau de 2% est dirigé vers l'extérieur.

7.1-Géométrie de l'entrée :

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir d'entrée sont les suivantes :

Rayon d'entrer de 15 à20 m, largeur de 4m.

En tout cas, il ne doit pas dépasser le rayon extérieur du giratoire.

Pour notre cas on prend un rayon de 20m avec une largeur d'entrée de 4m. Pour notre carrefour.

7.2-Géométrie de sortie :

La sortie est généralement limitée à une seule voie .la largeur de cette voie est comprise entre 4 et 5m.

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir de sortie sont les suivantes :

- ✓ Un rayon de sortie de 20 m

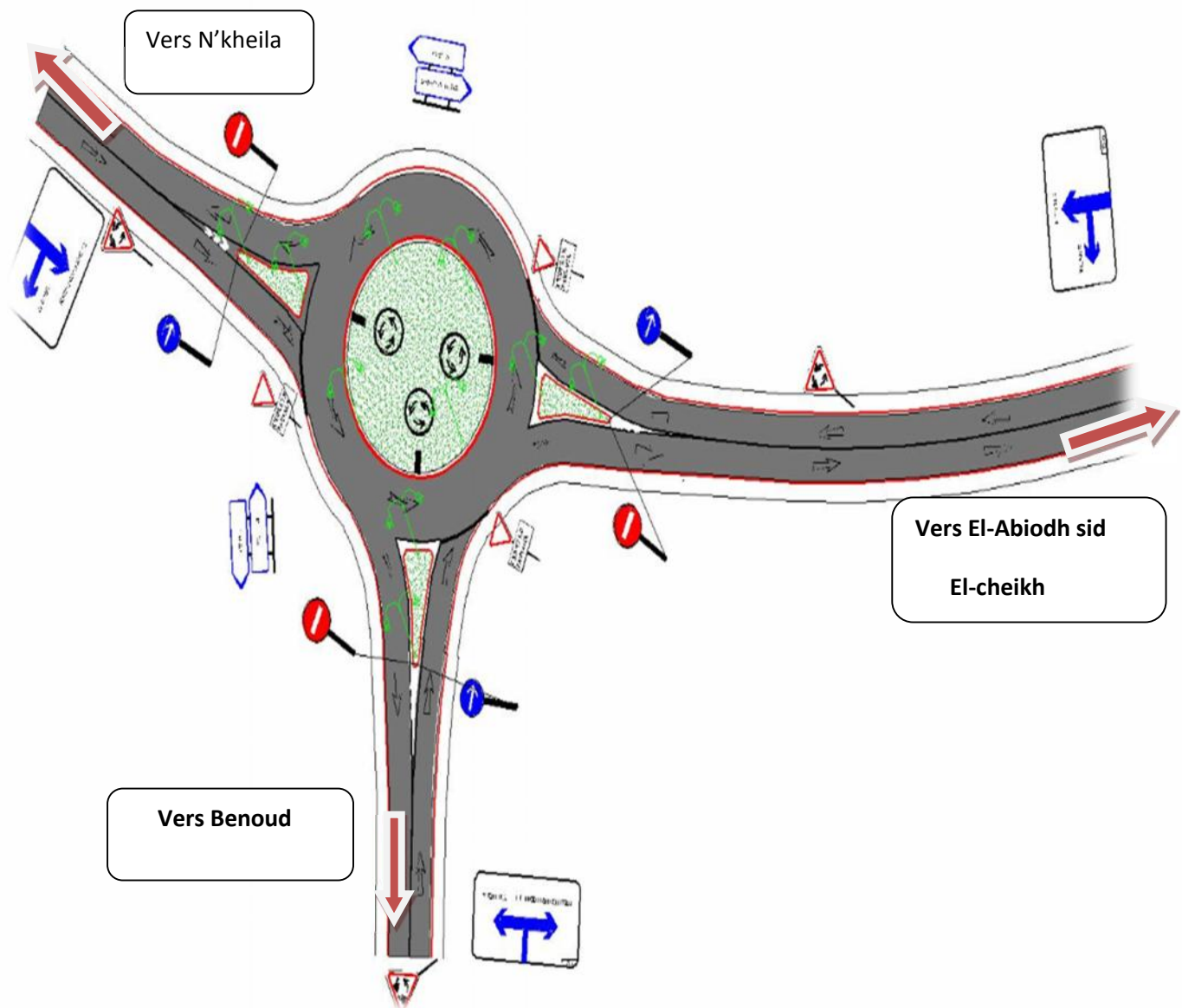
- ✓ Une largeur de sortie de 4.5 m

a- La visibilité :

En milieu interurbain, pour donner la visibilité sur le véhicule prioritaire et pour assurer une vision suffisamment, il est utile de maintenir dégagée la zone suivante.

La zone ainsi définie doit être dégagée de tout obstacle à la vue de plus de 1m de hauteur, on peut admettre cependant un obstacle visuel (arbre isolé)

b-CARREFOUR GIRATOIRE PK 2+850 :



CHAPITRE X :
SIGNALISATION
ET ECLAIRAGE

X. SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1. Introduction :

La signalisation verticale et les marquages peints sur la route, effectués conformément aux principes énoncés dans les conventions et les accords internationaux, concourent à la lisibilité de la route et ils doivent donc être conçus et mis en œuvre de manière à être cohérents les uns avec les autres et avec l'ensemble des éléments du projet.

La signalisation, dont le préalable fondamental est l'homogénéité, s'adresse à des usagers en déplacement rapide et elle doit donc être visible d'assez loin, de jour comme de nuit, et être immédiatement compréhensible.

Des panneaux lumineux ou exécutés avec des matériaux rétro réfléchissants sont utilisés pour la signalisation des routes qui ne sont pas éclairées et peuvent également équiper les routes pourvues d'un éclairage permanent. Il est recommandé que le marquage des routes dépourvues d'éclairage permanent soit exécuté à l'aide de matériaux rétro réfléchissants.

Il est par ailleurs important d'éviter l'abus des signaux.

2. Règle à respecté pour la signalisation :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout 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
