

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

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

Thème

**ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE
(BELKHEIR et BOUMAHRA) du Pk 0+000 au
Pk 9+300 AVEC ETUDE GIRATOIRE SUR
RN21 ET CONCEPTION GIRATOIRE SUR
RN20 DU WILAYA GUELMA**

Proposé par :

Société GEO-CONSEIL
M. MESSAOUDI LAKHDAR

Présenté par :

- SAID TAMER
- KAHLAT HOUSSEM

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENT

Nous remercions le bon dieu qui nous a donné le courage et la patience jusqu'au bout nos études.

Nous dressons nos plus vifs remerciements à notre encadreur Mr. MESSAOUDI pour avoir dirigé ce travail, nous le remercions également pour son aide effective et dont les conseils nous ont été très précieux.

Nous tenons à remercier vivement l'ensemble des professeurs de l'ENSTP qui nous ont enseignés ainsi que ceux qui ont contribué à notre formation au sein de notre école.

Nos remerciements vont aussi à tous les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Je remercie ALLAH le tout Puissant, clément et Miséricordieux de m'avoir motivé à réaliser ce modeste travail, ensuite je remercie infiniment mes parents, qui m'ont encouragé et aidé à arriver à ce stade de formation.

*Je dédie ce modeste travail à **ma très chère mère**, qui m'a accompagné durant les moments les plus pénibles de ce long parcours de mon éducation.*

*A **mon père** qui a sacrifié sa vie afin de me voir grandir et réussir dans le parcours de l'enseignement. Celui qui a toujours resté à mes côtés dans les moments rudes de ma vie.*

A mes frères et mes sœurs.

A toute la famille : SAID.

A tous mes amis.

A mon binôme et confrère : HOUSSEM

A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

...Et a tous ceux qui portent l'Algérie dans leurs cœurs et veulent la construire.

TAMER



SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE :	1
PRESENTATION DU PROJET :	2

1. INTRODUCTION :	2
2. PRESENTATION DE LA VILLE :	2
2.2. LE RESEAU ROUTIER DE GUELMA :	3
2.3. BUT DE L'ETUDE :	4

I-DONNEE DE BASE

1. INTRODUCTION	5
2. NORMES ET SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES;	5
3. CONCEPTION GENERALE	5
3.1. CLASSIFICATION DE LA ROUTE	5
3.2. Nombre de voies	5
3.3. VITESSE DE REFERENCE	5
3.4. PARAMÈTRES GÉOMÉTRIQUES ADOPTÉS	6

II- AVANT PROJET SOMMAIRE :

1. INTRODUCTION:	7
2. GEOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE :	7
3. HYDROLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE :	7
3.1. EAUX SUPERFICIELLES :	7
4. TYPES DES CONTRAINTES :	8
5. CHOIX DU COULOIR (APS) :	9
5.1. VARIANTE1 :	9
5.2. VARIANTE 2:	9
6. CONCLUSION :	10

III- ETUDE DE TRAFIC

1. INTRODUCTION :	13
2. ANALYSE DE TRAFICS :	13
3. DONNEES DE TRAFIC :	13
4. LES DIFFERENTS TYPES DU TRAFIC :	14
5. LA CAPACITE :	14
5.1.DEFINITION:	14
5.2.LA CAPACITE DEPEND :	14
6. TRAFIC A UN HORIZON DONNE :	14
7. CALCULE DE TRAFIC EFFECTIF	14
8. DEBIT	15
8.1.DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMAL (LA DEMANDE)	15
8.1.DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE (L'OFFRE)	15
9.CALCUL DU NOMBRE DE VOIES	16
9.1.CHAUSSEE BIDIRECTIONNELLE	16

9.2 CHAUSSEE UNIDIRECTIONNELLE:.....	16
--------------------------------------	----

9.3 APPLICATION AU PROJET	16
---------------------------------	----

10. CONCLUSION

IV-TRACE EN PLAN

1. INTRODUCTION :	18
2. REGLES ET PRINCIPES DE TRACE EN PLAN.....	18
2.1. REGLES CONCERNANT LA LONGUEUR DES ALIGNEMENTS:.....	18
2.2. STABILITE EN COURBE :	19
2.3. SURLARGEUR:	19
2.4. LES RACCORDEMENTS PROGRESSIFS :	19
2.5. DISTANCE De VISIBILITE :.....	18
3. EXEMPLE DE CALCUL MANUEL D'AXE DU TRACE EN PLAN	22

V-PROFIL EN LONG

1. INTRODUCTION.....	27
2. REGLES DU PROFIL EN LONG	27
3. CARACTERISTIQUES DU PROFIL RNLONG.....	27
4. EXEMPLE DE CALCUL MANUEL D'AXE DE PROFIL EN LONG	28

V-PROFIL EN TRAVERS

1. INTRODUCTION :.....	30
2. ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS :.....	30
2.1. LA CHAUSSEE :	30
2.2. TERRE-PLEIN CENTRAL (T.P.C) :	30
2.3. BANDE DERASEE GAUCHE (B.D.G) :.....	31
2.4. BANDE MEDIANE (B.M) :.....	31
2.5. ACCOTEMENT :	31
2.6. FOSSES :	32
3. LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS TYPE SONT COMME SUIVANT : ..	32

VII- ETUDE GEOTECHNIQUE

1. INTRODUCTION :	34
2. LES OBJECTIFS PRINCIPAUX D'UNE ETUDE GEOTECHNIQUE :	34
3. LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE :	34
3.1. ANALYSE GRANULOMETRIQUE :	34
3.2. EQUIVALENT DE SABLE :	35
3.3. LIMITES D'ATTERBERG :	36

3.4.	ESSAI PROCTOR :	37
3.5.	ESSAI C.B.R (CALIFORNIA BEARING RATIO):	38
3.6.	ESSAI LOS ANGELES :	39
3.7.	ESSAI MICRO-DEVAL :	39
4.	LES DIFFERENTS ESSAIS « IN- SITU » :	40
4.1.	LES FORAGES :	40
4.2.	LES ESSAIS DE PENETRATION :	40
5.	CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS :	41

VIII-CUBATURES

6.	INTRODUCTION :	42
7.	CUBATURES DES TERRASSEMENTS :	42
8.	METHODE UTILISEE :	43
9.	METHODE CLASSIQUE:	43
10.	Conclusion :	44

IX- DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1.	INTRODUCTION :	45
2.	LA CHAUSSEE :	45
2.1.	DEFINITION :	45
2.2.	LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :	47
3.	METHODES PRATIQUES ET DEMARCHE DE DIMENSIONNEMENT :	47
3.1.	METHODE DE CBR :	47
4.	CONCLUSION :	56

X-ASSAINISSEMENT

1.	INTRODUCTION :	57
2.	OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT :	57
2.1.	DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES :	57
2.2.	PROTECTION CONTRE LA NAPPE PHREATIQUE :	57
3.	QUELQUES DEFINITIONS :	58
3.1.	BASSIN VERSANT :	58
3.2.	FOSSE :	58
3.3.	LES GARGOUILLES :	58
4.	DONNEES PLUVIOMETRIQUES:	59
5.	Dimensionnement des ouvrages d'évacuations :	59
6.	APPLICATION AU PROJET :	62

XI-ETUDE DE CARREFOUR

1.	INTRODUCTION :	67
2.	PRINCIPES FONDAMENTAUX:	67
3.	CHOIX DU TYPE DE CARREFOUR :	67
3.1.	TYPES DE ROUTE :	67

3.2. TYPES DE CARREFOUR :	68
4. CARREFOUR GIRATOIRE :	69
4.1. DISPOSITIONS GENERALES :	69
4.1.1. DISPOSITION DES BRANCHES :	69
4.1.2. DIMENSIONS GENERALES.....	69
4.1.3. PENTES.....	70
4.2. GEOMETRIE DES COMPOSANTS DU GIRATOIRE	70

XII-SIGNALISATION

1. INTRODUCTION:	77
2. BARRIERES DE SECURITE:	77
3. SIGNALISATION:	79
4. CATEGORIES DE SIGNALISATION:	79
5. LES CRITERES DE CONCEPTION DE LA SIGNALISATION:	79
6. SIGNALISATIONS HORIZONTALES:	79
6.1. MARQUAGE LONGITUDINAL :	79
6.2. MARQUAGE TRANSVERSALES:	79
6.3. AUTRE MARQUAGE:	79
6.4. COULEUR DES MARQUES:	79
7. SIGNALISATIONS VERTICALES:	80
7.1. SIGNAUX DE DANGER :	80
7.2. SIGNAUX COMPORTANT UNE PRESCRIPTION ABSOLUE :	80
7.3. SIGNAUX A SIMPLE INDICATION :	80
7.4. SIGNAUX DE POSITION DES DANGERS :	82
8. CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES:	82
9. APPLICATION AU PROJET :	83
10. ECLAIRAGE :	86
10.1. INTRODUCTION.....	86
10.2. TYPE D'ECLAIRAGE :	87
10.3. PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES:	87
10.4. APPLICATION AU PROJET :	88
Conclusion générale :	89

Devis quantitatif et estimatif

BIBLIOGRAPHIE :

INTRODUCTION GENERALE :

Pour concrétiser les connaissances techniques acquises pendant le cycle de formation, l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics propose à ses élèves ingénieurs l'élaboration des projets de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état des travaux publics.

Parmi les domaines de travaux publics, celui de l'infrastructure routière qui revête une importance particulière dans notre pays, c'est un facteur générateur de développement économique, et il constitue la base de toute opération du développement.

Ce rapport a pour objet d'étude de l'évitement de la ville BELKHEIR et BOUMAHRA dans la wilaya du GUALMA, qui nous à aider à améliorer notre connaissance dans le domaine d'infrastructure dans ces déferents chapitre cité dans la présente synthèse.

1. INTRODUCTION :

L'aménagement d'un réseau routier ne peut s'effectuer sans faire au préalable des prévisions du trafic afin de déterminer les besoins en déplacement et d'identifier les axes susceptibles d'être saturés à un horizon donné. Pour notre évitement de la ville de GUELMA Le projet prend origine de la RN 21 qui mène vers RN 20 de la cote nord de la ville BELKHEIR et BOUMAHRA. Dans le cadre de la convention intervenue entre la wilaya de GUELMA présentée par la direction des travaux publics (DTP).

2. PRESENTATION DE LA VILLE :

GEULMA wilaya du nord-est de l'Algérie, elle est située à 65 km au sud-ouest d'Annaba et à 110 km à l'est de Constantine. La Wilaya de GEULMA s'étend sur une superficie de 2398,69 km² Administrativement la wilaya compte 34 communes dont 10 sont des chefs lieux de Daïra. Sa population à été évaluée en 2008 à 190 461 habitants,

Elle est limitée par 4 wilayas :

- Au nord par les wilayas D'ANNABA et de SIKKDA.
- Au sud par la wilaya D'OUM-EL-BOUAGHI.
- A l'Ouest par la wilaya de CONSTANTINE.
- A l'Est par les wilayas de SOUK-AHRRAS et EL-TAREF

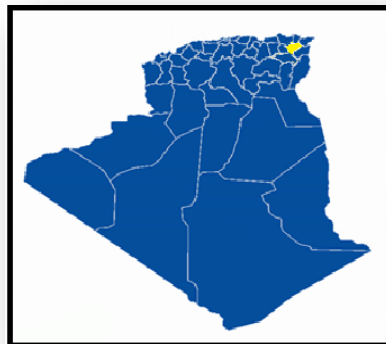


Fig.1 Situation géographique de la wilaya

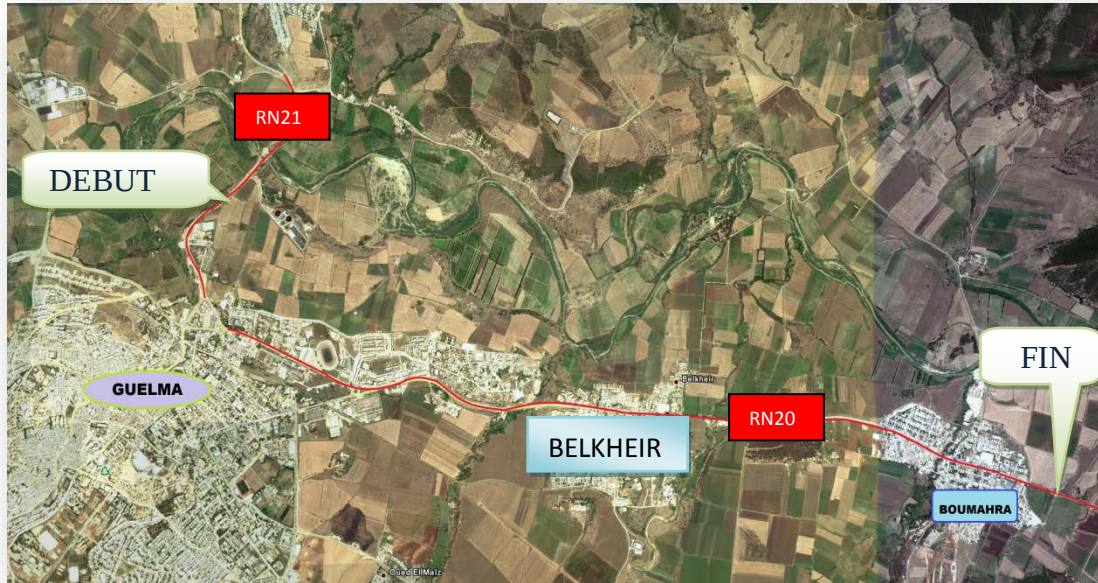


Fig.2 Situation géographique de la ville BELKHEIR et BOUMAHRA

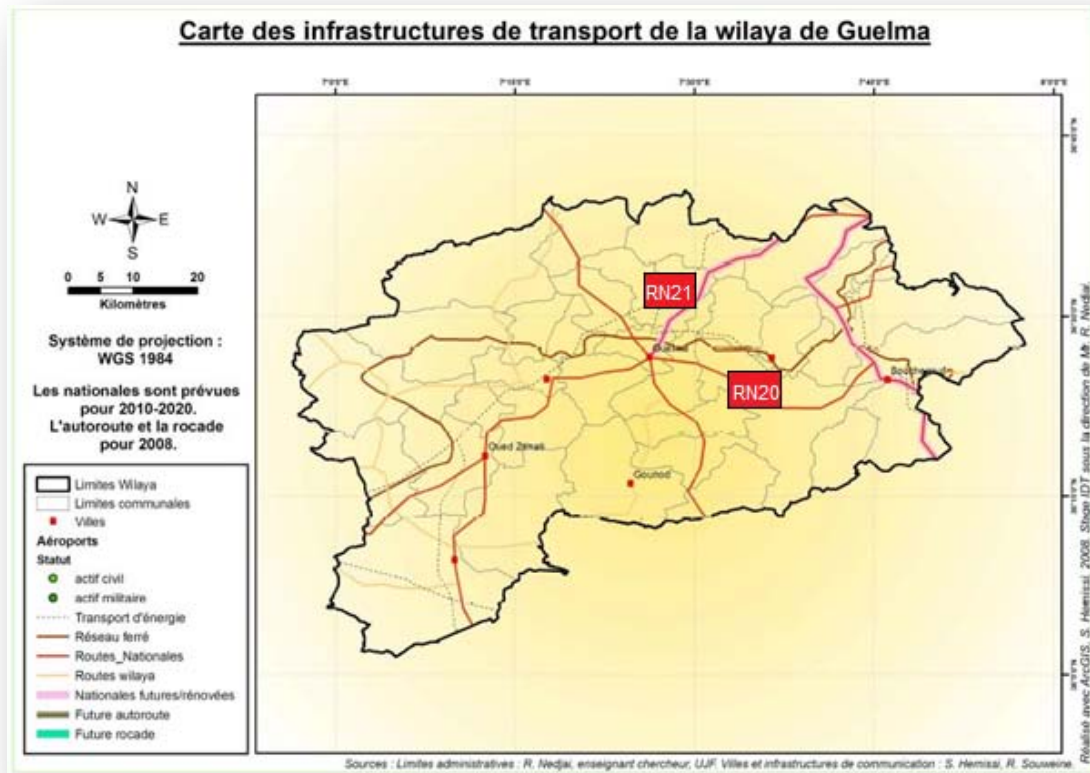
2.2. LE RESEAU ROUTIER DE GUELMA :

La Wilaya de Guelma constitue un point de rencontre entre les pôles industriels du Nord-est de l'Algérie (Annaba et Skikda), et les pôles du Sud-est, Oum El Bouagui et Tébessa.

Le réseau routier existant est composé principalement de la RN 21 et RN 20, le CW156, et des voies de dessertes internes.

RN 21: la route nationale reliant SKIKDA et GUELAMA

RN20 : la route nationale reliant CONSTANTINE et SOUK-AHRRAS passant par la ville de Guelma



2.3. BUT DE L'ETUDE

Vu l'importance du trafic de la ville BELKHEIR et BOUMAHRA et la saturation de la RN20, qui traverse cette dernière, les autorités ont optés de réaliser un évitement qui allégera le trafic notamment le poids lourds que provoquer un problème de circulation au niveau de deux villes en dehors de la ville BELKHEIR et BOUMAHRA

1. INTRODUCTION:

Cette phase d'étude constitue essentiellement une approche progressive du projet permettant de délimiter un couloir ou plusieurs, qui servira de cadre à l'établissement de l'avant projet détaille. 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 coût du projet.
- Les difficultés trouvées lors du choix des tracés (caractéristiques techniques).
- Comparaison des impacts sur l'environnement.

2. GEOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE :

La zone situé au Nord de la ville GEULMA, BELKHEIR et BOUMAHRA, par laquelle passe notre tracé, est un terrain de relief vallonnés, d'un aspect agricole dominance rurale, peu peuplée.

3. HYDROLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE :

3.1. EAUX SUPERFICIELLES :

Les montagnes de l'atlas tellien au sud du tracé constituent la source des eaux de surface dans ce secteur.

OUEDS SEYBOUSE : Le second plus grand oued en Algérie – représente un réseau hydrographique prenant naissance à vingt kilomètres à l'ouest de GUELMA, par la jonction des oueds CHERF et BOUHAMDANE. L'oued SEYBOUSE coule d'ouest en est jusqu'à sa confluence avec l'oued MELLAH, affluent issu de versant nord-ouest des monts arrosés de la Medjerda. Puis, la SEYBOUSE change de direction pour rejoindre, plus au nord, la MER MEDITERRANEE, après avoir traversée la plaine côtière comprise entre DREAN et ANNABA.



Illustration de l'Oued Seybouse

4. TYPES DES CONTRAINTES :

L'investigation sur site a permis de constater généralement que la zone concernée par le projet est une zone agricole de relief vallonné, les conditions géologiques sont simples (il n'y a pas de risques géologiques très marqué, ni de points sensibles influençant sur le tracé).

Les principales contraintes sur le tronçon sont comme suit :

- Les routes nationales(RN20) et chemins de wilaya (CW 156).
- Les réseaux (électricité, gazoducs, oléoducs,.....).
- Les oueds (oued Seybouse et oued Zina) et cours d'eau.
- usine fabrication des buses+parc APC+usine de graniteux.

5. CHOIX DU COULOIR (APS) :

Dans cette phase, on va étudier deux variantes, afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet.

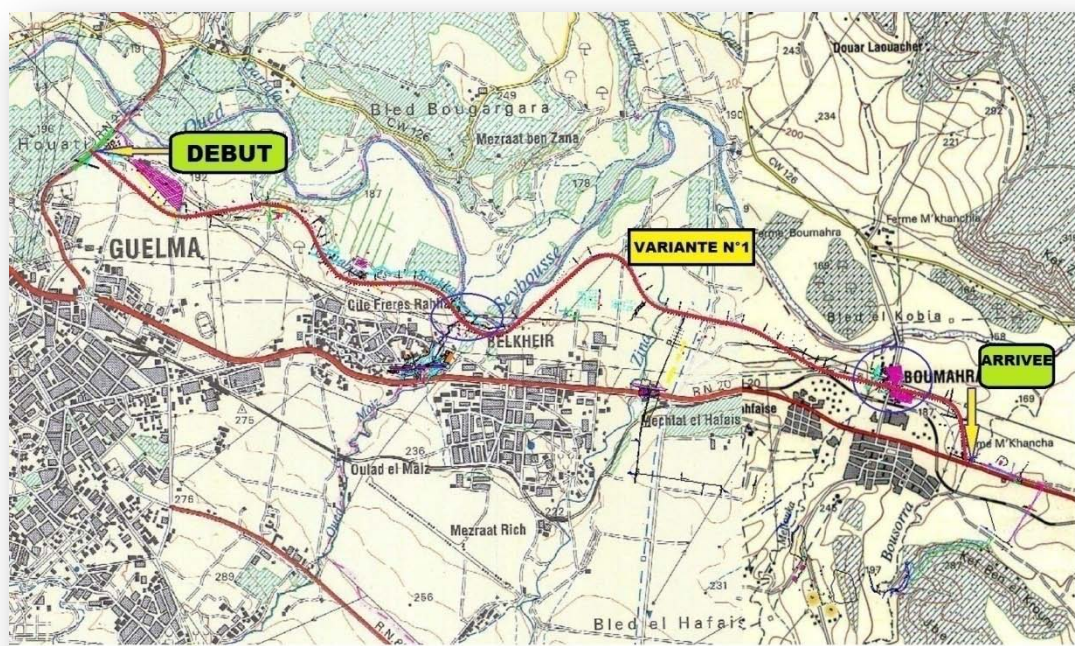
5.1. **VARIANTE1 :**

Le Contournement nord de la ville BELKHEIR et BOUMAHRA, prenant origine de la RN21 au niveau entre le nord de la ville de Guelma et le tracé continue en parallèle à la limite des périmètres à urbaniser et le tracé continue à couper des terrains agricole jusqu'au **PK7+200**.

Identification Des inconvénients de la variante 1 :

- Ce couloire passé à coté de l'usine de fabrication des buses et usine de graniteux.
- Franchit des terres agricoles
- Franchit le parc d'APC et service hydraulique.
- Croisement avec le CW156

Plan De Variante 1:



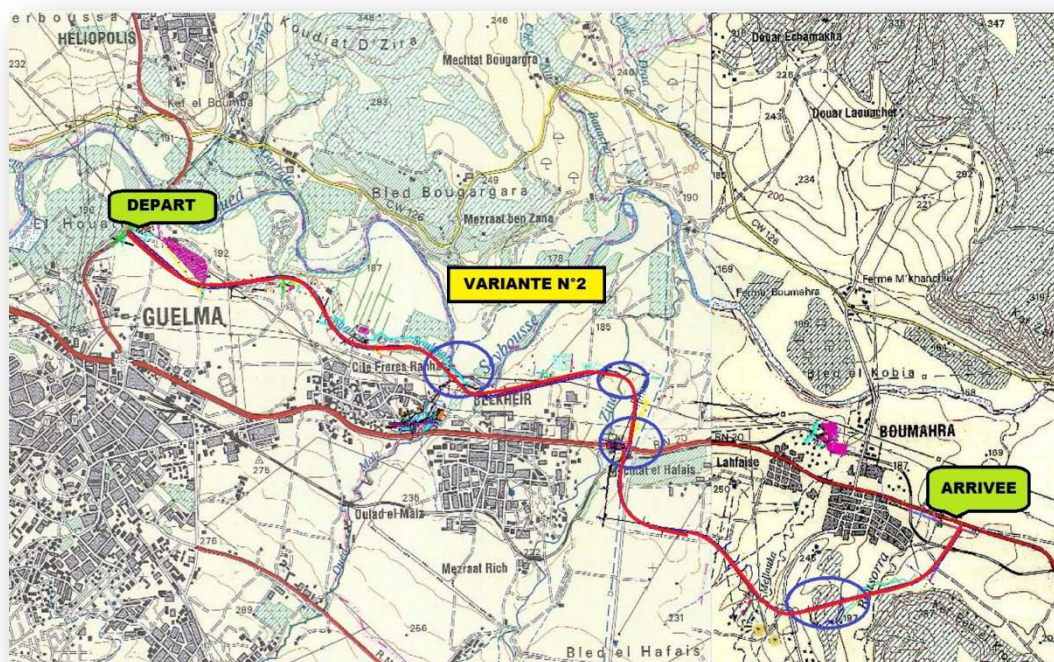
5.2. **VARIANTE 2:**

Pour la 2eme variante elle est similaire à la 1^{er} variante jusqu'au **PK7+200**

Puis elle contourne le sud de la ville Boumahra et se prolonge jusqu'à la jonction avec la RN20.

- **Identification** Des inconvénients de la variante 2 :
- Ce couloir est situé dans une zone accidentée ce qui engendre un volume de déblai et remblai plus important.
- la présence des fortes pentes au niveau de profil en long
- La superficie des terres agricoles consommées sont considérable par rapport variante 1.
- Croisement AVEC La RN20.

Plan De Variante 2 :



6. CONCLUSION :

La comparaison des deux variantes suivant les critères techniques et économiques que nous allons citer dans l'étude comparative nous permettra de choisir entre les deux variantes étudiées.

La variante 01 est jugée plus avantageuse que la variante 02, et cela de fait que :

- Les déclivités de terrains pour la variante 01 sont plus petites que pour la variante 02.
- La superficie de terres agricoles consommées par la variante 02 sont considérable que la variante 1
- La variante 02 est plus long proportionnellement à la variante 01 et nécessite de réaliser de passage inférieur à l'intersection avec RN20
- La variante 1 :
 - dispose de sécurité et de confort par rapport à la variante 02.
 - l'expropriation de parc d'APC et service hydraulique.
- on propose un Passage supérieur du CW156 sur le nouvel évitement.

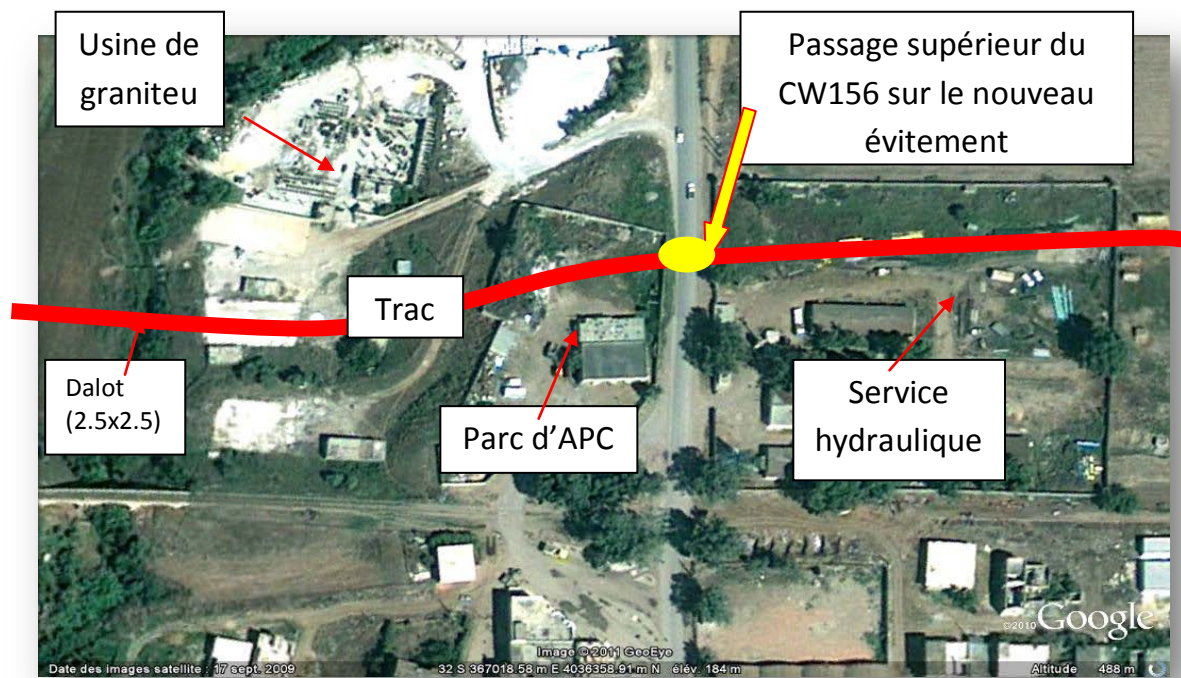


Figure N°3 : sortie de village Boumahra Ahmed



Site d'implantation de la variante1 (PK7+500)



Début de projet

1. **INTRODUCTION**

Les déplacements sont un reflet de l'organisation de l'espace et lien entre les activités et les hommes. Aussi, en amont de toute réflexion relative à un projet d'aménagement est-il nécessaire d'entreprendre une démarche systématique visant à la connaissance des trafics.

De se fait l'étude de trafic constitue une étape fondamentale en amont de tout réflexion relative à l'aménagement d'une infrastructure de transport elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et au delà les caractéristique à lui donnée depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différents couche des matériaux qui constituent la chaussée.

Une étude de trafic comporte en général, les cinq étapes suivantes:

- la définition du réseau concerné
- l'analyse des trafics existants
- l'examen des conditions de circulation
- la projection des trafics
- l'affectation des trafics

2. **ANALYSE DE TRAFICS**

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriées.

Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales.
- Comptages sur routes (manuels, automatique).
- Enquêtes de circulation.

3. **DONNEES DE TRAFIC**

Selon les résultats des comptages et de prévisions, effectués par le service spécialisé de la **CTTP** nous avons :

- **TJMA₂₀₀₈=6140 v/j.**
- Année de mise en service : 2012.
- Le pourcentage des poids lourds : **Z =26%**.
- Taux de croissance annuelle de trafic : **$\tau = 4\%$** .
- La durée de vie : 20 ans.

4. LES DIFFERENTS TYPES DU TRAFIC

- Trafic de transit : origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation)
- Trafic d'échange : origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échange)
- Trafic local : trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.

5. LA CAPACITE

5.1. DEFINITION

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passé sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée.

La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

5.2. LA CAPACITE DEPEND

- Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, il est beaucoup moins en rase campagne, où la densité de véhicules sera beaucoup plus faible).
- Des conditions météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la route.
- Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Les caractéristiques transversales réduites, par exemple largeur de voies inférieure à 3,50m ou absence d'accotement.

6. TRAFIC A UN HORIZON DONNE

Du fait de la croissance annuelle du trafic, le **TJMA** évolue d'une année à l'autre. Suivant la formule :

$$TJMA_h = TJMA_0 (1 + \tau)^n \quad \text{avec :}$$

TJMA₀ : le trafic à l'année zéro

TJMA_h : le trafic à l'année horizon

τ : le taux de croissance annuel du trafic

7. CALCULE DE TRAFIC EFFECTIF

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particuliers (**U.V.P**) en fonction de type de route et de l'environnement; pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les **PL** en (**uvp**).

Le trafic effectif est donné par la relation : **T_{eff}** = [(1 – Z) + PZ]. **TJMA_h**

- **T_{eff}** : trafic effectif à l'horizon en (**U.V.P/j**)
- **Z** : pourcentage de poids lourds (%).
- **P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route et l'environnement.

L'environnement	E ₁	E ₂	E ₃
Routes à bonne caractéristiques	2-3	4-6	8-12
Route étroites ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

Tableau n 01: coefficient d'équivalent (P)

8. DEBIT

8.1. DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMAL (LA DEMANDE) :

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

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

- $\left(\frac{1}{n}\right)$: Coefficient de pointe pris égale 0.12.
- Q : est exprimé en **UVP/h**.

8.2. DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE (L'OFFRE) :

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule : $Q_{\text{adm}} = K1.K2. C_{\text{th}}$

- **K1**: coefficient lié à l'environnement, (La valeur de **k1** est en fonction de l'environnement).
- **K2**: coefficient de réduction de capacité, (La valeur de **k2** est en fonction de l'environnement et de la catégorie de la route).
- **C_{th}**: capacité effective par voie qu'un profil en travers peut écouler en régime stable, (dépend de la largeur de chaussée et le dégagement latéraux).

ENVIRONNEMENT	E ₁	E ₂	E ₃
K₁	0.75	0.85	0.9-0.95

Tableau. 2 : Coefficient « **K1** »

Catégorie de la route					
Environnement	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C 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 .3 : Coefficient « **K2** »

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau .4 : Capacité théorique « **C_{th}** »

9. CALCUL DU NOMBRE DE VOIES

9.1. CHAUSSEE BIDIRECTIONNELLE:

On compare Q à Q_{adm} pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir :

$$Q \leq Q_{adm}$$

9.2. CHAUSSEE UNIDIRECTIONNELLE:

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N » avec :

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

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

9.3. APPLICATION AU PROJET

On a : après **B40** :

- $P=6$ (Route à bonne caractéristique, environnement **E2**)
- $K1=0.85$ (environnement **E2**) ; $K2=0.99$ (environnement **E2**, catégorie **C1**)
- $C_{th}=1800$ uvp/h par sens.

Trafic à l'année 2032:

$$TJMA_{2032} = (1 + \tau)^n TJMA_{2008}$$

$$TJMA_{2032} = (1 + 0.04)^{24} \cdot 6140$$

$$TJMA_{2032} = 15739 \text{ v/j}$$

Trafic effectif :

$$T_{eff(2032)} = [(1 - Z) + PZ] TJMA_{2032}$$

$$T_{eff(2032)} = [(1 - 0.26) + (6 \times 0.26)] \cdot 15739$$

$$T_{eff(2032)} = 36200 \text{ uvp/j}$$

Capacité prévisible :

$$Q_{2032} = 0.12 \cdot T_{eff(2032)}$$

$$Q_{2032} = 0.12 \times 36200$$

$$Q_{2032} = 4344 \text{ uvp/h}$$

Capacité admissible :

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

$$Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 1800$$

$$Q_{adm} = 1515 \text{ uvp/h}$$

Nombre de voie :

$$N = (2/3) \times (Q_{2032}/Q_{adm})$$

$$N = \frac{2}{3} \cdot \frac{4335}{1515} = 1,9$$

N ≈ 2 voie/sens

10. **CONCLUSION**

Suite à l'étude du trafic cité précédemment notre évitement sera une route à 2x2 voies avec terre pleine central.

1. INTRODUCTION :

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain.

Le tracé en plan représente la reproduction à échelle réduite d'une projection de la route sur un plan horizontal. Il est constitué en général par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercle reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif.

Le tracé est caractérisé par une vitesse de référence ou vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer ou définir toutes les caractéristiques géométriques de la route, le tracé en plan doit être étudiée en fonction des données économiques qu'on peut recueillir.

2. REGLES ET PRINCIPES DE TRACE EN PLAN

Pour une bonne conception de tracé en plan, il est recommandé de :

- Adapter au maximum le terrain naturel.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles et surtout les arboricoles.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter la construction des ouvrages d'art sinon on essaie de les franchir perpendiculairement pour minimiser les couts.

2.1. REGLES CONCERNANT LA LONGUEUR DES ALIGNEMENTS:

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple et le plus utiliser, son emploi dans le tracé des routes est restreint a cause de la mauvaise adaptation de la route au paysage et la monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.

La longueur des alignements dépend de la durée du parcours rectiligne, pour :

- La longueur minimale c'est le chemin parcouru en $t=6\text{sec}$ a une vitesse de base **VB**
- La longueur maximale c'est le chemin parcouru en $t=1\text{ min}$ a une vitesse de base **VB**

Valeurs extrêmes des alignements droits du tracé en plan.

Vitesse de base	VB (km/h)	80
La longueur minimale	Lmin (m)	133,33
La longueur maximale	Lmax (m)	1333,33

2.2. STABILITE EN COURBE :

Dans un virage **R** un véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite dévers exprimée par sa tangente.

Valeurs minimales des rayons du tracé en plan

Paramètres	Symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V_B	80
Rayon minimum absolu (m)	RHm	240
rayon au dévers mini (m)	$RHnm$	650
rayon minimum non déversée(m)	$RHnd$	900

2.3. SURLARGEUR:

Lorsqu'un véhicule circule dans une courbe, il occupe une largeur plus grande que sur l'alignement droit;

compte tenu de l'empattement du véhicule, les roues arrières n'épousant pas exactement le tracé de celles de devant.

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

alignement.
$$s = \frac{L^2}{2R}$$

- L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 10$ m)
- R : rayon de l'axe de la route.

Les normes limitent l'adoption des surlargeurs aux rayons inférieurs à 200 mètres ; si l'on considère une longueur maximum moyenne pour un véhicule non articulé égale à 10 m, la surlargeur en courbe par voie de circulation s'obtient par la formule : $S = 50 / R$.

2.4. LES RACCORDEMENTS PROGRESSIFS :

Transitions entre alignements et courbes et entre courbes de sens opposés s'effectuant, en dessous de certaines valeurs de rayons, par des raccordements à courbure progressive (arcs de clothoïdes).

Les courbes de rayon inférieur à R_{nd} sur les routes ne peuvent être raccordées avec les alignements que progressivement par des raccordements progressifs (clothoïdes) Pour assurer les trois conditions suivantes :

- La condition optique
- La condition de gauchissement
- La condition du confort dynamique

Par ailleurs, il est important de limiter la longueur des clothoïdes pour permettre une meilleure perception de la courbure réelle des courbes en plan (rayon de la partie circulaire). C'est pour cette raison que le document de l'ARP «Aménagement des routes principales» donne des règles plus simples qui permettent de calculer la longueur des raccordements progressifs à appliquer aux routes principales non autoroutières. Égale la valeur minimum entre ces deux valeurs : $\{12 \times R^{0.4} \text{ et } 133\}$

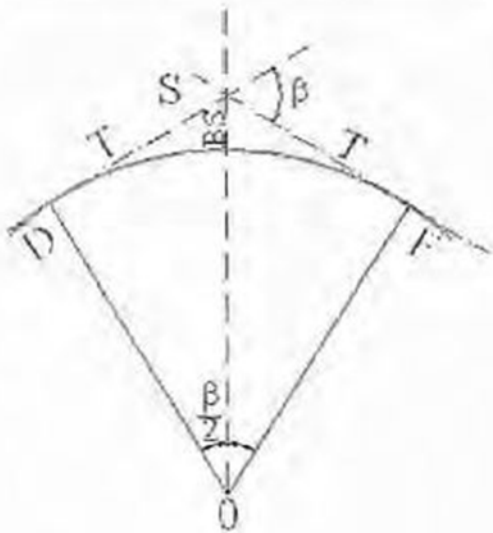
Où : R (en m) le rayon de courbure.

2.4.1. COMBINAISON DES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN :

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

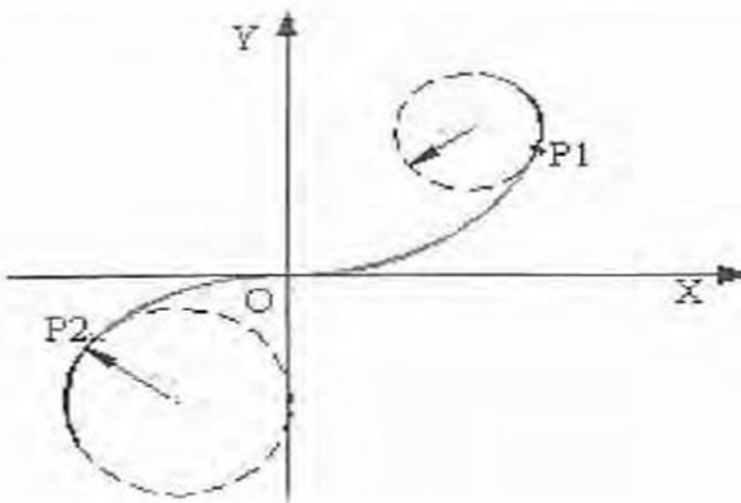
2.4.1.1. COURBE A SOMMET :

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



2.4.1.2. 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.



2.5. DISTANCE De VISIBILITE :

La distance de visibilité nécessaire dépend généralement de la vitesse pratiquée, du temps de réaction, variable selon le type d'événement (plus ou moins grande probabilité, etc.) et selon le type de réaction (au volant, aux pédales, etc.), et de la distance nécessaire à la manœuvre (freinage, modification de trajectoire, démarrage, etc.).

2.5.1. VISIBILITE SUR UN VIRAGE :

Le conducteur doit disposer à l'approche du virage d'une visibilité telle qu'il puisse percevoir le virage et modifier son comportement (trajectoire, éventuellement vitesse) à temps, (point d'observation situé à 1 m de hauteur et 2 m du bord droit de la chaussée ; point observé à 0 m de hauteur, situé sur l'axe de la chaussée, au début de la partie circulaire du virage).

2.5.2. VISIBILITE SUR UN OBSTACLE SITUE SUR LA CHAUSSEE :

La probabilité de présence sur la chaussée d'un obstacle inerte de faible épaisseur susceptible de poser un problème de sécurité est très réduite.

- point d'observation hauteur 1 m situé à 2 m du bord droit de chaussée ;
- point observé hauteur 0,35 m situé sur l'axe de la voie concernée

Un événement un peu plus probable est la présence d'un véhicule arrêté (accident, retenue de trafic, etc.) ou, encore davantage, la présence d'un piéton.

Il est donc nécessaire d'assurer la visibilité à une distance permettant au conducteur de s'arrêter avant un "obstacle" de cette nature, en chaque point du tracé ; dans ce cas, la distance de visibilité doit être supérieure à la distance d'arrêt

2.5.3. VISIBILITE DANS UN CARREFOUR :

L'usager de la route non prioritaire ou de l'accès doit disposer du temps nécessaire pour s'informer de la présence d'un autre usager sur la route prioritaire, décider de sa manœuvre, démarrer et réaliser sa manœuvre de traversée, avant qu'un véhicule prioritaire initialement masqué ne survienne.

- point d'observation situé à 1 m de hauteur sur la route secondaire en retrait de 4 m par rapport au bord de la chaussée principale ;
- point observé à 1 m de hauteur, situé sur la route principale sur l'axe de la voie concernée.

2.5.4. VISIBILITE POUR LE DEPASSEMENT :

En pratique, seules les distances de visibilité de l'ordre de 500 m et plus permettent d'assurer, pour un pourcentage appréciable (30 à 50 %) des situations (vitesses relatives des véhicules en présence, etc.), des possibilités de dépassement sûr.

2.6. NOTION DE DEVERS:

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe.

La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.