- ✓ Simplicité: elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur.
- ✓ Eviter la publicité irrégulière.

3. Type de signalisation :

La signalisation peut être divisée en deux familles :

- ✓ La signalisation horizontal
- ✓ La signalisation vertical

3-1. Marquages peints sur la route :

Le marquage doit être harmonisé avec la signalisation verticale et les matériaux utilisés doivent offrir une haute résistance au dérapage.

Les signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, elles sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers sur la route.

Elle se divise en trois types :

- ✓ **Marquage longitudinal**
- ✓ **Marquage transversal**
- ✓ **Autre Marquage**

a). Marquage longitudinal:

❖ **Lignes continues :**

Ce sont des lignes qui peuvent être utilisées pour délimiter les voies de circulation (ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de la route) et il est strictement interdit à tout les véhicules de les franchir.

❖ **Lignes discontinues :**

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est à dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles.

On distingue:

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

❖ **Marquage transversal :**

• **Ligne STOP:**

C'est une ligne continue qui oblige l'utilisateur de marquer un arrêt.

Autre marquage :

• **Les flèches de rabattement :**

C'est une flèche légèrement incurvées signalant aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

• **Les flèches de sélection :**

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

• **Largeur des lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :

U = 7,5 cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6 cm sur les routes et Voies urbaines « trafic > 3000 V /j ».

U = 5 cm pour les autres routes.

3-2. Signalisation verticale : Les signes de la route doivent être employés judicieusement. S'il y en a trop, les conducteurs seront distraits ou ennuyés. Il

faut toutefois installer tous les panneaux requis pour assurer la sécurité des gens qui circulent sur un chemin donné. Il regroupe quelque genre :

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

a).Signalisation avancée :

On dira qu'un signal est place en signal avance lorsqu'il sera implante a une distance suffisante pour prévenir l'usager de l'approche de l'objet du début de la zone ou du début du point singulier.