2.6.1. DEVERS EN ALIGNEMENT:

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

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

2.6.2. DEVERS EN COURBE:

En courbe permet de :

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

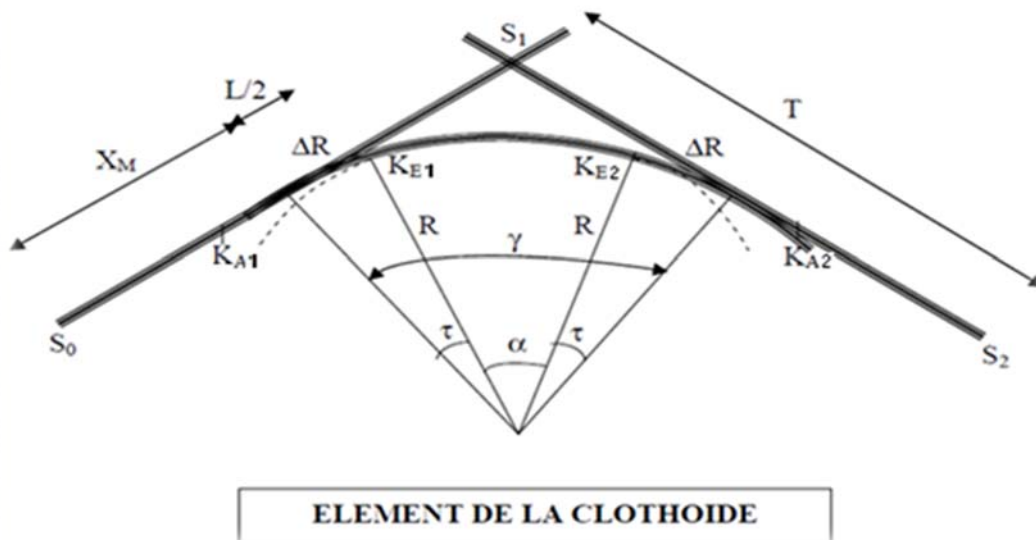
Valeurs du dévers

Valeur du rayon	Sens du dévers	Valeur du dévers (%)
240 (m)	vers l'intérieur du virage	7%
compris entre 240 et 650 m	vers l'intérieur du virage	$- 0,13 + 1712,2 / R$
650 m	vers l'intérieur du virage	2,5%
compris entre 650 et 900 m	vers l'intérieur du virage	2,5%
900 m ou plus	en toit	2,5%

3. EXEMPLE DE CALCUL MANUEL D'AXE DU TRACE EN PLAN

L'opération de calcul d'axe n'aura lieu qu'après avoir déterminé le couloir par le quel 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:



1. Calcul des gisements
2. Calcul de l'angle γ entre alignements
3. Calcul de la tangente T
4. Calcul de la corde S_L
5. Calcul de l'angle polaire σ
6. Vérification de non chevauchement
7. Calcul de l'arc de cercle
8. Calcul des coordonnées des points singuliers
9. calcul de kilométrage des points particuliers

3.1. EXEMPLE DE CALCUL

Pour le cas de notre étude on a choisi notre exemple à partir du dernier rayon rencontré dans l'itinéraire dont les coordonnées des sommets et le rayon qui sont les suivants:

S_0 (21839.209, y = 39988.108)

S_1 (x = 22492.627, y = 39833.726)

S_2 (x = 22881.351, y = 40259.539)

Rayon $R_1 = 550\text{m}$ et $V_r = 80\text{km/h}$

Pour notre projet on a :

$R=550\text{ m} > 240 \Rightarrow d= 2.5\%$ donc le calcul se fait pour un rayon avec clothoïde

3.1.1. CALCUL DU PARAMETRE A :

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

3.1.2. DETERMINATION DE L :

Longueur minimum de clothoïde :

$$L_s (m) = \min(12 \cdot R^{0.4}; 133)$$

$$L_s (m) = \min(12 \cdot (550)^{0.4}; 133) = \min(149.73; 133)$$

$$\Rightarrow L_s (m) = 133 \text{ m}$$

Donc on a :

$$\Rightarrow A = \sqrt{LR} = 270.46$$

Pour vérifie paramètre de clothoïde :

$R/3 < A < R \Rightarrow 183.33 < A < 550$; Donc elle est vérifiée.

3.1.3. CALCUL DES GISEMENTS :

$$\begin{cases} |\Delta X_{12}| = |X_{S2} - X_{S1}| = 653.418 \text{ m} \\ |\Delta Y_{12}| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = -154.384 \text{ m} \\ |\Delta X_{23}| = |X_{S3} - X_{S2}| = 388.724 \text{ m} \\ |\Delta Y_{23}| = |Y_{S3} - Y_{S2}| = 425.813 \text{ m} \end{cases}$$

$$\overline{s1 s2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 671.4 \text{ m}$$

$$\overline{s2 s3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 576.561 \text{ m}$$

$$G_{S1}^{S2} = 100 + \arctg\left(\frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}\right) = 114.77 \text{ grade}$$

$$G_{S2}^{S3} = 200 + \arctg\left(\frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}\right) = 247.1 \text{ grade}$$

3.1.4. CALCUL DE L'ANGLE γ :

$$\gamma = |G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}| = 132.33 \text{ grade}$$

3.1.5. CALCUL DE L'ANGLE τ :

$$\tau = \frac{L}{2 \cdot R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{133}{2.550} \times \frac{200}{\pi} = 7.7 \text{ grade}$$

3.1.6. VERIFICATION DE NON CHEVAUCHEMENT :

$$2.\tau = 15.4 \text{ gr.}$$

$$\gamma = 132.33 \text{ gr} \quad \Rightarrow \quad 2.\tau \leq \gamma \Rightarrow \text{Pas de chevauchement.}$$

3.1.7. CALCULE DE L'ABSCISSE DU CENTRE DU CERCLE :

$$X_m = \frac{A^2}{2.R} = \frac{L}{2} = 66.5\text{m.}$$

3.1.8. ABSCISSE DE KE :

$$x = L \left(1 - \frac{L^2}{40.R^2} \right) = 132.8\text{m.}$$

3.1.9. ORIGINE DE KE :

$$y = \frac{L^2}{6.R} = 5.36\text{m.}$$

3.1.10. CALCULE DE LA TANGENTE :

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg}\left(\frac{\gamma}{2}\right) = 421.76\text{m.}$$

3.1.11. CALCUL DES COORDONNEES SL :

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{132.806^2 + 5.355^2} = 132.914\text{m.}$$

3.10. Calcul de σ :

$$\sigma = \operatorname{arctg}\left(\frac{y}{x}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{5.355}{132.806}\right) = 2.565\text{gr.}$$

3.11. Calcul de l'arc :

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 132.33 - 15.4 = 116.93 \text{ gr.}$$

$$\widehat{K_{E1}K_{E2}} = \frac{R.\pi.\alpha}{200} = \frac{550 \times \pi \times 116.93}{200} = 1009.69\text{m.}$$

3.1.12. CALCUL DES COORDONNEES DES POINTS SINGULIERS :

$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} - (\overline{s1 s2} - T) \cos(300 - G_{S1}^{S2}) = 22112.507\text{m.} \\ Y_{KA1} = Y_{S1} - (\overline{s1 s2} - T) \sin(300 - G_{S1}^{S2}) = 39923.536\text{m.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} - T \cos(300 - G_{S2}^{S3}) = 22755.964\text{m.} \\ Y_{KA2} = Y_{S2} - T \sin(300 - G_{S2}^{S3}) = 40122.189\text{m.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} - SL \cos(300 + \sigma - G_{S1}^{S2}) = 22242.986\text{m.} \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} - SL \sin(300 + \sigma - G_{S1}^{S2}) = 39898.210\text{m.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} + SL \sin(G_{S2}^{S3} + \sigma - 200) = 22662.470\text{m.} \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} + SL \cos(G_{S2}^{S3} + \sigma - 200) = 40027.716\text{m.} \end{cases}$$

Remarque :

Les calculs complets de l'axe du tracé en plan sont faits à l'aide du logiciel **AUTOCAD CIVIL 3D 2012**.

1. INTRODUCTION

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, il est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements circulaires (ou paraboliques) caractérisés par leur rayon.

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans la lisibilité de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers.

2. REGLES DU PROFIL EN LONG

Parmi les règles qu'il faut les tenir en compte on peut citer :

- Adaptation au relief et à l'environnement.
- Suivre le terrain naturel afin d'optimiser les mouvements de matériaux.
- Utilisation des grands rayons verticaux.
- Assurer la coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Respecter la valeur maximale et minimale de déclivité.
- Considération de l'exigence de PHE d'une crue centennale.
- Adaptation aux réseaux divers (gazoducs, réseaux d'alimentation en eau et d'assainissement, lignes électriques...).
- Gabarits exigés à l'intersection avec des routes et des oueds.

3. CARACTERISTIQUES DU PROFIL RN LONG

Pour des raisons de confort dynamique et de confort visuel notamment, les paramètres géométriques du profil en long doivent respecter la déclivité maximale **6%**

Pour assurer le bon écoulement des eaux de ruissellement d'une part sur les chaussées, d'autre part dans les ouvrages d'évacuation longitudinaux, il est souhaitable d'adopter les pentes longitudinales minimales **0,2 %**

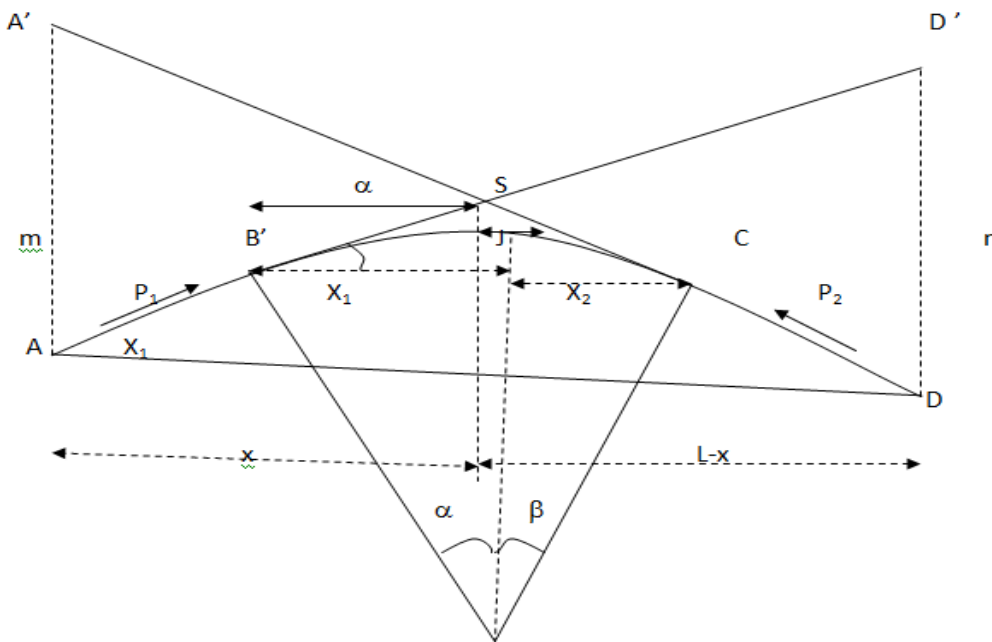
visibilité longitudinale est assurée par le dimensionnement minimal des courbes

- de jour pour le rayon minimum en angle saillant **RVm 3000 m**
- de nuit (éclairage du faisceau des phares) pour le rayon minimum en angle rentrant **RVm' 2200 m**

4. EXEMPLE DE CALCUL MANUEL D'AXE DE PROFIL EN LONG

4.1. LES POINTS DU PROFIL EN LONG

Sommets	X(m)	Z(m)	R(m)	VB (km/h)
SA(x,z)	5750.86	668.70	6000	80
SS(x,z)	6289.84	676.04		
SD(x,z)	6625.01	659.85		



4.2. CALCUL DES DECLIVITES

$$P1 = \frac{ZS - ZA}{XS - XA} = \frac{676.04 - 668.70}{6289.84 - 5750.86} \Rightarrow P1 = 0.0136$$

$$P2 = \frac{ZD - ZS}{XD - XS} = \frac{659.85 - 676.04}{6625.01 - 6289.84} \Rightarrow P2 = -0.0484$$

4.3. CALCUL DES TANGENTES

$$T = R/2 \times (|P1| + |P2|) \Rightarrow T = 186 \text{ m}$$

4.4. CALCUL DE LA BISSECTRICE (FLECHE) BX

$$BX = T^2/2R \Rightarrow BX = 2.88 \text{ m}$$

4.5. CALCUL DES COORDONNEES DES POINTS DE TANGENTES

$$\mathbf{B} \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{XB} = \mathbf{XS} - \mathbf{T} = 6289.84 - 186 = 6103.84 \text{ m} \\ \mathbf{ZB} = \mathbf{ZS} - \mathbf{T} \times |\mathbf{P1}| = 676.04 - 186 \times 0.0136 = 673.51 \text{ m} \end{array} \right.$$

B (6103.84, 673.51)

$$\mathbf{C} \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{XC} = \mathbf{XS} + \mathbf{T} = 6289.84 + 186 = 6475.84 \text{ m} \\ \mathbf{ZC} = \mathbf{ZS} - \mathbf{T} \times |\mathbf{P2}| = 676.04 - 186 \times 0.0484 = 667.04 \text{ m} \end{array} \right.$$

C (6475.84, 667.04)

4.6. CALCUL DE LA LONGUEUR DE RACCORDEMENT

$$\mathbf{L} = 2 \times \mathbf{T} \Rightarrow \mathbf{L} = 372 \text{ m}$$

4.7. CALCUL DES CORDONNEES DU POINT J

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{XJ/A} = \mathbf{R} \times \mathbf{P1} = 81.6 \text{ m} \\ \mathbf{ZJ/A} = \mathbf{X_{JA}} \times \mathbf{P1} - [\mathbf{X_{JA}}^2 / (2 \times \mathbf{R})] = 0.55 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{Xj} = \mathbf{XB} + \mathbf{X_{JA}} \Rightarrow \mathbf{Xj} = 6184.84 \text{ m} \\ \mathbf{Zj} = \mathbf{ZB} + \mathbf{Z_{JA}} \Rightarrow \mathbf{Zj} = 674.06 \text{ m} \end{array} \right.$$

J (6184.84, 674.06)

Remarque :

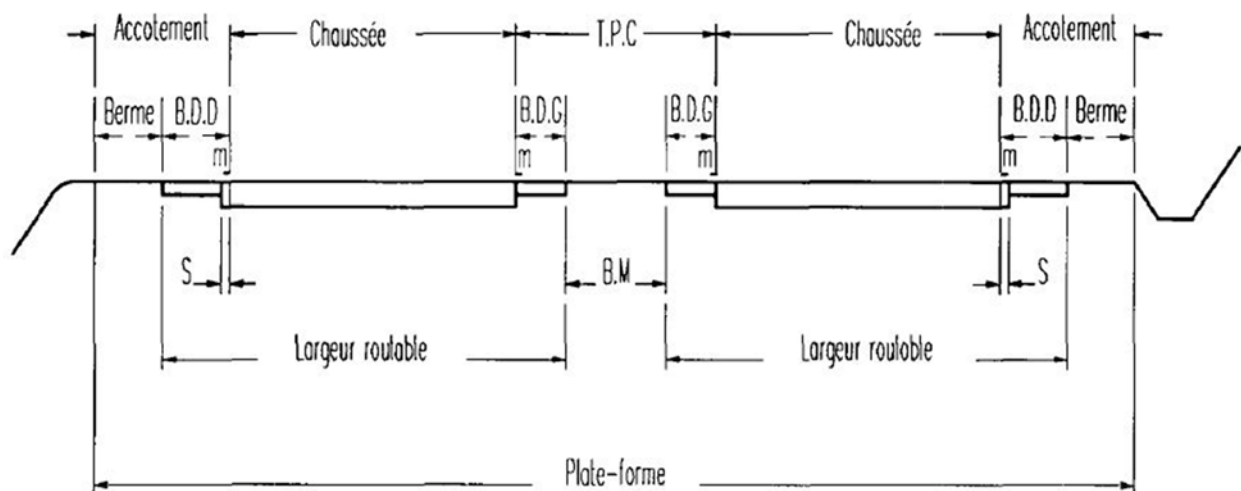
Les calculs complets de l'axe du profil en long sont faits à l'aide du logiciel **AUTOCAD CIVIL 3D 2012** et sont joints dans les annexes.

1. INTRODUCTION :

Le profil en travers d'une route est une coupe transversale menée selon un plan 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 tout les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, etc....).

2. ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS :



2.1. LA CHAUSSEE :

Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules.

Après l'étude de trafic le profil en travers type retenu sera composé d'une chaussée unidirectionnelle, nombre de voies (2x2 voies).

2.2. TERRE-PLEIN CENTRAL (T.P.C) :

Le terre-plein central a pour fonctions la séparation physique de deux sens de circulation, d'éviter les mouvements de traversée des véhicules et les mouvements de tourne-à-gauche vers les accès éventuels, l'implantation de signalisation ...etc.

Ses caractéristiques dépendent essentiellement du milieu traversé, des fonctions de la route et de la limitation de vitesse.

2.3. BANDE DERASEE GAUCHE (B.D.G) :

Elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité. Elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation. Sa largeur est de **0,5 m**.

2.4. BANDE MEDIANE (B.M) :

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux) et d'éventuelles piles d'ouvrages. Sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés.

Sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés. Si elle est inférieure ou égale à **2 m**.

2.5. ACCOTEMENT :

Se sont les zones latérales de la plate forme que borde extérieurement la chaussée, elles peuvent être dérasées ou surélevées.

Elle est constituée de :

2.5.1. BANDE DERASEE DROITE (B.D.D) :

Zone dégagée de tout obstacle, appartenant à l'accotement, (**BDD**) appelée parfois bande d'arrêt Elle est constituée, à partir du bord géométrique de la chaussée :

- d'une surlargeur de chaussée, identique à la chaussée elle-même, et qui porte le marquage de rive.
- d'une partie stabilisée ou revêtue.

Ses fonctions principales sont les suivantes :

- permettre la récupération de véhicules déviant de leur trajectoire normale ;
- permettre l'évitement de collisions multi-véhicules en autorisant des manœuvres d'urgence de déport latéral sur l'accotement :

- permettre l'arrêt d'un véhicule en dehors de la chaussée.
- faciliter les opérations d'entretien de la chaussée et de ses dépendances.

2.5.2. BERME

Partie non roulable de l'accotement. Outre sa fonction normale de transition entre les structures stabilisées et les talus ou cunettes, la berme :

- participe aux dégagements visuels.
- porte certains panneaux de signalisation et des équipements (en particulier dispositifs de retenue en grand remblai, réseaux des concessionnaires, ...).

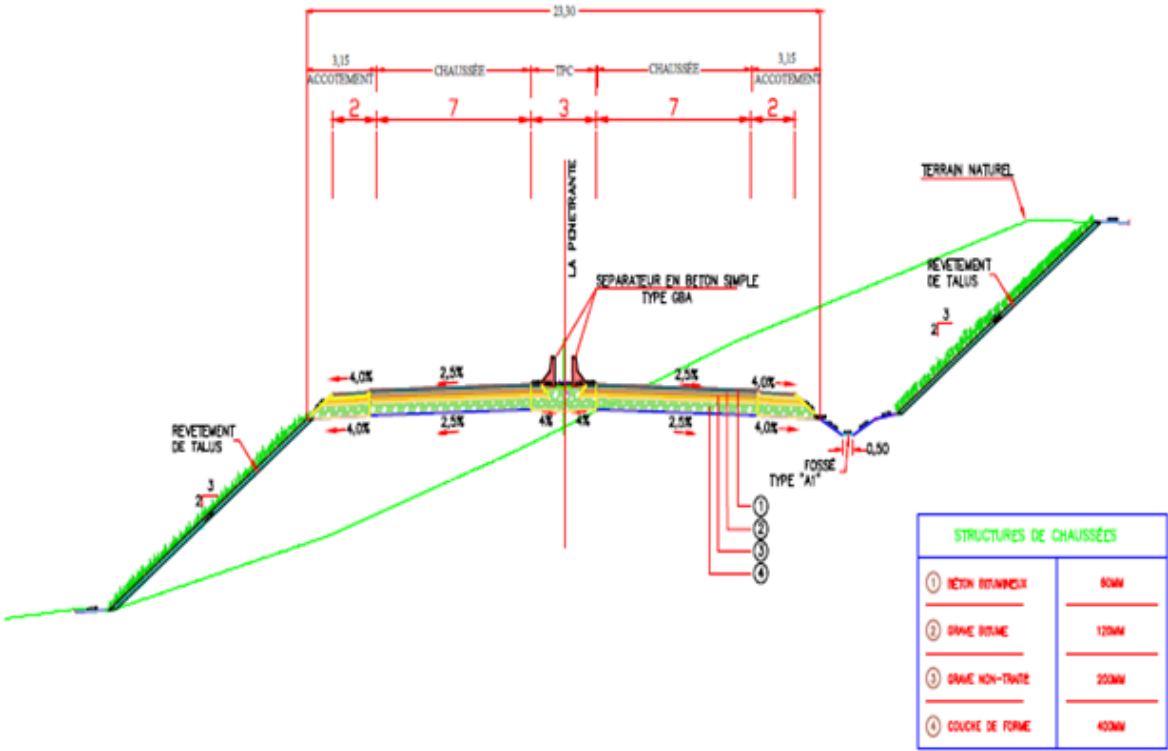
2.6. FOSSES :

Ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement recueillies de la route et des talus (éventuellement les eaux du talus).

3. LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS TYPE SONT COMME SUIT :

- La chaussée de $2 \times 2 \text{ voies} = 2 \times 2 \times 3.5 = 14 \text{ m}$
- Accotement de 2m
- **TPC** : 3 m

PROFIL TRAVERS TYPE PENETRANTE DE GUELMA



Exemple d'un profil type

1. INTRODUCTION :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profile en long. En effet une fois réalisée la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation, pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométrique mais aussi de bonnes caractéristiques mécanique lui permettant de résister à toutes ces charges pendant toute sa durée de vie. La qualité de la construction des chaussée joue à ce titre un rôle primordiale celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser.

2. LES OBJECTIFS PRINCIPAUX D'UNE ETUDE GEOTECHNIQUE :

- Au stade des études, de bien définir le projet : optimisation du mouvement des terres, dimensionnement du corps de chaussée, choix des matériaux, etc.
- Au stade de l'exécution, de réaliser les travaux avec le minimum d'aléas possibles : choix des moyens et des matériels adaptés à la nature des soles rencontrés, méthode d'exécution.

3. LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE :

Les essais réalisés en laboratoire sont :

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

3.1. ANALYSE GRANULOMETRIQUE :

C'est un essai qui a pour objet 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, cette analyse se fait en générale par un tamisage.

Suivant la dimension des particules, les dénominations suivantes ont été adoptées :

$d < 2\mu m$	—————>	argile
$2\mu m \leq d < 20\mu m$	—————>	limon
$20\mu m \leq d < 200\mu m$	—————>	sable fin
$0,2mm \leq d < 2mm$	—————>	sable grossier
$2mm \leq d < 20mm$	—————>	gravier
$20mm \leq d < 50mm$	—————>	cailloux
$d \geq 50mm$	—————>	blocs

L'analyse granulométrique est réalisée par tamisage pour les particules de dimension Supérieure à 80µm et par sédimentométrie pour les « fines » de dimension inférieure à 80 µm.

La courbe granulométrique permet de calculer C_u et C_c dans le but de classer le sol.

$$\begin{cases} C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \cdot D_{60} \\ C_u = D_{60} / D_{10} \end{cases}$$

- C_c : coefficient de courbure

- C_u : coefficient d'informité

Un sol est dit « bien gradué » si $C_u \geq 4$ et $1 \leq C_c < 3$

Un sol est dit « à granulométrie uniforme » si $C_u < 2$

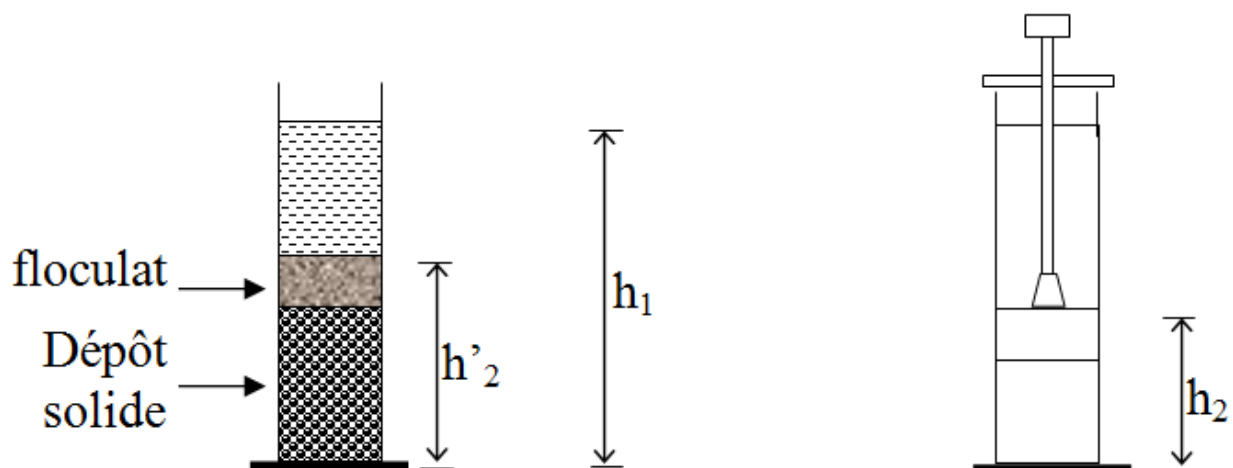
Un sol est dit « à granulométrie étalée » si $C_u > 2$

3.2. EQUIVALENT DE SABLE :

Il est utilisé pour des sols contenant peu d'éléments fins et faiblement plastiques. Il s'effectue sur la fraction inférieure à 2 ou 5mm. On place un volume donné de l'échantillon dans une éprouvette graduée dans laquelle on verse un mélange d'eau et de solution flocculant destinée à mettre en suspension et à faire gonfler les particules argileuses. Après agitation normalisée, on laisse reposer puis on mesure la hauteur h_2 du sable et la hauteur h_1 du sommet du flocculat.

On calcule ensuite :

$$ES = 100 \times \frac{h_2}{h_1}$$



$ES = 0$: Argile pure.

$ES = 40$: Sol peu plastique.

$ES = 100$: sable pure.

3.3. LIMITES D'ATTERBERG :

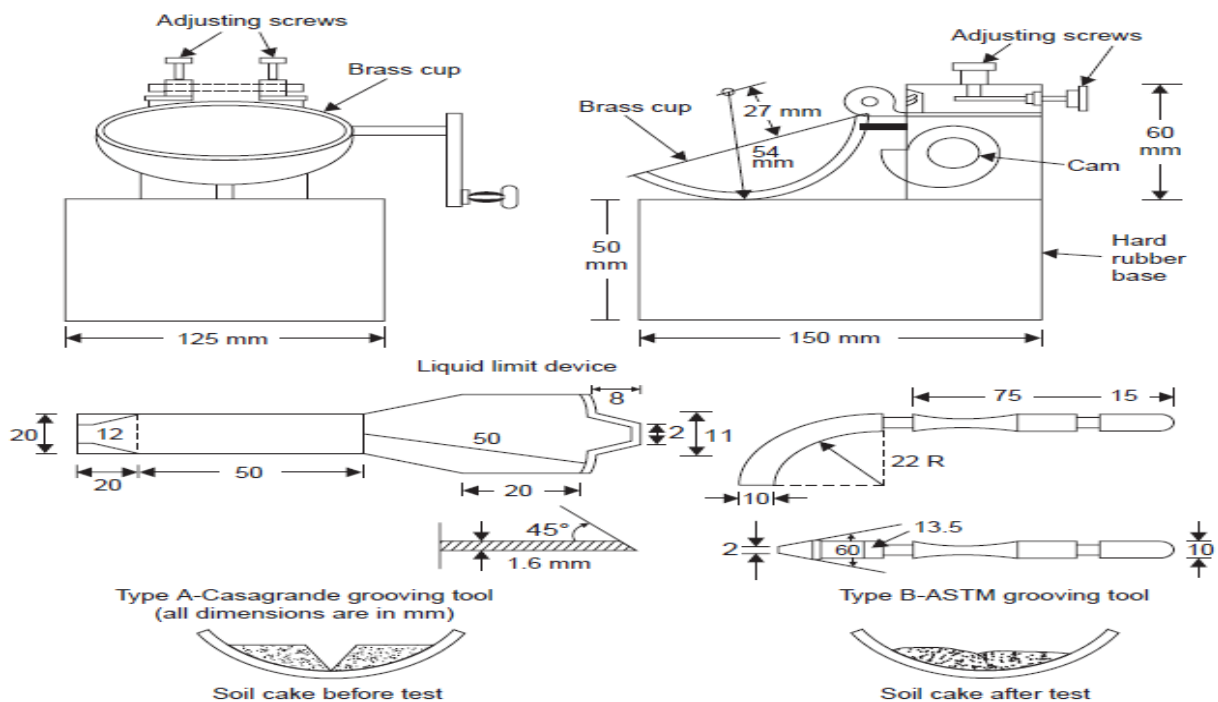
Lorsqu'on fait croître progressivement la teneur en eau d'un sol préalablement séché et pulvérisé, il passe d'un état solide ou très consistant à rupture fragile à un état plastique (grandes déformations sans rupture) puis à l'état liquide.

Les propriétés du sol sont Caractérisées par deux seuils de teneur en eau :

3.3.1. LA LIMITE DE LIQUIDITE w_L :

Qui marque le passage de l'état quasi liquide à l'état plastique. Elle est mesurée à l'aide de la coupelle de Casagrande dans laquelle on place une certaine quantité de sol à une teneur en eau déterminée.

Une rainure est pratiquée sur toute l'épaisseur du sol. Par des chocs normalisés, on amène la rainure à se refermer. La limite de liquidité est la teneur en eau qui correspond à sa fermeture en 25 chocs.



Casagrande

3.3.2. LA LIMITE DE PLASTICITE w_P :

Qui est la teneur en eau à partir de laquelle le sol commence à s'émietter lorsqu'on le roule en fils de faible diamètre (environ 3mm).

3.3.3. INDICE DE PLASTICITE:

$$IP = w_L - w_P$$

Cet indice est d'autant plus élevé que le matériau est plus « plastique », au sens commun du terme comme du point de vue de son comportement en cours de terrassement.

La classification décrite ci-après distingue les seuils suivants :

$IP < 12$	→	faiblement argileux.
$12 \leq IP < 25$	→	moyennement argileux.
$25 \leq IP < 40$	→	argileux.
$IP \geq 40$	→	très argileux.

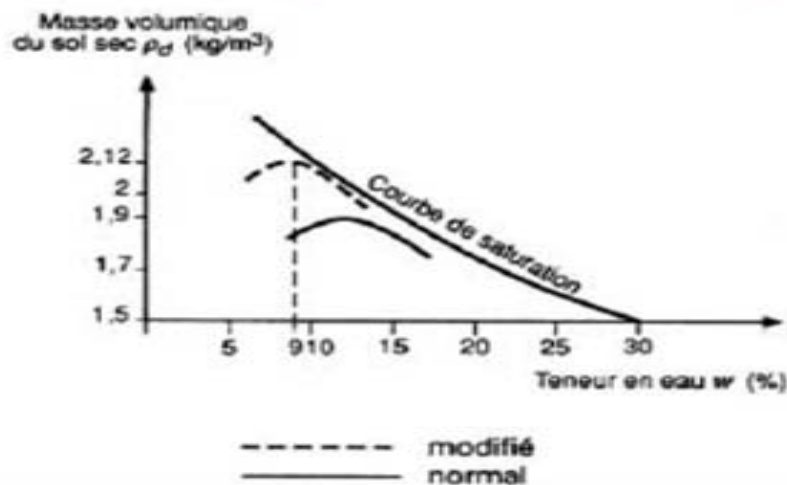
3.4. ESSAI PROCTOR :

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 afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol prévu pour l'étude, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

L'essai est répété plusieurs fois de suite pour des échantillons portés à des teneurs en eau croissantes (4%,6%,10% ,12%,14%). Deux variantes de l'essai Proctor sont couramment pratiquées.

L'essai Proctor normal rend assez bien compte des énergies de compactage pratiquées pour les remblais.

Dans l'essai Proctor modifié, le compactage est beaucoup plus poussé et correspond aux énergies mises en œuvre pour les couches de forme et les couches de chaussée.



Courbe Proctor normal et modifié

Ordre de grandeur : Sur les chantiers de stabilisation, on exige en générale des densités sèches égales à 90% à 95 % de la densité sèche maximum déterminer à l'essai Proctor.

Exploitation des résultats :

- Il est très important d'avoir au moment de compactage une teneur en eau voisine de la teneur optimum
- En période pluvieux la teneur en eau du sol naturel est généralement supérieure à la teneur en eau optimum, il faut aérer le sol pour le faire sécher ou attendre une période plus sèche.
- En période sèche les rapports d'eau sont importants
(La teneur en eau optimum varie entre 6 et 12% selon la nature du sol et l'engin de compactage utilisé).

3.5. ESSAI C.B.R (CALIFORNIA BEARING RATIO):

3.5.1. BUT DE L'ESSAI:

D'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements, et détermination de l'indice I_{CBR} .

3.5.2. DEFINITIONS :

L'indice **CBR** (I_{CBR}) exprime en % le rapport entre les pressions produisant dans le même temps un enfoncement donné dans le sol étudié d'une part et dans un matériau type d'autre part (grave concassée).

3.5.3. PRINCIPE DE L'ESSAI :

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

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

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

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

I _{CBR}	Portance du sol
< 3	Mauvaise
3 à 8	Médiocre
8 à 30	Bonne
> 30	Très bonne

Interprétation d'essai **CBR**

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 ».

L'essai consiste à mesurer la masse **P2** d'éléments inférieurs à 1,6 mm, produits par la fragmentation du matériau testé (diamètres compris entre 4 et 50 mm) et que l'on soumet aux chocs de boulets normalisés, dans le cylindre de la machine Los Angeles en 500 rotations.

$$LA = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

P1 : c'est la prise d'essai.

P2 : le refus sur le tamis 1.6 mm.

LA (%)	Appréciation
≤ 15	Très bon à bon
15-20	Bon à moyen
20-30	Moyen à faible
> 30	Médiocre

Interprétation du **LA**

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.

Il peut être exécuté à sec (c'est-à-dire le **MDS**) ou sur des matériaux imbibés d'eau (c'est-à-dire **MDE**).

MDS : coefficient Micro-Deval sèche.

MDE : coefficient Micro-Deval à la présence de l'eau.

Valeur MDE	Appréciation
≤ 13	Très bon à bon
13 – 20	Bon à moyen
20 – 25	Moyen à faible
> 25	Médiocre

Caractéristiques des granulats par le MDE

4. LES DIFFERENTS ESSAIS « IN- SITU » :

4.1. LES FORAGES :

C'est le seul moyen précis pour reconnaître l'épaisseur et la nature des couches de sols en présence. On y prélève généralement des échantillons de sols remaniés ou intacts pour les besoins d'essai de laboratoire. Les forages permettent aussi de reconnaître le niveau des nappes éventuelles et le suivi de leur niveau à l'aide de tubes piézométriques.

4.2. LES ESSAIS DE PENETRATION :

Le principe consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni d'une pointe de pénétration.

4.2.1. LA PENETRATION STATIQUE :

L'enfoncement est provoqué par une pression continue exercée sur la tête du train de tige. On détermine ainsi en fonction de la profondeur la résistance de pointe, l'effort latéral et l'effort total.

4.2.2. LE PENETROMETRE DYNAMIQUE :

L'enfoncement du train de tige est provoqué par la chute d'un mouton tombant d'une hauteur normalisée. On mesure le nombre de coups nécessaires pour obtenir un enfoncement donné (10 cm).

4.2.3. LA STANDARD PENETRATION TEST OU SPT : le battage s'exerce sur un tube carottier

L'essai est similaire à l'essai précédent (enfoncement de 15 puis 30 cm).

5. **CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS :**

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

- Les matériaux de remblais seront exempts de :
- Pierre de dimension 80mm.
- Matériaux plastique IP 20% ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

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

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage.

Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

Nota :

Le réglage de la pente des talus doit en principe être fait au moyen d'une étude de stabilité, les caractéristiques mécaniques du sol (cohésion et angle de frottement interne) sont indispensables pour cette étude.

Le rapport géotechnique n'étant pas été fourni par la Société géo-conseille, nous n'avons pas été en mesure de réaliser cette étude.

1. INTRODUCTION :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

2. CUBATURES DES TERRASSEMENTS :

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

3. METHODE UTILISEE :

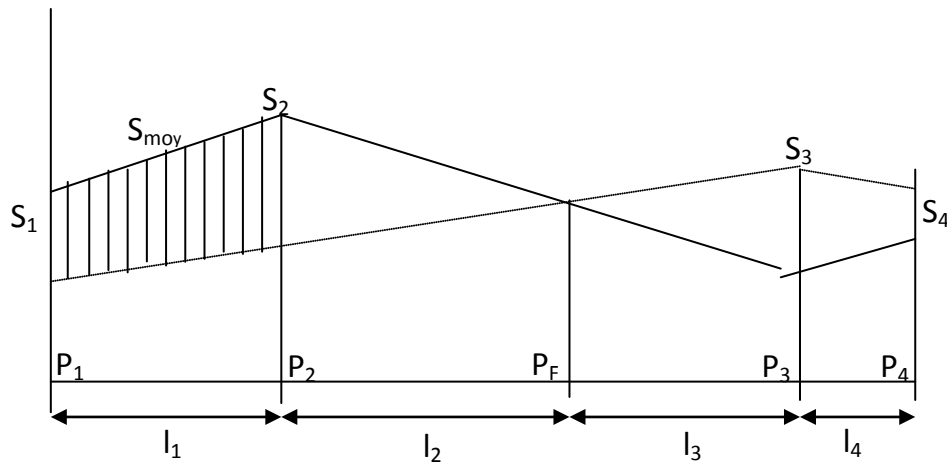
Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi les quelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit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

Description de la méthode : En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs

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

Où h, S₁, S₂ et S₀ désignant respectivement :

- Hauteur entre deux profils.
 - Hauteur des deux profils.
 - Surface limitée à mi-distances des profils.
- Ici à la figure ci-dessous on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.



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

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

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

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

Donc les volumes seront :

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

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

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

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

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

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

4. METHODE CLASSIQUE:

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

5. **Conclusion :**

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel CIVIL 3D nous avons utilisé la méthode de GULDEN et les résultats obtenus sont en annexe.

Volume de déblais : **271183,57** m³

Volume de remblais : **210511,35** m³

(Voir Annexe de cubature)

1. INTRODUCTION :

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier. On parle le plus souvent de « projet chaussée » compte tenu de son importance sur le plan technique et économique de l'ensemble de projet routier. 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 chaussée. Tout cela en fonction des paramètres fondamentaux. Il est aussi nécessaire de définir dès le départ une stratégie « investissement-entretien » en fonction des données économiques.

2. LA CHAUSSEE :

2.1. DEFINITION :

Au sens structural une chaussée est l'ensemble des couches de matériaux superposées et mises en œuvre de façon à permettre la reprise des charges extérieures.

La chaussée doit permettre la circulation des véhicules dans des conditions de confort et de sécurité voulues et de reprendre les contraintes provoquées par les charges extérieures et de les répartir sur le sol support de façon à ne pas provoquer de déformations excessives. Cet aspect se traduit sur le plan mécanique par le comportement des différentes couches composant la structure de la chaussée.

2.2. LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :

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

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

2.2.1. CHAUSSEE 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 établissent des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

Pour une assurance parfaite et un confort idéal la chaussée exige généralement pour sa construction plusieurs couches exécutées en matériaux différents d'une épaisseur bien déterminée ayant chacune un rôle aussi bien défini.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les trois couches suivantes.

2.2.1.1. COUCHE DE SURFACE :

Composée en générale d'une couche de roulement et d'une couche de liaison La couche de surface constituant la chape de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés.

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

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

2.2.1.2. COUCHE DE BASE :

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

L'épaisseur de la couche de base varie entre 12 et 20 cm.

2.2.1.3. COUCHE DE FONDATION :

Complètement en matériaux non traités (en Algérie) elle substitue en partie le rôle du sol support en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer une bonne unie et bonne portance de la chaussée finie et aussi elle a le même rôle que celui de la couche de base.

L'épaisseur de la couche de fondation varie entre 15 et 30 cm

2.2.1.4. COUCHE DE FORME :

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

La couche de forme est prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature de sol support :

- Sur un sol rocheux, la couche de forme aura un rôle de nivellement afin d'aplanir la surface avant de mettre en œuvre la couche de fondation.

- Sur un sol peu portant, la couche de forme est mise en œuvre essentiellement pour assurer une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

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

2.2.2. LES CHAUSSEES SEMI-RIGIDES :

Elles comportent une couche de base (et quelque fois une couche de fondation) traité au liant hydraulique (ciment).

2.2.3. CHAUSSEE RIGIDE :

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

3. METHODES PRATIQUES ET DEMARCHE 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 du comportement des chaussées.

3.1. METHODE DE CBR :

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en le compactant dans des éprouvettes à (90- 100 %) de l'optimum Proctor modifié.

Le **CBR** retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

L'épaisseur équivalente est donnée par la formule suivante :

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

- I_{CBR} : indice **CBR**
- **N** : désigne le nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide/par sens
- **P** : charge par roue **P** = 6.5 t (essieu 13 t).
- Log : logarithm decimal.

L'épaisseur équivalente : $E = a_1e_1 + a_2e_2 + a_3e_3$

Où :

- a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence.
- e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

L'épaisseur équivalente : La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches de matériaux. Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau

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

3.1.1. APPLICATION AU PROJET :

3.1.1.1. DONNEES DU PROJET :

- $I_{CBR} = 5 \%$.
- $TJMA_{2008} = 6140 \text{ v/j}$
- $T = 4 \%$.
- $Z = 26\%$.
- $TJMA_{2032} = 15739 \text{ v/j}$
- $N (PL) = 26\%$. $TJMA_{2032} = 4092 \text{ pl/j}$

On suppose une répartition équivalent de poids loure sur les deux chaussée

$N (PI) = 2046 \text{ pl. /j/ sens.}$

$$E = \frac{100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log \frac{2046}{10})}{5 + 5} = 58.57 = 59 \text{ cm}$$

3.1.1.2. LE CHOIX DE LA STRUCTURE :

On propose les épaisseurs de la mis en œuvre comme suite :

$$\left. \begin{array}{l} e_1 = 6 \text{ cm} \\ e_2 = 18 \text{ cm} \end{array} \right\} \Rightarrow e_3 = \frac{59 - (2 \cdot 6 + 1,5 \cdot 18)}{1} = 20 \text{ cm}$$

Structure	Epaisseur réelle	Epaisseur équivalent
BB	06cm	12cm
GB	18cm	27cm
GNT	20cm	20cm
TOTAL	44cm	59cm



Structure de la chaussée

3.2. METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES:

Le catalogue de dimensionnement des chaussées se présente sous forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà pré-calculées.

La démarche adoptée pour le catalogue et qui est présentée ci-dessous, elle fait appel aux spécificités géologiques et climatiques du pays ainsi qu'aux ressources en matériaux disponibles pour chaque région. Elle donne ainsi la possibilité au projeteur de faire un choix entre plusieurs variantes de structures de dimensionnement, selon les données technico-économiques locale et régionale relatives au projet.

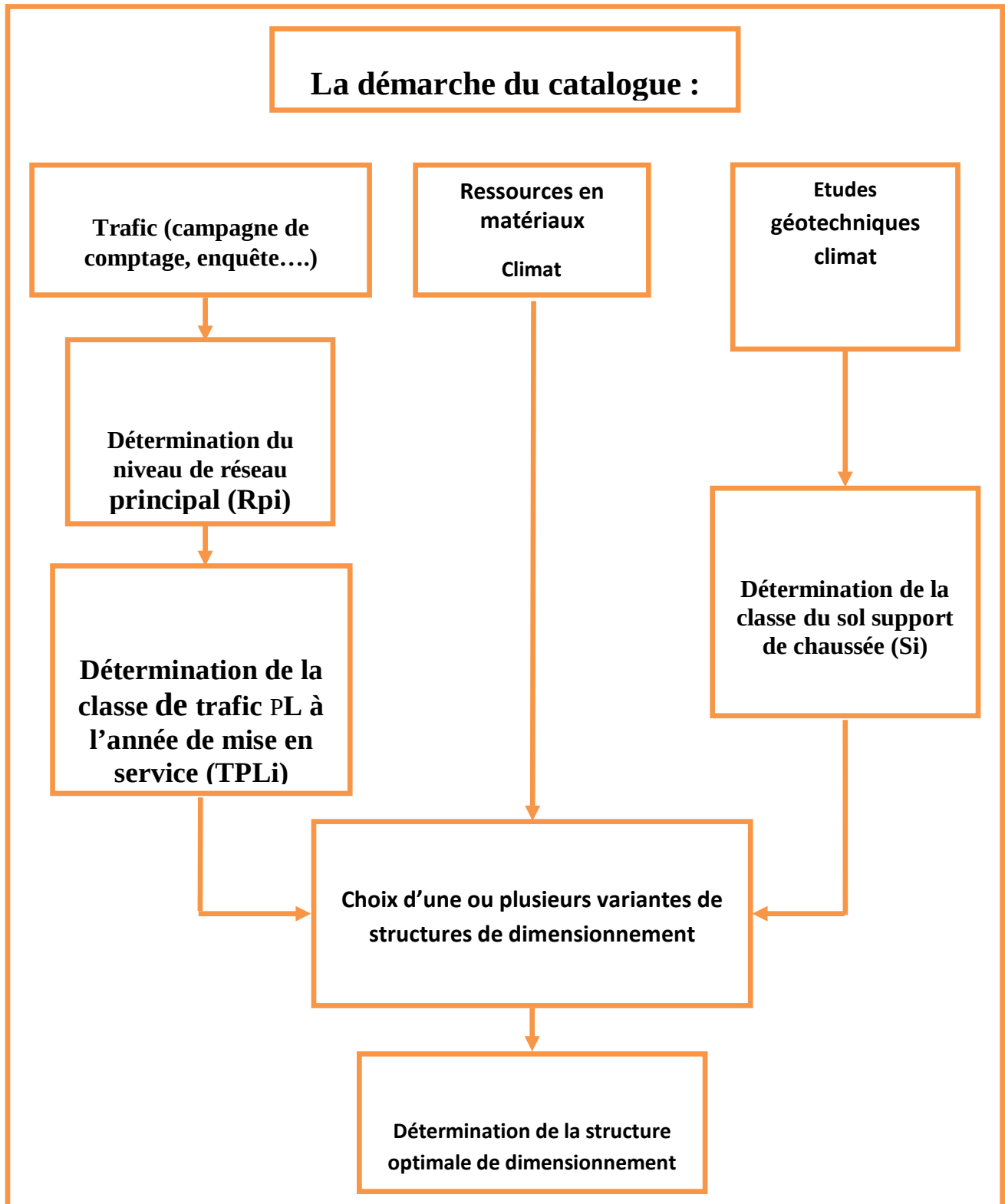
Principes du dimensionnement catalogue :

- Le trafic (solicitation) : charge de référence 13t.
- Le sol support.
- La zone climatique.
- La durée de service.
- Les matériaux et les types de structure.