Le signal A 24 est placé à une distance de 150 m de l'intersection, les usagers doivent marquer l'arrêt à l'intersection.

Le signal B 3 accompagnée dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

b).Signalisation de position :

Lorsque le signal sera placé approximativement a l'aplomb de l'objet du début de la zone ou du point ainsi signalé on dira qu'il est placé en position de position.

Le signal de type B2 (arrêt obligatoire) est placé sur la route où les usagers doivent marquer l'arrêt.

Signalisation de direction :

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'il se soit fixé.

Ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par pointe do flèche d'angle ou sommet égale à 75°.

c).Signalisation des chantiers et des situations d'urgence :

En cas de travaux, de situations d'urgence (accidents) ou d'opérations en cours comportant la fermeture de chaussées ou de voies au trafic, il conviendra de mettre en place une signalisation temporaire adéquate permettant de préserver la sécurité des usagers et du personnel préposé aux opérations en question. Ces signalisations doivent être enlevées dès qu'elles ne sont plus nécessaires.

Dans une zone où les routes sont éclairées, les panneaux de signalisation des chantiers doivent être rétro réfléchissants. Dans les zones où les routes ne sont pas éclairées, les panneaux doivent être rétro réfléchissants et, autant que possible, couplés à des dispositifs de guidage lumineux.

Les panneaux permanents qui sont en désaccord avec la signalisation temporaire devront être supprimés ou occultés.

4. Application au projet :

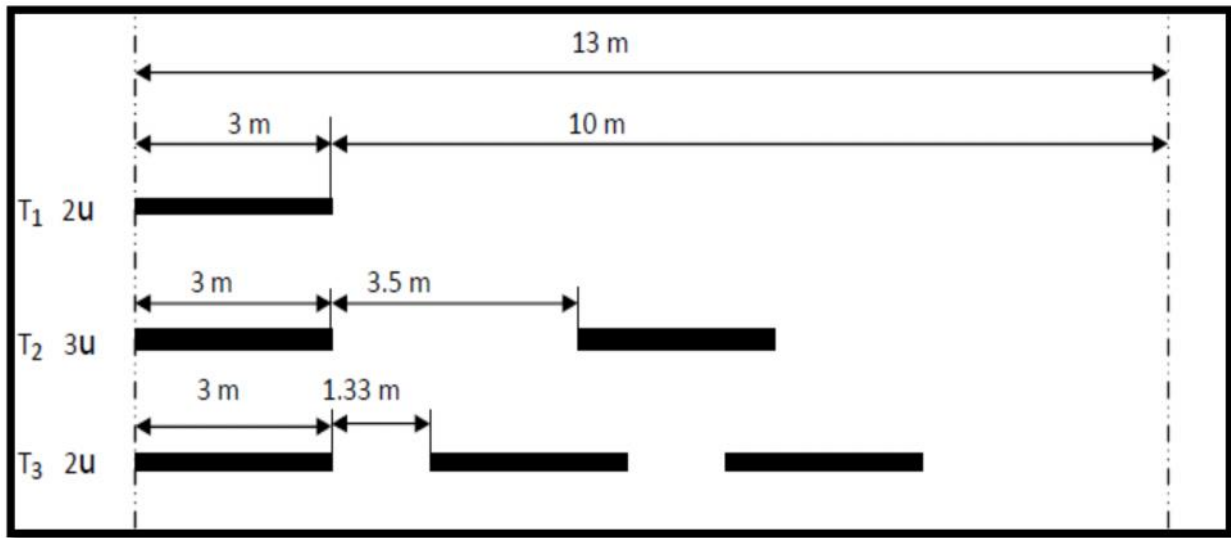
Dans le cadre de notre étude tout en respectant les critères énoncés ainsi que la réglementation routière algérienne (signalisation routière de 15/07/1974),

on mentionne sur le plan de signalisation que la codification des panneaux et l'unité de largeur des lignes de marquage.

Les différents types de panneaux de signalisation dans cette étude sont :

4-1. La signalisation horizontale :

- ✓ Marquage longitudinal.
- ✓ Lignes continues.
- ✓ Lignes discontinues.
- ❖ **Marques sur chaussée :**

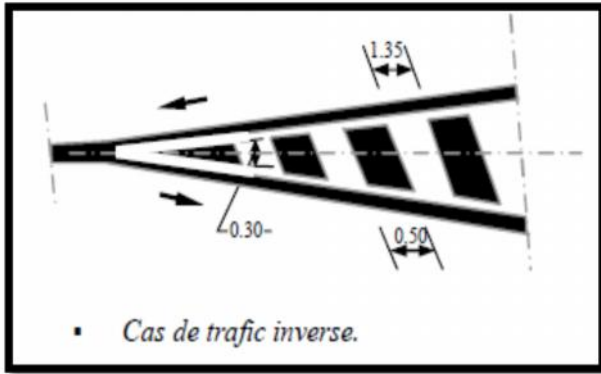


T1 2U : ligne axiale ou délimitation de voie.

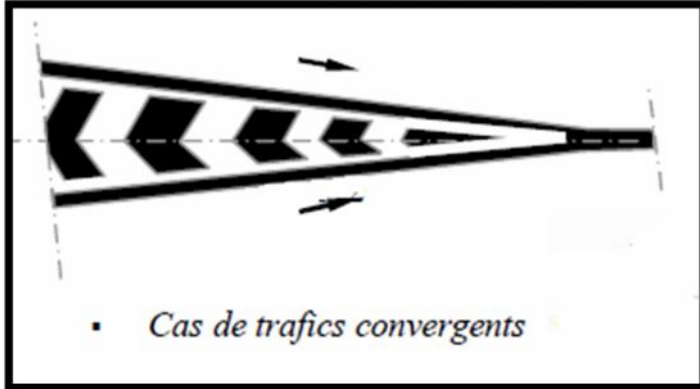
T2 3U : ligne de rive.

T3 2U : ligne de délimitation des voies de décélération, d'accélération ou d'entrecroisement.

❖ SCHEMAS DE MARQUAGE PAR HACHURES (sur le nez d'îlot):



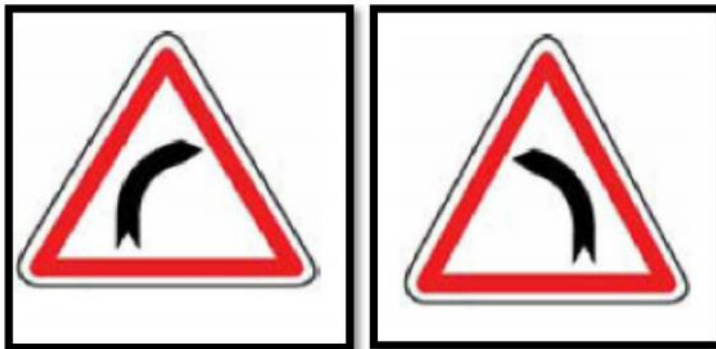
▪ Cas de trafic inverse.



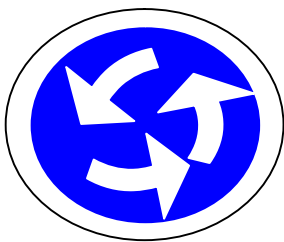
▪ Cas de trafics convergents

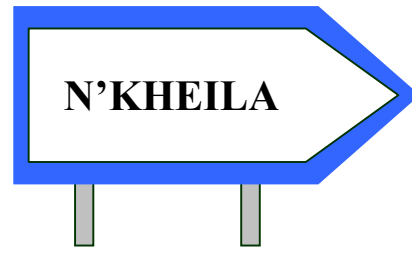
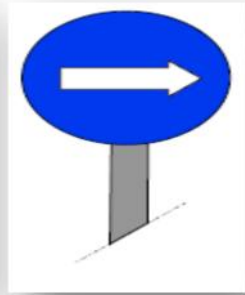
❖ La signalisation vertical :