Les étapes de dimensionnement des chaussées :

- Comprendre le comportement de la chaussée.
- Trouver l'épaisseur des couches.

- Décéder les types des matériaux pour chaque couche.
- La réalisation et la vérification de stabilité de structure.



3.2.1. DETERMINATION DU TYPE DE RESEAU :

TJMA = 6140 v/j ≥ 1500 v/j

Évitement entre deux routes principales

La route principale présentant intérêt économique et stratégique.

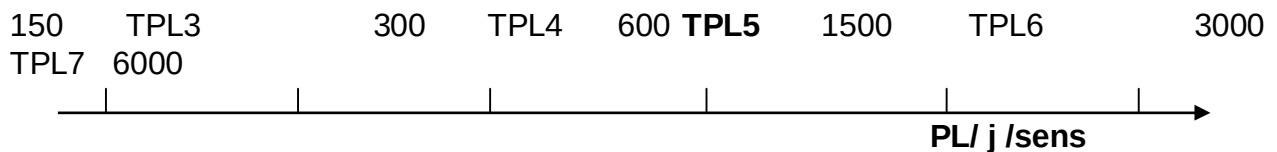
Donc on est dans le réseau principal de niveau 1 (**RP1**).

3.2.2. DETERMINATION DE LA CLASSE DE TRAFIC :

- Route unidirectionnelle à 2 voies, répartition du trafic 90% sur la voie de droite et 10% sur la voie de gauche.
- Durée de vie : 20ans.
- Taux de d'accroissement : 4 %.
- **TJMA**₂₀₀₈ = 6140 v/j.
- **TJMA**₂₀₁₂ = 7183 v/j (année de mise en service)
- **Z** = 26%.

$$\text{TPL} = \left(\frac{7183}{2} \times 0.26 \right) 0.9 = 840 \text{ PL/ j/s/voie}$$

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en : **TPL5**

**3.2.3. DETERMINATION DE LA CLASSE PORTANCE DE SOL TERRASSE (SI) :**

La valeur de l'indice **CBR** imbibé à 4 jours à retenir correspond à 100% de la densité à l'optimum (zone climatique I).

On a : **CBR = 5.**

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

D'après le catalogue, l'ordre de portance de sol est de : **S3**

Sur classement de sol support : Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de la couche de forme, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la couche de forme.

Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant :

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de couche de forme	Classe de portance visée (Sj)
< S4	Matériaux non traités	50cm(en 2 couches)	S3
S4	Matériaux non traités	35cm	S3
S4	Matériaux non traités	60cm(en 2 couches)	S2
S3	Matériaux non traités	40cm (en 2 couches)	S2
S3	Matériaux non traités	70cm (en 2 couches)	S1

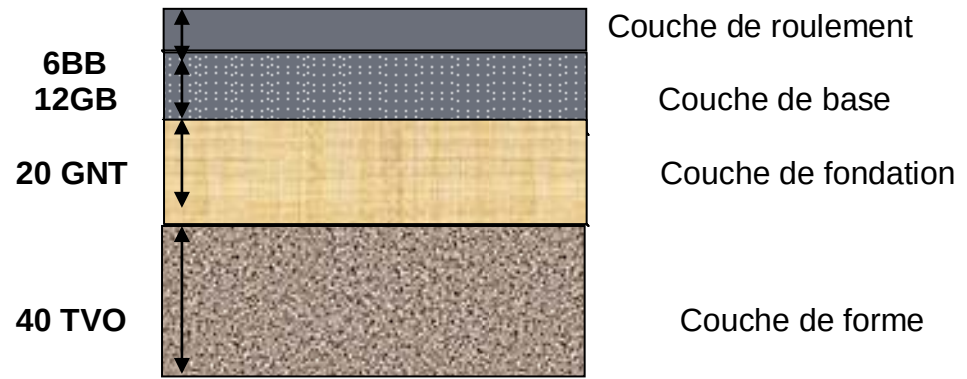
Pour notre cas on a un **CBR=5** → **S3** nous proposons une couche de forme d'épaisseur de 40cm en **TVO** pour obtenir un **CBR** compris entre 10 et 25 c'est-à-dire de classe **S2**.

3.2.4. CHOIS DE LA STRUCTURE DE CHAUSSEE :

on a choisi la structure suivante :

6BB + 12 GB +20 GNT

	TPL en 2012 (PL/J/Sens)	TPLi	Si	Epaisseur en (cm)
Route Nationale	840	TPL5	S2	6BB+ 12 GB +20 GNT

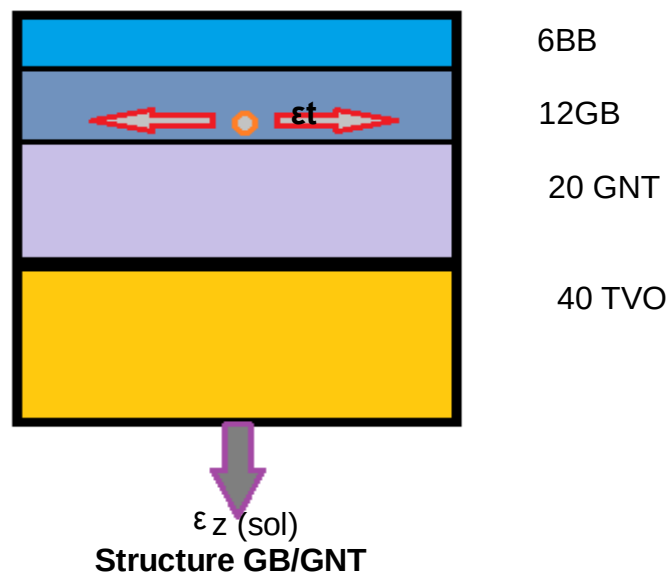


Structure de la chaussée

3.2.5. CALCUL LES DEFORMATIONS (ϵ_t , ϵ_z) SOUS L'ESSIEU DE 13 T PAR ALIZE III:

A l'aide du programme ALIZE III nous allons vérifier la structure retenue :

06 **BB** + 12 **GB** + 20**GB** + 40**TVO**, par les conditions suivantes :
 $\epsilon_z < \epsilon_{z,adm}$ et $\epsilon_t < \epsilon_{t,adm}$



- ϵ_t : la déformation de traction par traction à la base des couches bitumineuses.
- ϵ_z : la déformation verticale sur le sol support.

3.2.6. CARACTERISTIQUES DES COUCHES :

Couche	Epaisseur (cm)	E(Mpa)	γ
Roulement BB	6	4000	0.35
Base GB	12	7000	0.35
Fondation GNT	20	250	0.25
Forme TVO	20	100	0.25
	20	50	0.25
Sol	INF	25	0.35

Résultat donnée par ALIZE III :

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
----- <i>surface (z=0.000)</i> -----					
h= 0,060 m	0,000m	70,5 X-J	0,574 X-J	-33,2 Z-R	0,657 Z-R
E= 4000,0 MPa					
nu= 0,350	0,060m	30,5 X-R	0,361 X-J	45,4 Z-R	0,564 Z-R
----- <i>collé (z=0,060m)</i> -----					
h= 0,120 m	0,060m	30,5 X-R	0,619 X-J	7,7 Z-R	0,564 Z-R
E= 7000,0 MPa					
nu= 0,350	0,180m	-132,5 Y-J	-1,246 Y-R	125,7 Z-R	0,085 Z-R
----- <i>collé (z=0,180m)</i> -----					
h= 0,200 m	0,180m	-132,5 Y-J	-0,013 Y-J	357,6 Z-R	0,085 Z-R
E= 250,0 MPa					
nu= 0,250	0,380m	-154,7 Y-J	-0,035 Y-J	233,9 Z-J	0,043 Z-J
----- <i>collé (z=0,380m)</i> -----					
h infini	0,380m	-154,7 Y-J	-0,005 Y-J	448,6 Z-J	0,043 Z-J
E= 100,0 MPa					
nu= 0,250					

Déflexion maximale = 43,0 mm/100 (entre-jumelage)

Rayon de courbure = 472,4 m (entre-jumelage)

DONC :

	Déformation calculées
ϵ_z (sol support)	$4,486.10^{-4}$
ϵ_t (à la base de GB)	$-1,325.10^{-4}$

3.2.7. CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE DU SOL SUPPORT (ϵ_z) :

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

$$\epsilon_{z,adm} = 22.10^{-3} \cdot (TCE)^{-0,235}$$

Calcul le TCE : $TCE = TPL_i \cdot \frac{(1+i)^n}{i} \cdot 365 \cdot A = 840 \cdot \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04} \cdot 365 \cdot 0,6$

$TCE = 5,47.10^6$ essieux 13t
 $\epsilon_{z,adm} = 22.10^{-3} \cdot (5,47.10^6)^{-0,235} = 5,74.10^{-4}$

3.2.8. CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE EN TRACTION $\epsilon_{t,adm}$:

La déformation admissible en traction sous la base de la couche bitumineuse (GB) est donnée par la relation :

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(10^\circ C, 25HZ) \cdot k_{ne} \cdot k_{\theta} \cdot k_r \cdot k_c$$

Les résultats réussis par le calcul sont :

K_c	$K_r=10^{-th6}$	$\epsilon_6(10,25Hz)$	K_{θ}	K_{ne}
1.3	0.78	100.10^{-6}	1.336	1.28

Alors : $\epsilon_{t,adm} = 1,73 \cdot 10^{-4}$

La vérification :

	$\epsilon_{t, adm}$	$\epsilon_{z,adm}$	ϵ_z (calcul)	ϵ_t (calcul)	vérification
Structure 6BB+12GB+20GNT	$1,73.10^{-4}$	$5,74.10^{-4}$	$4,486.10^{-4}$	$-1,325.10^{-4}$	Oui

La structure donnée par le catalogue est acceptable.

4. CONCLUSION :

D'après les tableaux ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importantes.

La méthode CBR c'est une méthode empirique ne prend pas en considération le comportement physique et mécanique de chaussée.

La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue, nous nous proposons de l'appliquer à notre projet pour les raisons suivantes :

- Augmentation de la longévité de la route.
- La réduction des coûts d'entretien.
- Un meilleur comportement à l'agressivité des charges.
- Donc après le calcul et la vérification des déformations par ALLIZE III on a pris la structure qui a été donnée par la méthode de catalogue algérien.

6BB+12GB+20GNT+40TVO

1. INTRODUCTION :

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire :

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, cunettes, rigoles, etc....
- Les drainages : ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainant et canalisations drainant).
- Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...)

2. OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT :

2.1. DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES :

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempent la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

Il faut donc veiller à éviter :

- La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

2.2. PROTECTION CONTRE LA NAPPE PHREATIQUE :

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation.

Si le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface, la teneur en eau du sol tend vers un état d'équilibre dont dépend la portance finale.

Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

- soit dimensionner la chaussée en conséquence.
- soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

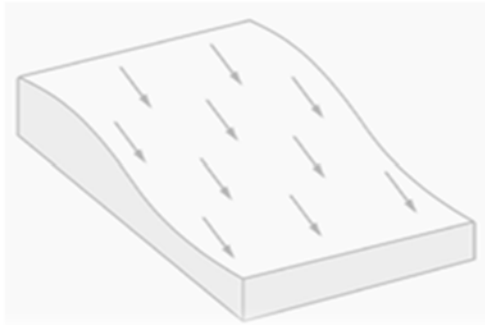
Le choix de l'une ou l'autre de ces solutions dépend :

- des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- de l'importance des problèmes de gel.
- de leurs coûts respectifs.

3. QUELQUES DEFINITIONS :

3.1. BASSIN VERSANT :

Surface, en un lieu donné, telle que tous les écoulements prenant naissance à l'intérieur de cette surface doivent passer par le lieu considéré pour poursuivre leur trajet vers l'aval.



3.2. FOSSE :

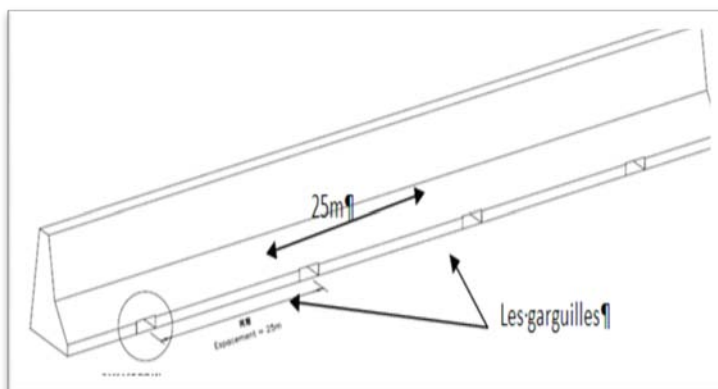
Sillon creusé dans le terrain au-delà des accotements, pour l'écoulement des eaux. On peut trouver des fossés en bord de plate-forme (cas courant), en pied de remblais (fossés de pied), en haut des talus de déblais (fossés de crêtes). Les fossés collectent les eaux de ruissellement et les eaux en provenance :

- de la surface de la chaussée, des accotements et éventuellement des talus ;
- des couches plus profondes de la plate-forme, dont ils permettent le drainage.

Les eaux ainsi recueillies doivent être acheminées vers un exutoire..

3.3. LES GARGOUILLES :

De 40cm×10cm à chaque 25m le long du GBA (glissière en béton adhérent),



4. **DONNEES PLUVIOMETRIQUES:**

Les données pluviométriques nécessaires pour les calculs sont :

- Coefficient de variation $C_v=0,40$
- Exposant climatique $b=0,35$
- Hauteur de pluie journalière moyenne $P_j=50\text{ mm}$

5. **Dimensionnement des ouvrages d'évacuations :**

Le dimensionnement de différents types d'ouvrages d'assainissement résulte de la comparaison du débit d'apport et le début de saturation de chaque type d'ouvrage.

ESTIMATION DE DEBIT D'APPORT Q_a :

$$Q_a = K \cdot C \cdot I_t \cdot A$$

Selon la méthode rationnelle

- K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s).
 $K = 0.2778$.
- I_t : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).
- C : coefficient de ruissellement.
- A : aire du bassin versant (m^2).

DETERMINATION DE L'INTENSITE DE LA PLUIE I_t :

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

avec : $\beta = b - 1$

- I : Intensité de la pluie (mm/h).
- t_c : temps de concentration (h).

L'INTENSITE HORAIRE I :

$$I = \frac{P_j}{24}$$

- $P(t)$: Hauteur de la pluie de durée t_c (mm).
-

TEMPS DECONCENTRATION t_c :

- $t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} \Rightarrow$ Si $A < 5\text{ km}^2$, selon **VENTURA**.
- $t_c = 0,108 \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}} \Rightarrow$ Si $5\text{ km}^2 < A < 25\text{ km}^2$, **GIANDOTTI**.

$$- t_c = \frac{4\sqrt{A}+1,5.L}{0,8.\sqrt{H}} \Rightarrow \text{Si } 25\text{km}^2 < A < 200\text{km}^2 : \text{PASSINI}$$

Où:

- A : Superficie du bassin versant (km²).
- P : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).
- L : Longueur de bassin versant (km).
- H : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

PLUIE JOURNALIERE MAXIMALE ANNUELLE Pj :

- Pluie journalière maximale annuelle Pj est donné par la formule de **GALTON**

$$P_j(\%) = \frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

- Pj_{moy} : pluie moyenne journalier.
- C_v : coefficient de variation climatique.
- U : variation de Gauss, donnée par le tableau suivant :

Fréquence (%)	50	20	10	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	50	100
Variable de Gauss (U)	0,00	0,84	1,28	2,057	2,372

- Les buses seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans.
- Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- Les ponts dimensionnées pour une période de retour 100 ans.

COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT :

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau reçu sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après :

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

DEBIT DE SATURATION :

Le débit de saturation est donné par la formule de Manning- Strickler :

$$Q_s = S_m \cdot K_{ST} \cdot R_H^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

- S : section mouillée.
- K_{ST} : coefficient de STRICKLER

KST = 70 pour les dalots.

KST = 80 pour les buses.

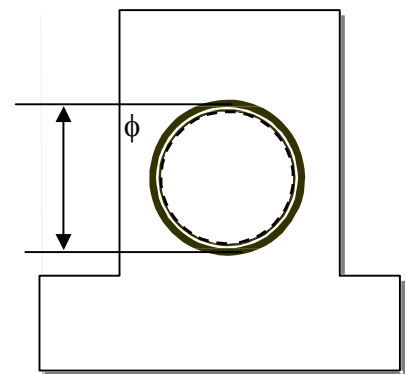
- RH: rayon hydraulique (m). $RH = S / P$
- J : la pente moyenne de l'ouvrage.

DIMENSIONNEMENT DES BUSES :

Le dimensionnement d'une buse résulte de la comparaison entre le débit d'apport et le débit de saturation de cette buse, c'est-à-dire il faut que Q_a soit inférieur à Q_s . Donc le principe consiste à chercher le rayon de la buse qui vérifie cette condition.

$$Q_s = S_m \cdot KST \cdot RH^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad Q_a = K \cdot C \cdot I_t \cdot A$$

- S_m : section mouillée $S_m = \frac{1}{2} \times \pi \times R^2$
- R_h : rayon hydraulique $R_h = \frac{R}{2}$
- $Kst = 80$ pour les buses en béton
- J : la pente de pose égale la pente de profil en travers.



$$Q_s = 80 \cdot \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot R^2 \cdot (J)^{1/2}$$

$$Q_s = Q_a \Rightarrow R^{8/3} = \frac{2^{5/3} \times Q_a}{80 \times \pi \times \sqrt{J}}$$

- Une fois le rayon R est déterminé on prend le diamètre de la buse $\phi = 2R$.

DIMENSIONNEMENT DES FOSSES :

Les fossés récupèrent les eaux de ruissellement venant de la chaussée, de l'accotement et de talus. Pour mon étude j'adopte des fossés en béton, ceci est fonction des pentes du fossé et la nature des matériaux le sol support.