❖ Panneau d'obligation :

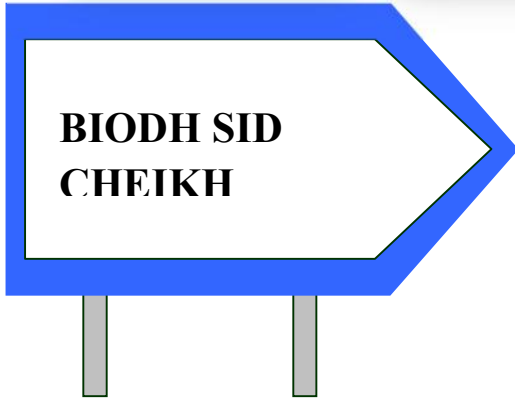


Virage à droite

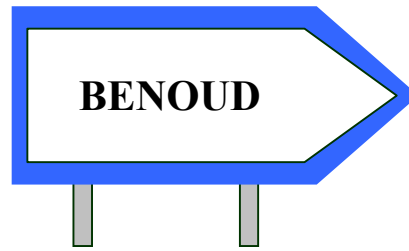




SIGNALISATION DE DIRECTION

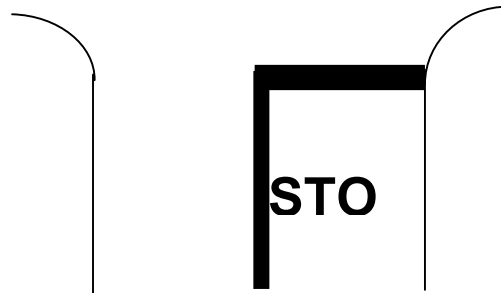
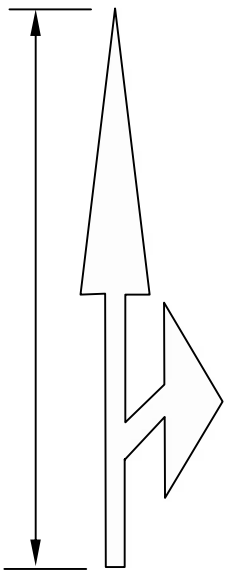


Virage à gauche

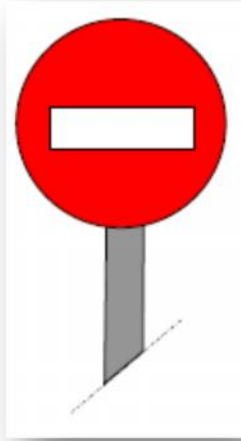


SIGNALISATION DE DIRECTION

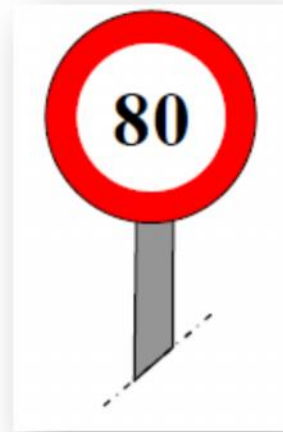
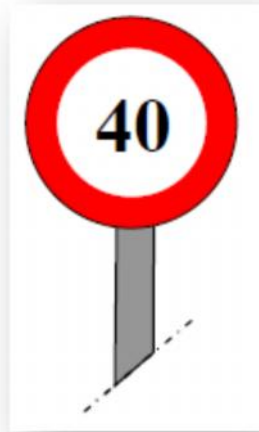
SCHEMA DE SIGNALISATION



❖ Panneau signalant une interdiction ou restriction :