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

On fixe la base du fosse à ($b = 50$ cm) et la pente du talus à ($1/n = 1/1 = 1$) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h

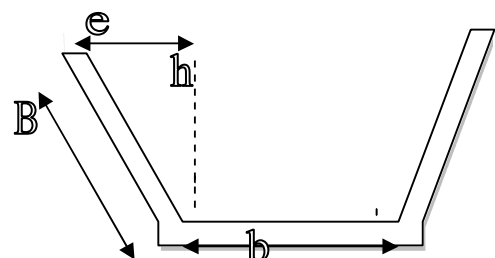
Calcul de la surface mouillée :

$$S_m = b \cdot h + 2 \cdot \frac{e \cdot h}{2}$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \quad \text{D'où : } e = n \cdot h$$

$$S_m = b \cdot h + n \cdot h^2 = h \cdot (b + n \cdot h)$$

$$S_m = h \cdot (b + n \cdot h)$$



CALCUL DU PERIMETRE MOUILLE :

$$P_m = b + 2B$$

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

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

Calcul le rayon hydraulique :

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

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation. La hauteur (h) d'eau dans le fossé sera obtenue en faisant l'égalité suivant :

$$Q_a = Q_s K \cdot I \cdot C \cdot A = S_m \cdot K_{ST} \cdot R_h^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

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

6. APPLICATION AU PROJET :**RAPPEL DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES:**

Les données pluviométriques nécessaires pour le calcul :

- Pluie moyenne journalière maximale $P_j = 50 \text{ mm}$
- Exposant climatique $b = 0,35$
- Coefficient de variation $C_v = 0.40$

CALCUL HYDRAULIQUE:**CALCUL DE LA PLUIE JOURNALIERE MAXIMALE ANNUELLE P_j :**

$$P_j (\%) = \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{u \cdot \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

Pour une période de retour égale à 10 ans :

$$u = 1,28 \quad C_v = 0,40 \quad P_{jmoy} = 50 \text{ mm.}$$

$$P_j (10\%) = \frac{50}{\sqrt{0.4^2 + 1}} \cdot e^{1,282 \cdot \sqrt{\ln(0.4^2 + 1)}} \Rightarrow P_j (10\%) = 76.07 \text{ mm}$$

L'INTENSITE HORAIRE I:

$$I = \frac{P_f(10\%)}{24} \text{ Donc : } I(10\%) = \frac{76.07}{24} \Rightarrow I(10\%) = 3.17 \text{ mm/h}$$

CALCUL DE LA SURFACE DU BASSIN VERSANT:

Les buses ainsi que les fossés sont dimensionnés pour évacuer le débit apporté par l'ensemble des bassins versants de la chaussée et l'accotement et le talus.

$$A_c = 7 \times 1398,31.10^{-4} = 0,978 \text{ ha}$$

$$A_A = 2 \times 1398,31.10^{-4} = 0,279 \text{ ha}$$

$$A_t = 23344,024 = 2,334 \text{ ha}$$

CALCUL DES DEBITS D'APPORT :

$$Q_a = K.C.I.A$$

LE DEBIT APORTE PAR LA CHAUSSEE:

$$C = 0,9 \quad P = 2,5\%, \quad I(10\%) = 3.17 \text{ mm/h} \quad A = 0,978 \text{ ha.}$$

$$t_c = 0,127. \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0,978}{2,5}} \Rightarrow t_c = 0,079 \text{ h}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 3.17 \times \left(\frac{0,079}{24}\right)^{0,35-1}$$

$$\Rightarrow I_t = 130.23 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_{chaussée} = 2,778 \times 0,9 \times 130.23 \times 0,978$$

$$\Rightarrow (Q_a)_{chaussée} = 318,43.10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

LE DEBIT APORTE PAR L'ACCOTEMENT :

$$C = 0,4 \quad P = 4\% \quad I(10\%) = 3.17 \text{ mm/h} \quad A = 0,279 \text{ ha}$$

$$t_c = 0,127. \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0,279}{4}} \Rightarrow t_c = 0,033 \text{ h}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 3.17 \times \left(\frac{0,033}{24}\right)^{0,35-1}$$

$$\Rightarrow I_t = 229.7 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_{accotement} = 2,778 \times 0,4 \times 229,7 \times 0,279$$

$$(Q_a)_{accotement} = 71,21.10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

LE DEBIT APPORTE PAR LE TALUS :

$$C=0,3 \quad P=66,67\% \quad I(10\%)=3.17\text{mm/ha}=2,334\text{ha.}$$

$$t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{2,334}{66,67}} \Rightarrow t_c = 0,023 \text{ h}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 3.17 \times \left(\frac{0,023}{24}\right)^{0,35-1}$$

$$\Rightarrow I_t = 290,45 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_{\text{talus}} = 2,778 \times 0,3 \times 290,45 \times 2,334$$

$$(Q_a)_{\text{talus}} = 564,97 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_a = (Q_a)_{\text{chaussée}} + (Q_a)_{\text{accotement}} + (Q_a)_{\text{talus}} = 954,61 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

DIMENSIONNEMENT DES FOSSES :

A partir des résultats obtenus précédemment:

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

$$J = 2\% \quad K_{ST} = 700.954 = 70 \cdot h \cdot (0,5 + 1 \cdot h) \cdot \left[\frac{h \cdot (0,5 + 1 \cdot h)}{0,5 + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + 1^2}} \right]^{2/3} \cdot (0,02)^{1/2}$$

J'ai obtenue par calcul itératif: **h=0,34, donc je propose h=0,4m**

DIMENSIONNEMENT DES BUSES :**EXEMPLE D'APPLICATION :**

Nous avons : Au Pk : 01+755 m

- $A=0,32 \text{ Km}^2 \Rightarrow I_t = 69.26 \text{ mm/h}$
- $Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A = 1,23 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_s = S_m \cdot K_{ST} \cdot R_H^{2/3} \cdot J^{1/2}$
- $J = 2\%$

$$Q_s = 80 \cdot (R/2)^{2/3} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot R^2 \cdot (J)^{1/2}$$

$$Q_s = Q_a \Rightarrow R^{8/3} = \frac{2^{5/3} \times Q_a}{80 \times \pi \times \sqrt{J}}$$

$$R^{8/3} = \frac{2^{5/3} \times 1.23}{80 \times \pi \times \sqrt{0.02}} \Rightarrow R = 0,43 \text{ m}$$

Donc : $D = 2.R = 2 \times 0,43 = 0,86 \text{ m} = 860 \text{ mm}$

D'où : $\phi = 1000 \text{ mm}$.

NB : Pour notre projet l'implantation des buses est résumé dans le tableau récapitulatif ci dessous.

DIMENSIONNEMENT DES DALOTS :

Le dimensionnement des dalots est en fonction du débit maximum des eaux de ruissellement captées, Pendant le temps de concentration (t_c). Dans notre projet les dalots sont en béton armé qui nous donne un coefficient de rugosité $K_{st}=70$.

CALCUL DE DEBIT Q_a :

$$Q_a = 0.2778.C.I.A$$

$A = 144 \text{ ha}$, $P = 8 \%$, $K_{st} = 70$, $I (2\%) = 4.27 \text{ mm/h}$, $P_i (2\%) = 102.54$

$t_c = 0,53 \text{ h}$, $I_t = 50.9 \text{ mm/h}$

$Q_a = K \times C \times I \times A = 2,778 \times 0.2 \times 50.9 \times 144 = 4,07 \text{ m}^3/\text{s}$

La surface mouillée :

$$S_m = 0.8H \times B$$

Le périmètre mouillé :

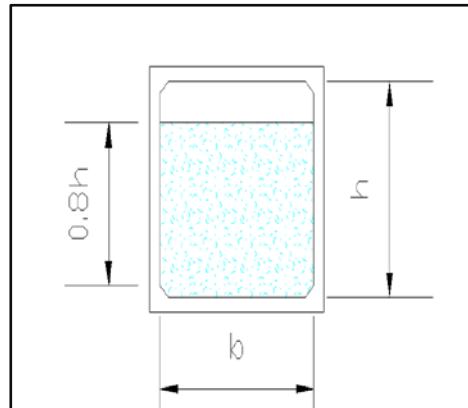
$$P_m = 1.6H + B$$

Le rayon hydraulique :

$$R = \frac{0.8H \times B}{1.6H + B}$$

$$Q_a = Q_s = K_{st} \cdot J^{1/2} \cdot S \cdot R^{2/3}$$

$J = 2 \%$



$$H = \frac{1}{0.8B} \left(\frac{Q_a}{K_{st} \cdot J^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6H + B)^{2/5}$$

Et par calcul itérative on tire la valeur de H qui vérifie cette inégalité.
On fixe $B=4\text{m}$ et on trouve : $H=2\text{m}$. On prend un Dalot de $(2 \times 2) \text{ m}$.

Tableau récapitulatif des ouvrages courants :

Localisation Par rapport Au projet PK	Les ouvrages sur la route
PK:00+775	Busé 1Φ1000
PK:00+950	Busé 1Φ1000
PK:01+350	Busé 1Φ1000
PK:01+755	Busé 1Φ1000
PK:01+945	Busé Φ1200
PK:02+450	Busé 1Φ1000
PK:02+550	Busé 1Φ1000
PK:03+075	Busé 1Φ1000
PK:03+782.5	OA
PK:05+150	Busé 1Φ1500
PK:05+825	Dalot (2x2)
PK:06+600	Busé 1Φ800
PK : 08+125	Dalot (2.5x2.5)

1. INTRODUCTION

Le but de ce chapitre est de présenter les normes géométriques qui ont été la base de l'approfondissement de l'**APD**. Ces normes ont été l'objet de discussions détaillées dans notre projet.

2. NORMES ET SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES :

Certaines des dispositions issues des documents techniques ont en outre été prises en compte notamment:

- «DES GENERALES TECHNIQUES ET ECONOMIQUES DES AMENAGEMENTS ROUTIERS – **B40** Normes Techniques d'Aménagement des Routes – Manuel du Projecteur», Octobre 1977, Ministère des Travaux Publics et de la construction – Direction de l'Infrastructure – Service d'Etudes et Travaux d'Infrastructure, République Algérienne Démocratique et Populaire.
- «**ARP** aménagement des routes principales – Recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route - Guide Technique», Août 1994, **SETRA** – Ministère de l'Equipement - Direction des Routes, France.
- «**ACI** – aménagement des carrefours interurbains », circulaire du Décembre 1998 , **SETRA** – Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement - Direction des Routes, République Française.

3. CONCEPTION GENERALE

3.1. CLASSIFICATION DE LA ROUTE

La classification de la route est dictée par la fonction prévue, la qualité de service souhaitée et le niveau de confort recherché.

- Le type R est retenu pour le présent projet d'aménagement compte tenu de sa localisation en milieu rural.

Types de Routes	R (routes multifonctionnelles)	
	Routes	Artèresinterurbaines
Nombre de chaussées	1 chaussée	2 chaussées
Carrefours	plans ordinaires, ou giratoires	giratoires, ou plans sans traversée du T.P.C.
Accès	selon les cas, sans accès possibles.	si accès, pas de traversée du T.P.C.
Limitation de vitesse hors agglomération	90km/h	110km/h ou 90km/h
Traversée d'agglomération	oui, éventuellement	
Catégories possibles	R60 ou R80	
Domaine d'emploi	fonction de liaison à courte ou moyenne distance, et prise en compte des usages liés à l'environnement	
Trafic à terme	trafic moyen (1 chaussée)	fort trafic (2 chaussées)
Types de "Sécurité des routes et des rues"	Voies principales en milieu rural	

La route a été classée comme route nationale (donc c'est la catégorie R80)

3.2. Nombre de voies

Le nombre de voies est fonction du trafic donc il sera déterminer dans le chapitre suivant (étude de trafic).

VITESSE DE REFERENCE

Dans la circulaire de l'ARP, du Août 1994, propose catégorie R80 – routes insérées sur des sites de relief vallonné, à une vitesse maximale autorisée à 80 km/h.

3.3. PARAMÈTRES GÉOMÉTRIQUES ADOPTÉS

Les paramètres géométriques adoptés pour la définition du tracé sur plan et profil en long sur cet évitement, ceux qui figurent sur la circulaire de l'ARP est résumés dans les Tableaux suivants (dans notre cas la vitesse de référence égale à **80km/h**).

Tracé en plan		
Paramètres	Symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V_B	80
Rayon minimum absolu (m)	RHm	240
rayon au dévers mini (m)	RHnm	650
rayon minimum non déversée(m)	RHnd	900
Longueur minimum de clothoïde	Ls (m)	Inf ($12 \cdot R^{0,4}$; 133)

Profil en long		
Désignations des paramètres	Symbole Unité	valeurs
Déclivité maximum	P (%)	6
Déclivité minimum	P (%)	0.2
Rayon minimal de raccordement convexe	Rv (m)	3000
Rayon minimal de raccordement concave	Rv (m)	2200

dévers		
Valeur du rayon	Sens du dévers	Valeur du dévers (%)
240 (m)	vers l'intérieur du virage	7%
compris entre 240 et 650 m	vers l'intérieur du virage	- 0,13 + 1712,2 /R
650 m	vers l'intérieur du virage	2,5%
compris entre 650 et 900 m	vers l'intérieur du virage	2,5%
900 m ou plus	en toit	2,5%

1. **INTRODUCTION :**

Zone d'échange aménagée ou non, entre deux ou plusieurs routes, permettant aux véhicules le passage de l'une à l'autre.

L'aménagement des carrefours a pour but de permettre l'écoulement des débits de circulation dans de bonnes conditions de sécurité. Les données essentielles à considérer en vue de l'aménagement de ce carrefour sont les suivantes ; fonction de l'itinéraire, nature du trafic, intensité des courants, vitesses d'approche, conditions topographiques, visibilité.

Un carrefour doit relever d'un type bien identifié : un carrefour à la configuration trop particulière est généralement mal compris, dans son fonctionnement, par les usagers, et se révèle fréquemment accidentogène

2. **PRINCIPES FONDAMENTAUX**

- Le respect de la compatibilité avec le type de route, et les comportements que ce type induit ;
- L'intégration à la logique de l'itinéraire (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, cycles, transports en commun, transports exceptionnels, etc.).

3. **CHOIX DU TYPE DE CARREFOUR :**

3.1. **TYPES DE ROUTE :**

En cohérence avec le document « Aménagement des Routes Principales », on distingue en milieu interurbain les types techniques suivants :

Parmi les **voies isolées de leur environnement** :

- les « autoroutes » et voies assimilées (type L) : deux chaussées séparées, pas d'accès ni de carrefour plan ;
- les « routes express » (type T) : une seule chaussée, pas d'accès ni de carrefour plan ;

Parmi les **autres voies principales** en milieu rural :

- les routes de type R à deux chaussées (« artères interurbaines ») : présence éventuelle d'accès à des parcelles riveraines généralement non bâties (mais sans traversée possible du TPC), présence de carrefours plans (giratoires ou « demi-carrefours » seulement) ;
- les routes de type R à une seule chaussée (« routes multifonctionnelles ») : présence d'accès à des parcelles riveraines généralement non bâties, présence de carrefours plans, une seule chaussée ;

3.2. TYPES DE CARREFOUR :

Comme pour les types de route, le classement des carrefours en familles homogènes d'aménagements doit favoriser une perception par les usagers la plus nette possible. Là encore, l'image d'un carrefour aménagé doit renvoyer à un mode de fonctionnement facilement et rapidement compréhensible. Dans la pratique, un classement par grandes familles techniques de carrefours aménagés (suivant leur forme et leur type de fonctionnement) répond bien à cette exigence.

On distingue d'emblée deux grandes familles de carrefours :

- **les carrefours dénivelés ou échangeurs** : dont les échanges sont séparés les uns des autres et gérés en dehors des axes principaux (en vue de limiter au maximum les conflits sécants) ;
- **les carrefours plans ou carrefours à niveau** : qui regroupent dans un même plan l'ensemble des échanges entre les routes concernées. Ils sont de deux types principaux : les carrefours plans ordinaires et les carrefours à sens giratoire, dits « carrefours giratoires ».

3.3. POUR NOTRE ROUTES (R 80)

Les routes de type R supportent un trafic de longue distance, Sans que celui-ci soit privilégié par rapport au trafic de plus courte distance pour lequel la desserte et la commodité des mouvements d'échange sont importantes. Des accès riverains, à des propriétés généralement non bâties, peuvent être admis (sauf lorsque les conditions de sécurité ne sont pas remplies : visibilité insuffisante par exemple) et les points d'échanges doivent être nombreux.

Les aménagements les mieux adaptés à ces contraintes sont les carrefours plans, giratoires ou non (croix, té). Un carrefour dénivelé peut être exceptionnellement justifié (cas de saturation d'un carrefour giratoire, etc.), de même que la suppression ou le déplacement du carrefour (en cas de problème de sécurité lié à son implantation).

En outre, sur les routes à 2 x 2 voies de type R, les carrefours plans ordinaires sont systématiquement traités en demi-carrefours. Les lieux où sont reportés l'ensemble des échanges sont traités en carrefours à sens giratoire.

Récapitulatif des aménagements adaptés aux routes de type R, et de leurs conditions générales d'emploi.

Aménagements possibles	Conditions générales d'emploi
Carrefour giratoire	Trafic secondaire relativement important, ou problème de sécurité
Carrefour plan (croix, té)	Dans les autres cas ; à exclure sur les routes à 2 x 2 voies et plus
Cas particulier : demi-carrefour	Routes à 2 x 2 voies

4. CARREFOUR GIRATOIRE :

Le carrefour giratoire est le carrefour plan qui offre le meilleur niveau de sécurité. Toutefois, cette performance peut être dégradée si certaines précautions ne sont pas prises tant au niveau de la conception générale (le choix de la dimension et de la position du giratoire, le soin apporté aux conditions de lisibilité et de visibilité, le tracé des différentes branches, le dessin des différents éléments qui constituent l'aménagement, etc.), que de la réalisation de détail (l'aménagement de l'îlot central, le choix et le positionnement de la signalisation, etc.).

4.1. DISPOSITIONS GENERALES :

4.1.1. DISPOSITION DES BRANCHES :

La position de l'îlot central est optimale lorsque tous les axes des branches passent par le centre du giratoire. Comme il n'est pas toujours possible d'obtenir cette configuration, on centre en priorité l'îlot sur l'axe principal, puis autant que possible sur l'axe des voies secondaires. S'il est toujours souhaitable que les axes des voies secondaires passent par le centre de l'îlot, on peut admettre une légère excentration à gauche. Mais, il faut toujours éviter que la direction de la voie secondaire induise une entrée trop tangentielle.

Pour une infrastructure nouvelle, on doit rechercher un alignement radial sur une longueur de 250 m environ. Pour l'aménagement d'une intersection existante en giratoire, cette longueur peut être ramenée à 150 m.

4.1.2. DIMENSIONS GENERALES

Projeter un aménagement très grand est rarement utile. L'expérience montre que les grands giratoires ne présentent pas un meilleur niveau de sécurité que les plus petits (pour un gain de capacité souvent faible et un coût beaucoup plus élevé).

D'une façon générale, les dimensions d'un carrefour giratoire sont à adapter au profil en travers de la route principale, au site, au niveau de trafic global, au trafic poids lourds, aux emprises disponibles (ou facilement libérables), au relief, au nombre de branches, etc... Par ailleurs, les caractéristiques des îlots d'entrées, la largeur et le rayon des entrées et sorties doivent être en cohérence avec le rayon de l'îlot central, de façon à ne pas permettre des trajectoires d'entrée et de traversée trop directes, et à assurer les possibilités de giration des véhicules.

Un rayon extérieur d'anneau (R_g) compris entre **15** et **25** m est généralement conseillé; un rayon (R_g) supérieur ou égal à 15 m offre des conditions de giration suffisantes aux poids lourds, même aux plus contraignants à cet égard (tracteur routier avec semi-remorque), à l'exception de certains transports

Dans tous les cas, la largeur de la chaussée annulaire ne peut être inférieure à **6** m.

4.1.3. PENTES

Sur une route présentant une déclivité inférieure à **3%**, l'implantation d'un giratoire ne pose généralement pas de problème.

Entre **3% et 6%**, certaines dispositions peuvent s'avérer défavorables à la sécurité, en particulier en diminuant la stabilité des poids lourds (dévers trop marqué, vitesse d'entrée élevée, etc.).

Les zones de dévers extérieur pour l'anneau, ou les zones de dévers normal pour les branches d'entrée et de sortie, ne doivent en aucun point dépasser 3% de pente transversale, y compris dans les zones de raccordement des surfaces gauches. Pour les giratoires dont l'assiette est inclinée, aucune pente ne doit être ajoutée à la pente transversale normale de l'anneau (1,5 à 2%).

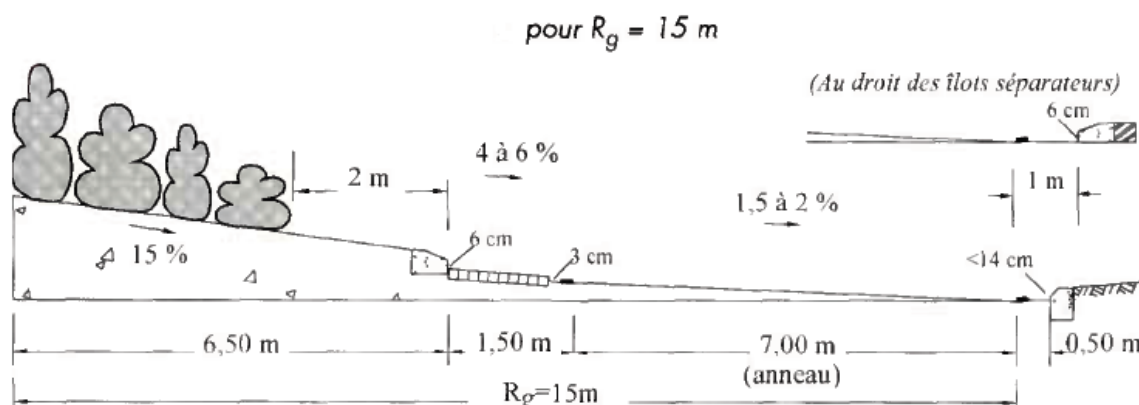
4.2. GEOMETRIE DES COMPOSANTS DU GIRATOIRE

4.2.1. ILOT CENTRAL

L'îlot central doit être circulaire ; dans le cas contraire (formes ovales ou autres formes constituées d'arcs de cercles et d'éléments de raccordement), le niveau de sécurité est souvent fortement dégradé.

L'îlot central comporte toujours une partie dite infranchissable de 3,50 m minimum de rayon et, pour les giratoires dont le rayon (R) est compris entre 12 et 15 m, une bande franchissable de 1,5 à 2 m de largeur. Des parties franchissables peuvent également être prévues pour un giratoire de rayon supérieur à 15 m

D'une façon générale, le traitement paysager doit mettre en évidence le giratoire par rapport au « paysage routier » et à l'environnement immédiat. L'aménagement paysager de l'îlot central peut favoriser une perception lointaine du carrefour, fermer la perspective pour l'usager arrivant sur l'anneau, éventuellement contribuer à l'agrément du paysage routier, souligner la transition en entrée d'agglomération, etc... *A contrario*, la nature ou la position de certaines plantations peut dégrader la perception de l'aménagement. L'îlot central peut présenter une légère élévation, mais les pentes du modelé ne doivent pas excéder 15%.



4.2.2. CHAUSSÉE ANNULAIRE

La chaussée annulaire ne doit pas être considérée comme une chaussée unidirectionnelle à 2 ou 3 voies séparées par un marquage qui en assurerait l'affectation, mais comme une voie unique, assez large pour permettre la giration aisée des poids lourds notamment.

La chaussée annulaire doit présenter un dévers uniforme de **1,5 à 2%**. Sa pente est dirigée vers l'extérieur du carrefour pour trois raisons principales ; améliorer la perception de la chaussée annulaire, éviter la rupture de pentes sur les voies d'entrée et de sortie (facteur d'inconfort, voire d'instabilité pour certains véhicules), faciliter la gestion de l'écoulement des eaux de surface.

4.2.3. ENTRÉES :

Sur chaque branche, la voie d'entrée doit être séparée matériellement de la voie de sortie par un îlot séparateur en saillie. Un simple marquage ne suffit pas (sauf éventuellement pour délimiter les voies des branches très secondaires).

Les entrées sont normalement à une seule voie, sauf lorsque la capacité calculée à la mise en service rend nécessaire la création d'entrées à 2 voies.

Les largeurs d'entrée (mesurées entre marquages) recommandables sont :

- pour les entrées à 1 voie, $l_e = 4 \text{ m}$ (minimum 2,20 m pour les entrées très secondaires)
- pour les entrées à 2 voies, $l_e = 7 \text{ m}$ (6 m si le trafic de poids lourds est très faible).

Les rayons d'entrée (R_g) doivent toujours être inférieurs ou égaux au rayon extérieur du giratoire (R_q). Ils sont normalement compris entre 10 et 15 m

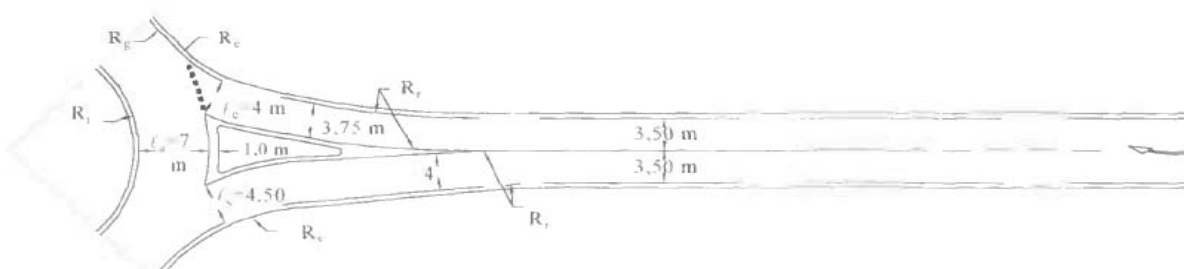
4.2.4. SORTIES :

Les sorties sont toujours aménagées à une seule voie, sauf dans les deux cas suivants :

- le trafic sortant (Q_s) est supérieur à 1 200 uvp/h ;
- le trafic sortant (Q_s) est supérieur à 900 uvp/h, et à 3 fois le trafic tournant (Q_t).

Le rayon de sortie (R_s) doit être supérieur au rayon intérieur du giratoire (R_i), avec un minimum de 15 m et un maximum de 30 m.

Schéma type d'une branche (pour $R_g = 20 \text{ m}$).



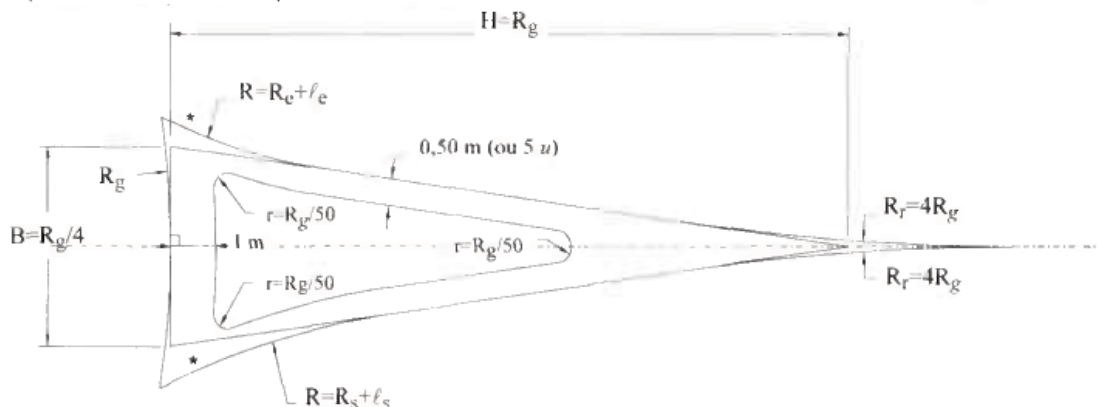
4.2.5. ÎLOTS SÉPARATEURS

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 cédez le passage de discriminer plus tôt les véhicules sortants et ceux auxquels ils devront céder la priorité ;
- permettre l'implantation de la signalisation de direction ;
- limiter le risque de « prise à contresens » de l'anneau.

L'îlot séparateur a généralement une forme triangulaire évasée à la base ; son dessin est réalisé à partir d'un triangle dit de construction.

Construction des îlots séparateurs sur les branches des giratoires de rayon (R_g) < 15 m



Récapitulatif des différents paramètres de construction des îlots séparateurs.

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

4.2.6. VOIE DIRECTE DE TOURNE-À-DROITE

La voie directe de tourne-à-droite cède la priorité à l'axe sur lequel elle se greffe. Le raccordement est alors normalement traité par une voie d'insertion. Cependant, si cet axe est à 2 X 2 voies en section courante, la voie directe peut rester parallèle à la sortie du giratoire pour former la voie de droite de la section courante, la voie issue du giratoire constituant celle de gauche.

D'une manière générale, les voies directes de tourne-à-droite sont à éviter. Elles diminuent la lisibilité du carrefour, rendent la signalisation de direction plus complexe et l'implantation de la signalisation de police problématique. Elles sont aussi susceptibles de dégrader la sécurité pour les piétons ou les cyclistes.

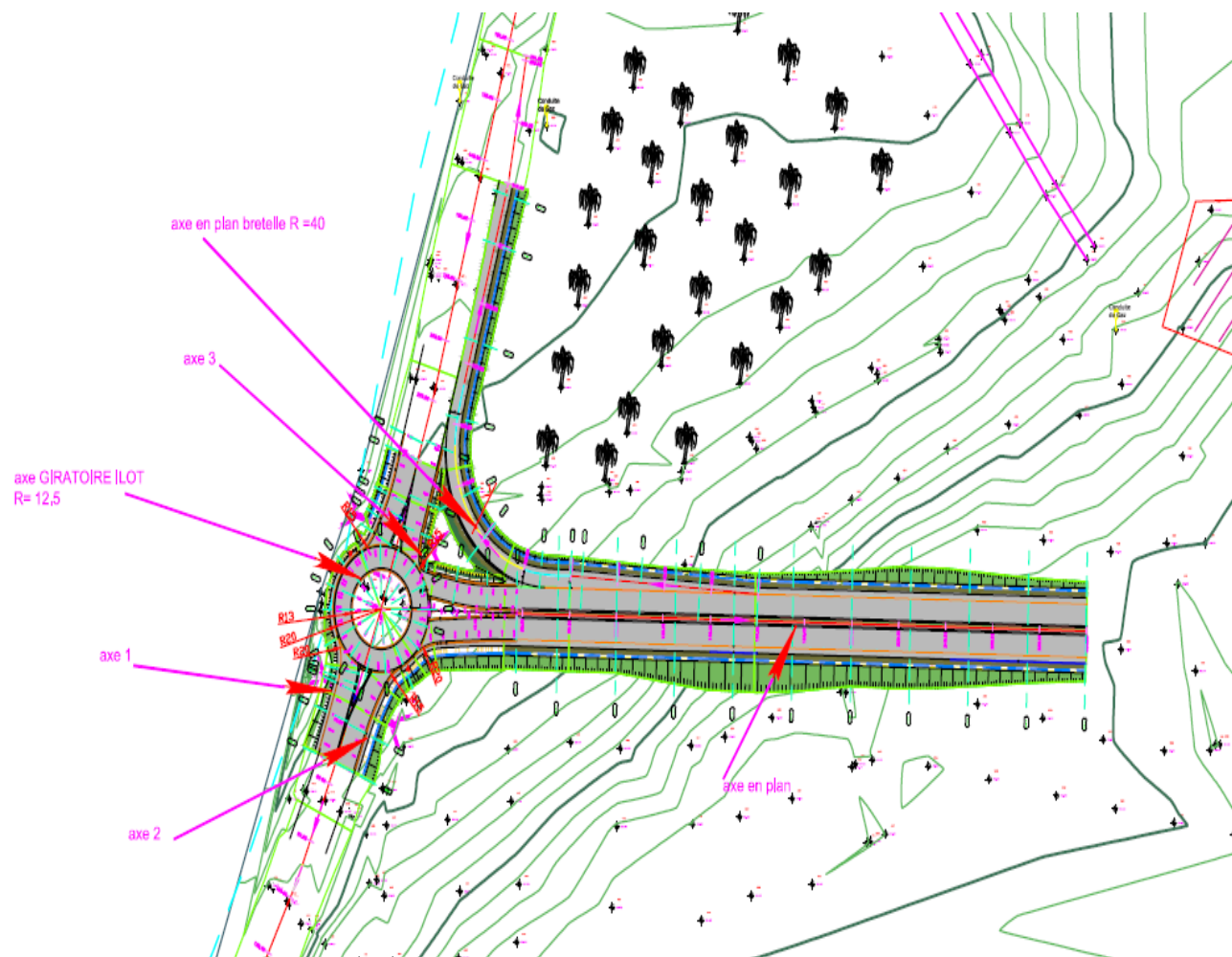
Une voie directe peut se justifier si le trafic entrant par une branche et tournant à droite est important, et si cette branche, même mise à 2 voies en entrée, est saturée.

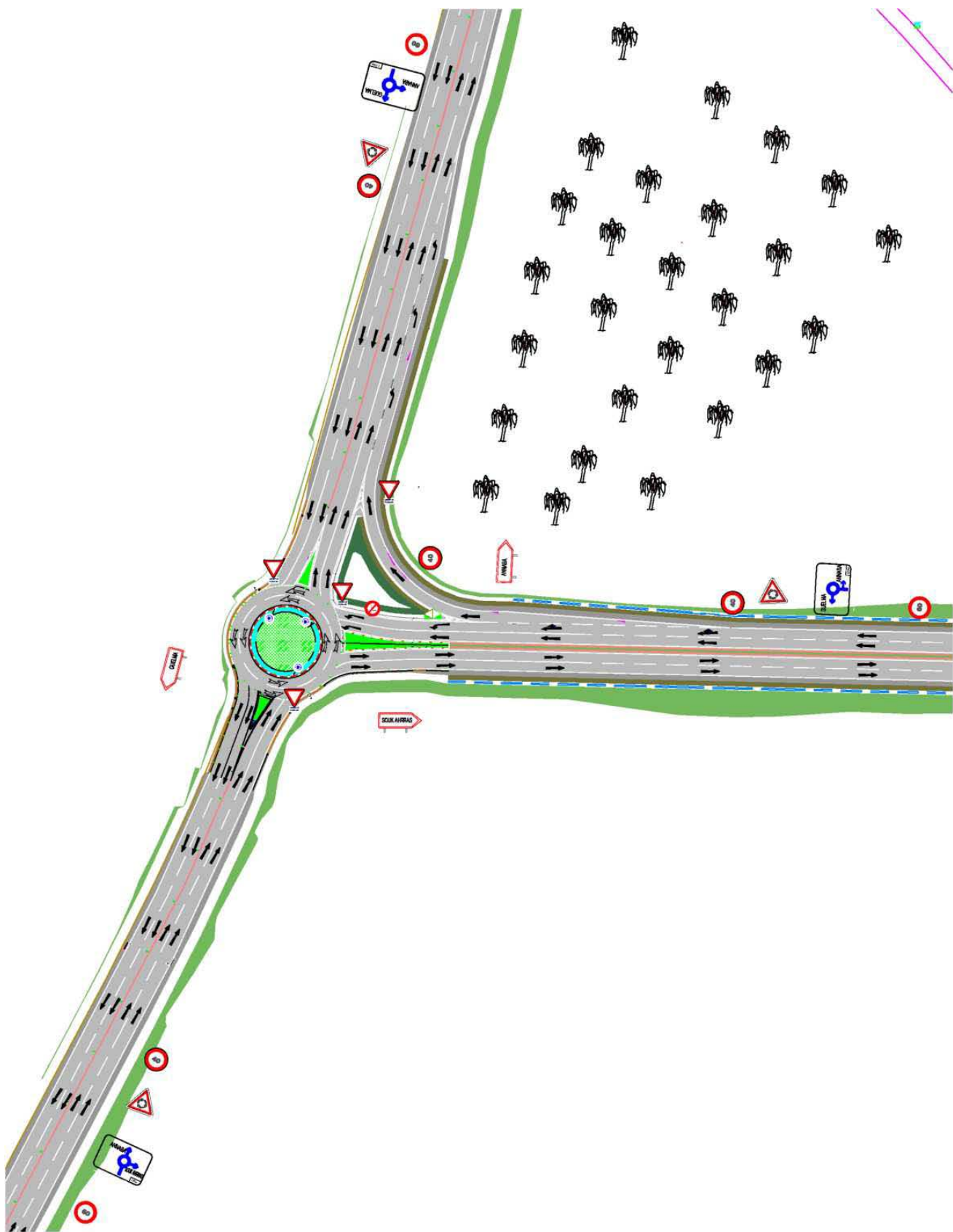
La voie directe se compose :

- d'un couloir de décélération de type diagonal comportant un biseau de sortie rectiligne d'une longueur de 80 m au moins (mesurée entre la pointe du biseau et le nez d'îlot de sortie réduit à 1 m) ;
- d'un arc circulaire de longueur suffisante et de rayon au moins égal à 40 m (bord intérieur de la voie), mais dans la mesure du possible inférieur à 75 m ;
- d'une voie d'insertion de type parallèle comportant une zone d'accélération de 70 m de long au moins, et d'un biseau de 70 m.

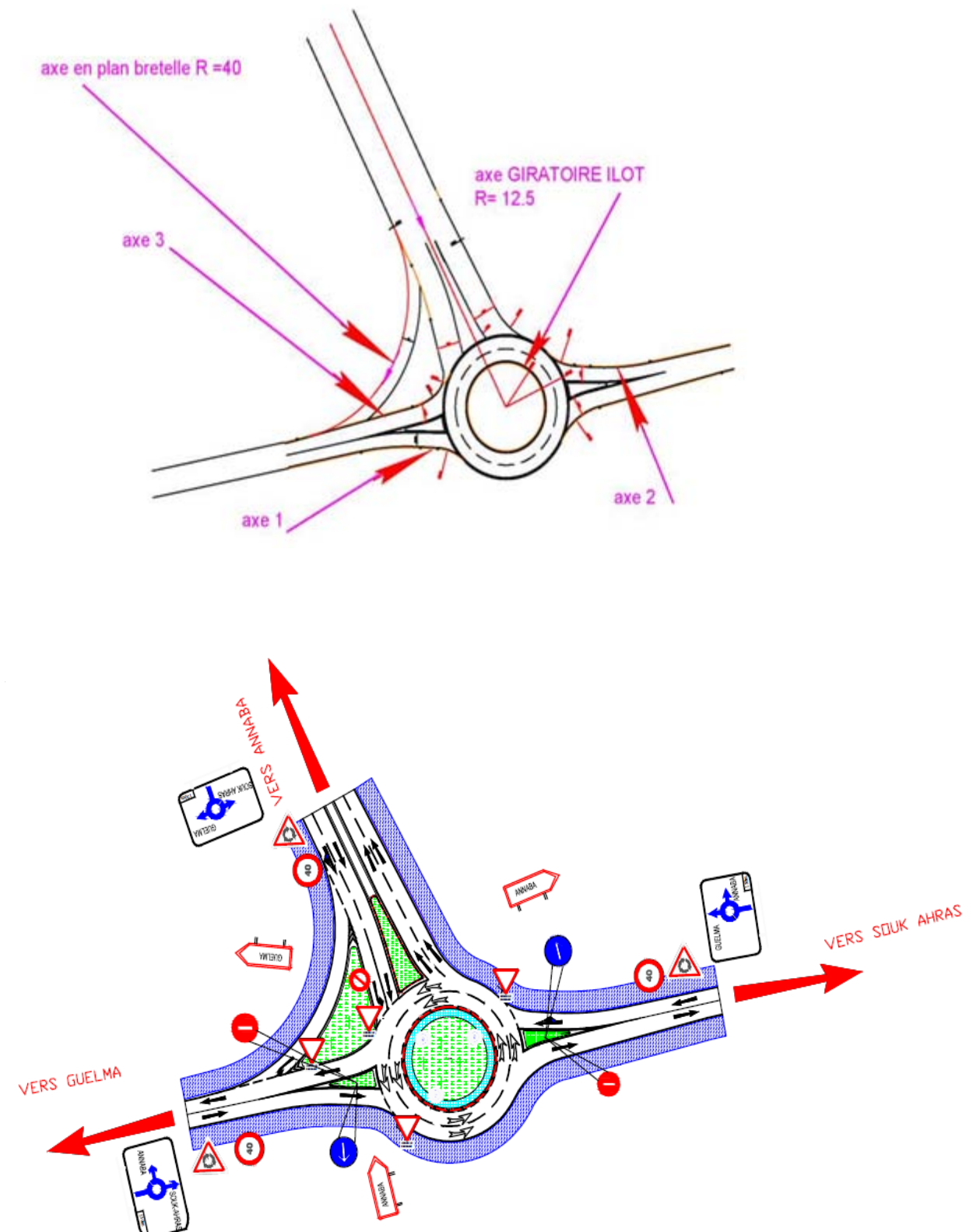
La largeur de la voie est de 4 m, de la sortie du biseau rectiligne jusqu'à l'entrée sur la voie d'insertion. Elle comporte une bande dérasée de droite de 2,00 m, et une bande dérasée de gauche de 0,50 m.

Conception de premier carrefour au PK 0+00 : début de projet





- Conception de deuxième carrefour au PK 9+298.93



1. **INTRODUCTION:**

La route une fois réalisée doit être « habillée » grâce à des équipements qui permettent pour certains d'améliorer la sécurité, pour d'autres d'informer et de guider l'automobiliste.

Les paragraphes qui suivent décrivent brièvement les principaux types d'équipement.

2. **BARRIERES DE SECURITE:**

Il convient de mener une étude d'ensemble intégrant la présence de barrières afin :

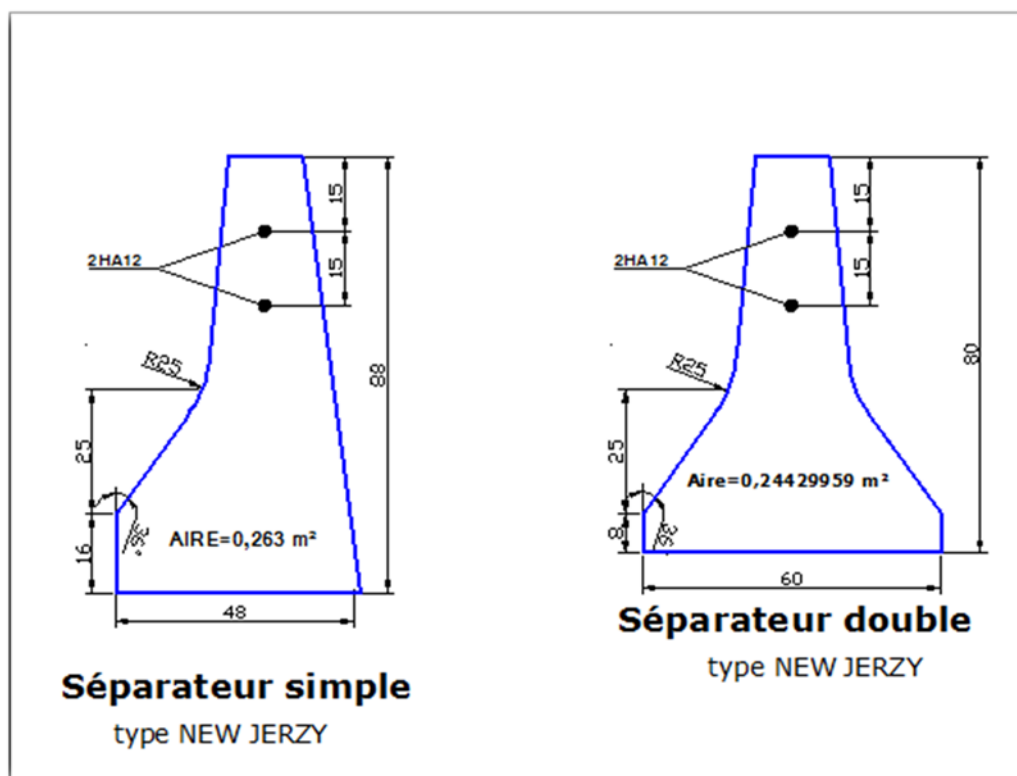
- d'assurer leurs servitudes de fonctionnement, les sujétions d'entretien et d'exploitation.
- de prendre en compte les usagers particuliers (motocyclistes, piétons...).
- de définir la configuration optimale des abords (pente des talus, dispositif d'assainissement...), Le dimensionnement de la berme doit permettre la mise en place des dispositifs les plus adaptés.

d'assainissement...), Le dimensionnement de la berme doit permettre la mise en place des dispositifs les plus adaptés.

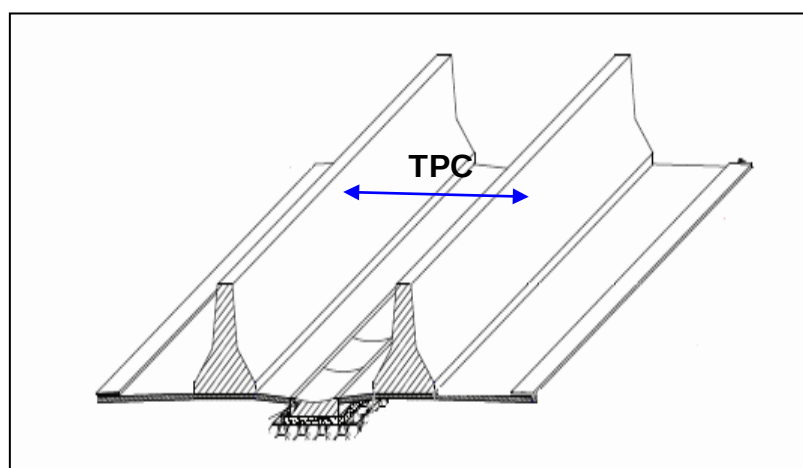
SUR LE T.P.C Des barrières de sécurité équipent systématiquement le T.P.C. Le choix du type de barrière est :

Fonction du volume et de la composition du trafic, du risque à couvrir (obstacle, dénivelé...), des Contraintes de visibilité et d'exploitation, de la largeur du T.P.C.