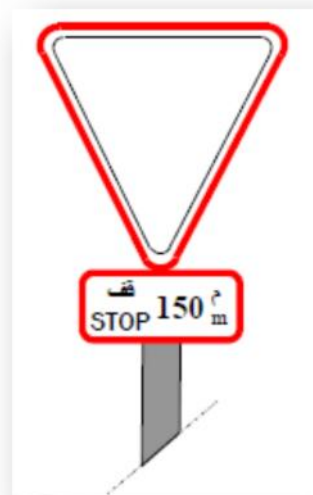
Hauteur limite de gabarit (C11)



Vitesses limitées(C11a)



Panneau Signalisation de Priorité (B2)



Panneau Signalisation d'avertissement de danger(A24)

5. éclairage :

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort que possible, c'est –à- dire voir tout ce qu'il pourra exister comme obstacles sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours ... etc.).

Une bonne visibilité des bordures de trottoir des véhicules et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.

Il existe quatre classes d'éclairage public :

- ❖ **Classe A** : éclairage général d'une route ou autoroute.
- ❖ **Classe B** : éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).
- ❖ **Classe C** : éclairage des voies dessertes.
- ❖ **Classe D** : éclairage d'un point singulier (carrefour, échangeur, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

5-1. éclairage d'un point singulier :

Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes :

- ❖ A longue distance 800 à 1000m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste.
- ❖ A distance moyenne 300 à 500m, idée de la configuration du point singulier.
- ❖ A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.
- ❖ A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

5-2. paramètre de l'implantation des luminaires :

L'espacement (e) entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.

- ❖ La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10m et parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussées.
- ❖ La largeur (l) de la chaussée.
- ❖ La porte à faux (p) du foyer par rapport au support.
- ❖ L'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

CHAPITRE XI :
DEVIS
QUANTITATIF ET
ESTIMATIF

XI. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

désignation	unite	prix unitaire(en DA)	quantité	montant
1) L'installation de chantier et repliement	F	3% du total (1+2+3)		4733231,1
Total(1)=				4733231,1
2) Terrassement				
Décapage de terre végétale épaisseurs de 20 a 30 cm	M2	80	48540	3883200
Remblais d'emprunt	M3	500	19211	9605500
Déblais excédentaires en terrain meuble mis en remblai	M3	400	72518	29007200
Total(2)=				42495900
3) chaussée				
accotement en TUF	M3	600	9328	5596800
Couche de fondation en GNT	M3	2500	12224	30560000
Couche de base en grave bitume	T	4500	8434	37953000
Couche d'imprégnation en émulsion 700 à 800 g/m2	M2	150	63829	9574350
Couche d'accrochage dosée 200à 300g/m2	M2	120	23936	2872320
Couche de roulement en béton bitumineux	T	6000	4787	28722000
Total(3)=				115278470
4) Ouvrage d'art	M2	100000	196	19600000
Total(4)=				19600000
5) Ouvrage d'art courant et assainissement	F	10% du total (1+2+3)		15777437
Total(5)=				15777437
6) Impact sur l'environnement	F	1% du total (1+2+3)		
Total(6)=				1577743,7
7) Déviation des réseaux	F	3% du total (1+2+3)		
Total(7)=				4733231,1
8) Eclairage: signalisation et équipements routiers	F	5% du total (1+2+3)		7888718,5
Total(8)=				7888718,5
9) Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)	F	2% du total (1+2+3)		3155487,4
Total(9)=				3155487,4
TOTAL GENERAL=				215240218,8
TVA 17%				36590837,2
TTC				251831056

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- ✓ Cours de routes de 4^{ème} année ENSTP.
- ✓ Cours de 5^{ème} année ENSTP.
- ✓ Cours d'hydraulique de 4^{ème} année ENSTP.
- ✓ 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 (SETRA).
- ✓ Cours de l'ENTPE (tome 01, tome 02).
- ✓ Site internet :

www.SETRA.com.

www.google.com