On utilise les **séparateurs en béton** de type GBA (glissière en béton adhérent) ou DBA (double en béton adhérent) sont constitués d'un muret continu en béton faiblement armé coulé en place et qui présente un profil spécifique. Ils sont capables de retenir les poids lourds de 12 t et entrent donc dans la classe des barrières normales de sécurité. Pour les voitures légères le profil par sa forme particulière limite le frottement de la carrosserie sur le dispositif.



Séparateurs en béton GBA et DBA



Murettes en béton armé

3. **SIGNALISATION:**

Parmi les principales composantes de l'environnement routier, on trouve la signalisation, Cette dernière est de deux types, le premier est la signalisation verticale, elle est constituée par des panneaux alors que la deuxième est horizontale elle est matérialisée par un marquage sur la chaussée.

4. **CATEGORIES DE SIGNALISATION:**

On distingue :

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

5. **LES CRITERES DE CONCEPTION DE LA SIGNALISATION:**

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- 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.

6. **SIGNALISATIONS HORIZONTALES:**

La signalisation routière horizontale regroupe, dans le cadre de la signalisation routière, tous les différents marquages au sol.

La signalisation horizontale se divise en trois types :

6.1. MARQUAGE LONGITUDINAL :

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

6.1.1. LES LIGNES CONTINUES :

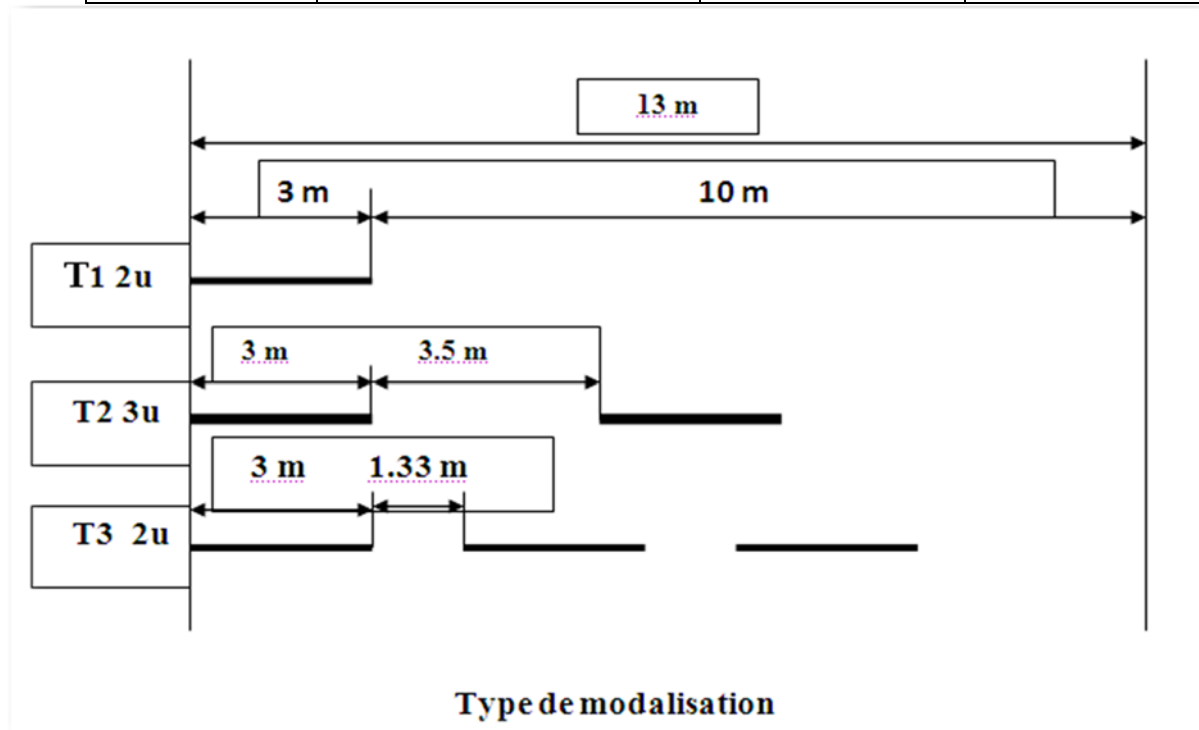
Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.

6.1.2. LES LIGNES DISCONTINUES :

Sont de type T1, T2 ou T3 (ligne d'avertissement, ligne de rive).

Modulation des lignes discontinues : Elles sont basées sur une longueur Périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T ₁	3.00	10.00	~ 1/3
T ₂	3.00	3.5	~1
T ₃	3.00	1.33	~3



6.1.3. LES LIGNES MIXTES :

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

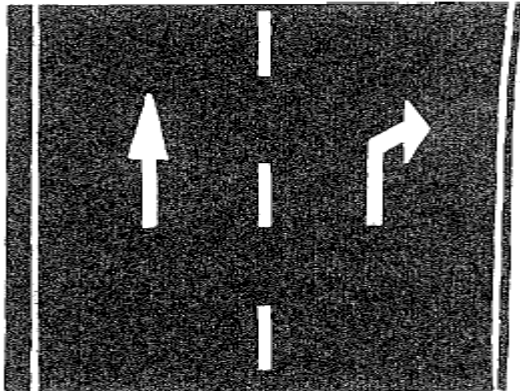
6.2. MARQUAGE TRANSVERSALES:

On distingue :

- Ligne stop : C'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt.
- Cédez le passage : ligne discontinue.

6.3. AUTRE MARQUAGE:

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



« Flèche de signalisation »

6.4. COULEUR DES MARQUES:

Dans la plupart des pays, les marques sur la chaussée sont de couleur jaune ou blanche. Le terme « blanc » couvre les nuances argent ou gris clair.

La couleur bleue peut toutefois être employée pour les marques indiquant les emplacements où le stationnement est permis mais soumis à certaines conditions ou restrictions (durée limitée, paiement, catégorie d'usagers, etc.).

7. SIGNALISATIONS VERTICALES:

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

7.1. SIGNAUX DE DANGER :

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

7.2. SIGNAUX COMPORTANT UNE PRESCRIPTION ABSOLUE :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

7.3. SIGNAUX A SIMPLE INDICATION :

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

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

7.4. SIGNAUX DE POSITION DES DANGERS :

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

8. CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES:

Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.

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

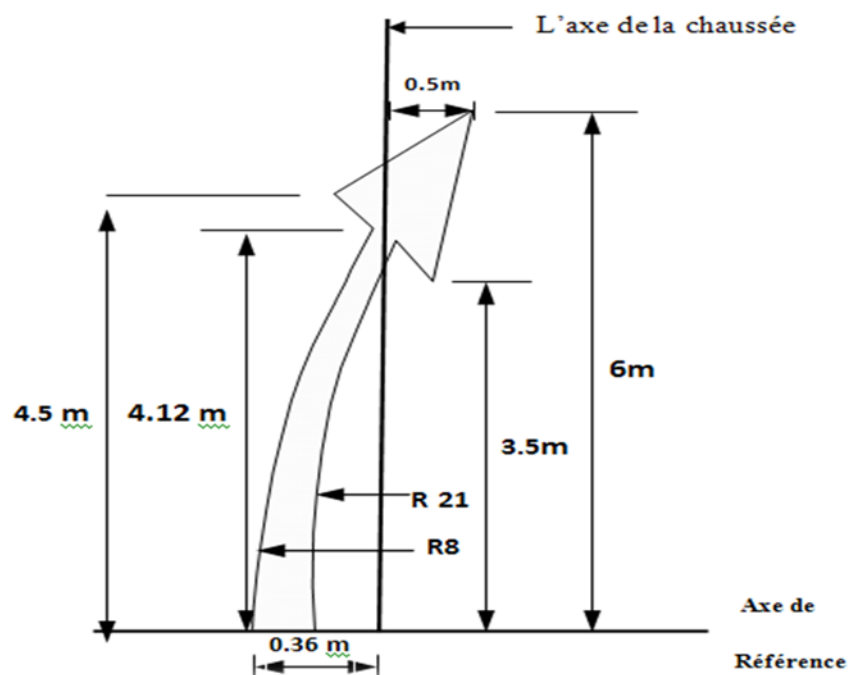
- U = 7.5cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.
- U = 6cm sur les routes et voies urbaines.
- Pour les bretelles et les voies d'accès : U = 5cm.

9. APPLICATION AU PROJET :

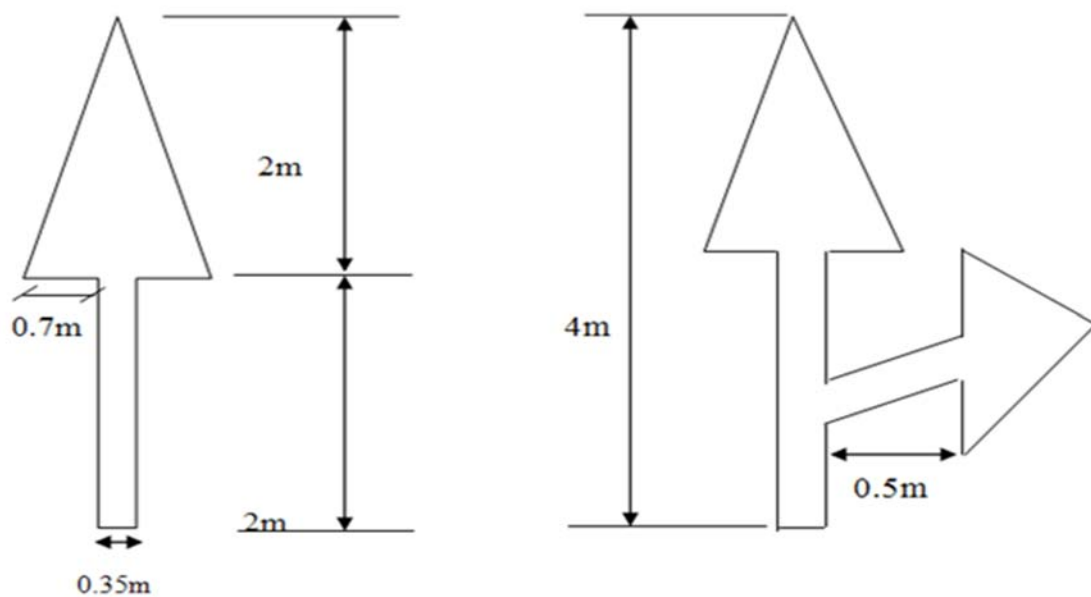
Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

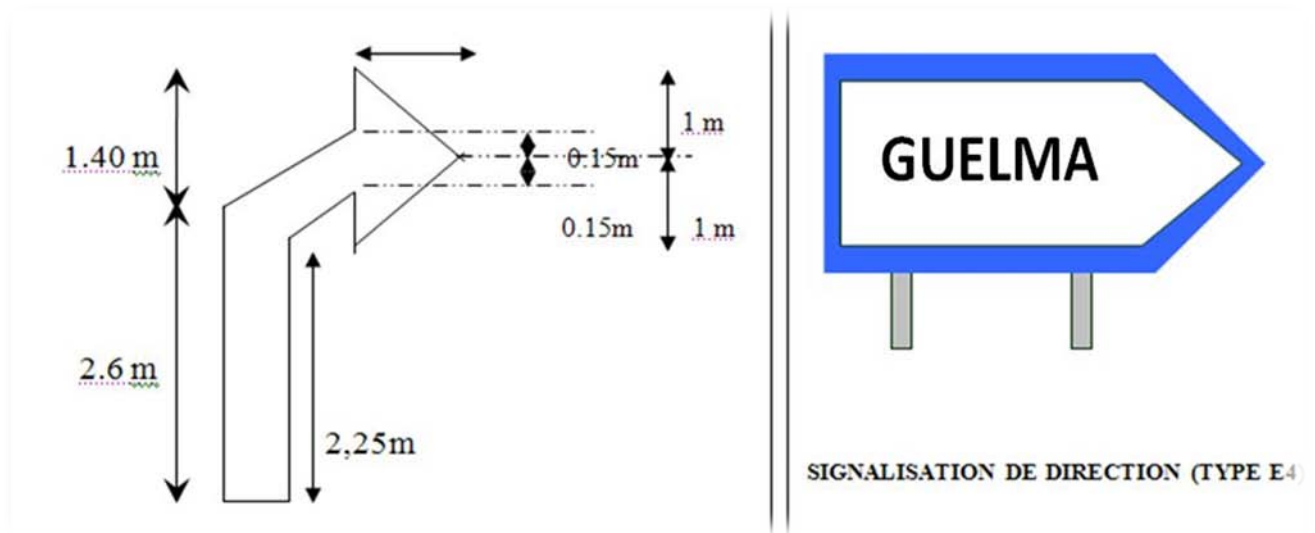
- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de pré signalisation (type G1).
- Panneaux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

FLECHE DE RABATTEMENT

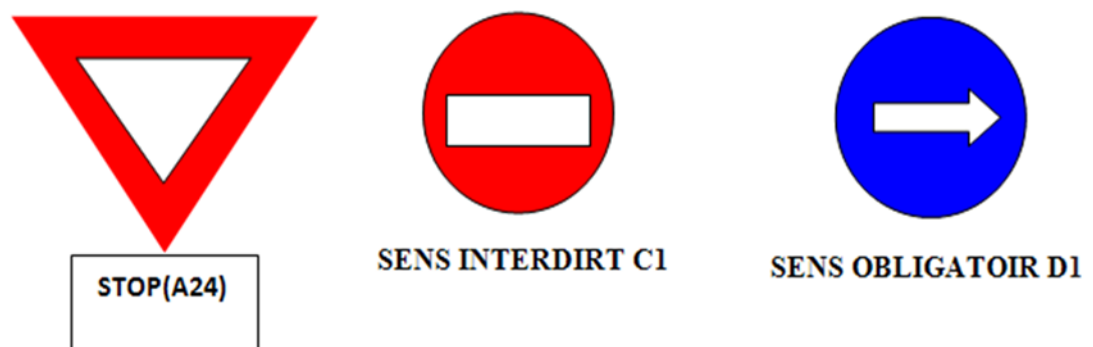


FLECHE DE SELECTION





Signaux d'interdiction ou de restriction





10. ECLAIRAGE :

10.1. INTRODUCTION

L'éclairage des voies urbaines constitue un élément important de sécurité pour les piétons et pour les automobilistes, en même temps qu'un agrément évident pour le cadre de vie. Il est maintenant généralisé dans toutes les villes et beaucoup de villages.

L'éclairage des routes de rase campagne est un élément de confort pour la conduite en même temps qu'un facteur de sécurité.

Compte tenu de son coût d'investissement et de fonctionnement, il ne peut cependant être utilisé que pour les routes très circulées ainsi que dans toutes les zones où sa présence est susceptible d'améliorer de façon importante la sécurité.

En ville, l'éclairage doit faciliter le déplacement des piétons sur les trottoirs et les rendre visibles par l'automobiliste lorsqu'ils traversent la chaussée. En section courante, le but à rechercher est qu'ils se détachent sur le fond général constitué par la chaussée éclairée.

Au droit des passages piétons, on tend à utiliser le principe inverse et à mettre en place un éclairage focalisé sur le seul passage piéton, grâce à des lampadaires

spécialement adaptés. On recherche pour ce type d'éclairage une luminance importante, de telle façon que les automobilistes perçoivent la présence du passage en même temps que celle des piétons.

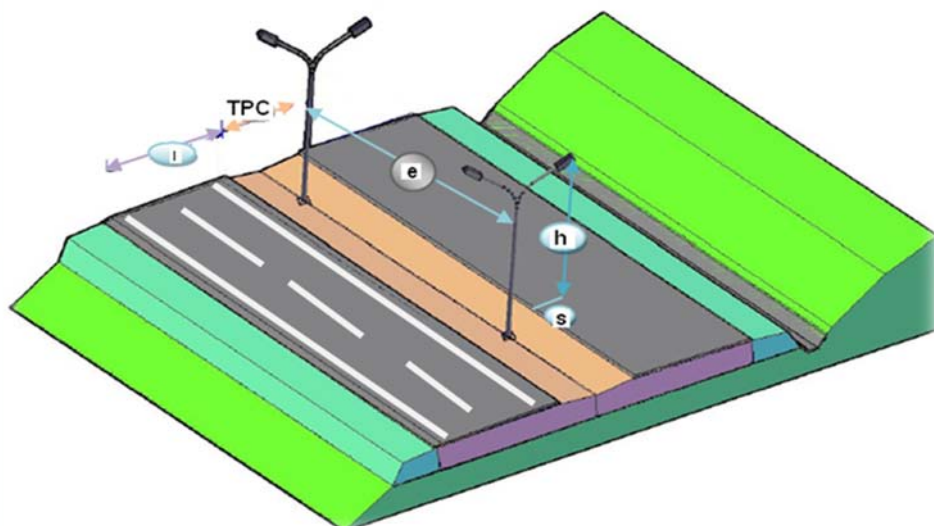
10.2. TYPE D'ECLAIRAGE :

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, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

10.3. PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES:

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



Paramètres de l'implantation des luminaires

10.4. APPLICATION AU PROJET :

Eclairage de la voie (le long de la route) :

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

Deux foyers portés par le même support éclairant chacun une demi chaussée, espacés de 20m.

Les points singuliers notamment les intersections (carrefours giratoires), ils doivent être bien éclairés de raison du croisement des véhicules au niveau de ces derniers.

Conclusion générale :

Ce projet de fin d'études a été une opportunité, pour mettre en pratique nos connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à l'école nationale supérieur des travaux publics.

Le projet nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques et administratifs qui peuvent se présenter dans un projet routier. il était aussi une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier et par conséquent l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin notamment le CIVIL 3D et l'AUTOCAD ainsi que la maîtrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics.

Pour notre étude nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, directives et recommandations liés au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps l'a prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle.

Devis quantitatif et estimatif

N°	Désignation des Travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire DA	Prix Total DA
1	Logistiques du chantier				
1,1	Installation et repliement du chantier (lot route)	forfait	1	200 000 000,00	200 000 000,00
1,2	Etude d'exécution	forfait	1	80000 000,00	80 000 000,00
Total partiel 1					280 000 000,00
2	Travaux préparatoires				
2,1	Acquisition de terrain	m2	195277,53	500,00	97 638 765,00
2,2	Abattage, arrachage et dessouchage des arbres singuliers et mise en stock	unité	210	1250,00	262 500,00
Total partiel 2					97 901 265,00
3	Terrassement				
3,1	Décapage de terre végétale	m ³	77660,46	115,00	8 930 952,90
3,3	Déblais en terrain meuble mis en remblais	m ³	210511,35	290,00	61 048 291,50
3,4	Déblais excédentaires en terrain meuble mis en dépôt	m ³	60672,22	120	7 280 666,40
Total partiel 3					77 259 910,80
4	Assainissement, réseaux et protections hydrauliques				
4,1	Fossés trapézoïdaux	ml	9298,93	5 200,00	48 354 436,00
4,2	Buse de diamètre 800 mm	ml	25	8 500,00	212 500,00
4,3	Buse de diamètre 1000 mm	ml	175	13 000,00	2275 000,00
4,4	Buse de diamètre 1200 mm	ml	50	15 600,00	780 000,00
4,5	Dalot (2x2)	ml	25	60000,00	1 500 000,00
4,6	Dalot (2,5x2,5)	ml	25	80000,00	2 000 000,00
total partiel 4					55 121 936,00
5	Chaussée et couche de forme				
5,1	Couche de forme en (TVO)	m ³	89716,99	600,00	53 830 194,00
5,2	Couche de fondation en grave non traitée (GNT 0/31,5)	m ³	35849,48	1800,00	64 529 064,00

5,3	Couche de base en grave bitume	t	16822,48	7000,00	117 757 360,00
5,4	Couche de roulement en béton bitumineux	t	8304,85	7500,00	62 286 375,00
5,5	Couche d'imprégnation (1,0 kg/m²)	m²	252195	85,00	21 436 575,00
5,6	Couche d'accrochage (0,3 kg/m²)	m²	98685	45,00	4 440 825,00
Total partiel 5					324 280 393,00
6	Signalisation , équipements routiers				
6,1	signalisation et équipements routiers	F	5%(2+3+5)		23865179,70
Total partiel 6					23865179,70
7	Environnement et paysage				
7,1	Impact sur l'environnement	forfait	1	1%	4 115 665,69
Total partiel 7					4 115 665,69
8	Ouvrage d'art				
8,1	ouvrage d'art	m²	3080	250 000,00	
Total partiel 8					770 000 000,00
9	AUTRES TRAVAUX				
9,1	Déplacement de conduites d'AEP D= 200	ml	140,00	6 000,00	840 000,00
9,2	Protection de conduites d'assainissement D= 600	ml	130,00	15 000,00	1 950 000,00
9,3	Protection de conduites d'AEP D= 63	ml	120,00	15 000,00	1 800 000,00
9,4	Protection de conduites d'AEP D= 200	ml	420,00	15 000,00	6 300 000,00
Total partiel 9					10 890 000,00
TOTAL GENERAL					1 644 091 720,44
TVA 17%					279 495 592,5
TOTAL EN TTC					1 923 587 312,91

Le coût total du projet s'élève à : **1 923 587 312,91 DA**

(Un milliard neuf cent vingt trois million cinq cent quatre vingt sept mille trois cent douze dinars algériens)

BIBLIOGRAPHIE :

- Cours de 4^{ème} année ENSTP (Route, MDS, OA, Hyd, BA).
- Cours de 5^{ème} année ENSTP.
- «ARP aménagement des routes principales – Recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route - Guide Technique», SETRA.
- B40-Normes techniques d'aménagement des routes
- (Niveau de service et normes) et (Manuel du projeteur).
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P) FASCULE 1, 2,3.
- ENSTP : anciennes mémoires de Fin d'étude.
- Aménagement des carrefours interurbains (SETRA).
- Site internet : www.google.com.

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

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

Thème

**ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE
(BELKHEIR et BOUMAHRA) du Pk 0+000 au
Pk 9+300 AVEC ETUDE GIRATOIRE SUR
RN21 ET CONCEPTION GIRATOIRE SUR
RN20 DU WILAYA GUELMA (ANNEXE)**

Proposé par :

Société GEO-CONSEIL

Présenté par :

- SAID TAMER
- KAHLAT HOUSSEM

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.