

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed khider –Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil et
d'Hydraulique

Référence :/ 2020



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية والري
المرجع :/ 2020

Mémoire de Master

Filière : TRAVAUX PUBLICS

Spécialité : VOIES ET OUVRAGES D'ART

THEME

**Etude de Dédoublément d'un Tronçon
Routier de 05 km sur RN 28 du PK 104
au PK 109 entre Barika et Belaiba**

Etudiant :

CHADLI AHMED-REDHA

Encadreur :

Dr. BENSMINE AISSA

Promotion 2020

REMERCIEMENT

Je remercie en premier lieu et avant tout Dieu le tout puissant, de m'avoir donné la force et la patience d'accomplir mon travail dans les meilleures conditions.

Je remercie aussi en deuxième lieu :

Mon encadreur Dr : BENSAINÉ AISSA, pour m'avoir dirigé, aussi à ces conseils et son orientation durant l'évolution de ce travail.

Mes remerciements aussi à mes parents, mes frères, mes sœurs, mes amies de leurs soutiens moraux durant toute la période de préparation de ce travail, sans oublier mes collègues de classe Surtout : D-MOHAMED, N-LAZHAR.

Un grand merci pour une personne qu'elle ne m'a jamais lésé, et jamais hésité à m'encourager et me donner l'énergie de continuer : ma femme.

Je suis reconnaissant à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation avec beaucoup de dévouement et de compétence.

En oubliant jamais les personnes qui ont participé de près ou de loin à ce modeste travail.

CHADLI AHMED-REDHA

DEDICASE

Je dédie ce travail

A mes chers parents ma mère et mon père pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

A ma femme, à mes enfants les 3M et à mes chères sœurs et frères.

A mes amies et les collègues de la classe VOA promotion 2020. Sans oublier tous les enseignants qui ont contribué à mon soutien scolaire.

A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

RESUME

En Algérie le transport routier joue un rôle majeur dans la mesure où la route supporte plus de 80% du trafic de marchandises et voyageurs. Afin de fluidifier le trafic l'état a opté pour un programme portant sur la réalisation des tracés routiers neufs et des mises à niveau des routes existantes. Les techniques auxquelles la route moderne fait appel se sont multipliées et ont pris une grande ampleur à l'heure actuelle, par l'utilisation de la technologie moderne tant dans les tracés routiers que dans les moyens utilisés lors de la construction routière. Notre projet fait partie du réseau des routes nationales, c'est un tronçon de la RN 28 situé dans la wilaya de BATNA reliant la commune de BARIKA par la commune de BELAIBA. Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme national de développement des voies à 2 x 2voies.

Le travail exposé concerne l'élargissement d'un tronçon de la route existante de la RN 28, d'où une étude complète effectuée sur 05 Km du PK 104 au PK 109 pour alléger les charges et rendre la circulation adoucissante aux usagers. Donc une étude détaillée de ce tronçon à été établie sous le contrôle et l'orientation de mon encadreur dans ses grandes phases, est constitué de :

- ❖ La conception géométrique de la route (Trace en plan, profil en long et profil en travers par logiciel COVADIS (AUTO PISTE)).
- ❖ La conception structurale (Composée de l'étude du Trafic et Dimensionnement de la Chaussée).
- ❖ Etude Géotechnique.

إن العمل المقدم يتلخص في توسيع قسم من الطريق الوطني رقم 28, والذي يربط بين بلدية بريكة وبلدية بلعابية بولاية باتنة, حيث يعاني هذا الطريق من كثافة في حركة المرور المسجلة حيث أجريت دراسة كاملة لمقطع منه وهذا بطول 5 كلم من النقطة الكيلومترية 104 إلى النقطة الكيلومترية 109 وهذا لتخفيف الأحمال وجعل السير الحسن لمستخدمي الطريق, لذلك تم وضع دراسة مفصلة لازدواجية هذا القسم من الطريق تحت مراقبة وتوجيه الأستاذ المشرف حيث يتكون العمل المنجز من أهم المحاور:

❖ التصميم الهندسي للطريق (الرسم على المخطط , المقطع الطولي , المقاطع العرضية للطريق).

❖ التصميم الهيكلي.

❖ دراسة جيوتقنية.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENEGAL.....	P11
I-LES AVENTAGES DE LA ROUTE NATIONALE.....	P11
II- PLAN DE TRAVAIL.....	P12

CHAPITRE I PRESENTATION DE PROJET

I-INTRODUCTION.....	P14
II-SITE DE PROJET.....	P15
III-OBJECTIF DE L'ETUDE.....	P16

CHAPITRE II ETUDE DE TAFIC

I-INTRODUCTION.....	P19
II-L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS.....	P19
II-1-LA MESURE DES TRAFICS.....	P19
II-2-LES CONTAGES.....	P19
-LES CONTAGES MANUELS.....	P20
-LES CONTAGES AUTOMATIQUES.....	P20
-LE CONTAGE PERMANET.....	P20
-LE CONTAGE TEMPORAIRE.....	P20
III-DEFFERENTS TYPE DE TRAFICS.....	P20
-TRAFIC NORMAL.....	P20
-TRAFIC DERIVE.....	P20
-TRAFIC ENDUIT.....	P20
-TRAFIC TOTAL.....	P21
VI-CALCUL DE LA CAPACITE.....	P21

VI-1-DEFINITION DE LA CAPACITE.....	P21
VI-2-PROJECTION FUTURE DE PROJET.....	P21
VI-3-CALCUL DE TRAFIC EFFECTIFE.....	P22
VI-4-DEBIT DE POINT HORAIRE NORMAL.....	P22
VI-5-LA CAPACITE THEORIQUE.....	P23
VI-6-PARAMETRE DE LA SERCULATION.....	P24
VI-7-LE DEBIT ADMISSIBLE.....	P24
VI-8-CALCUL NOMBRE DE VOIES.....	P25
V-APPLICATION AU PROJET.....	P25
VI-CONCLUSION.....	P27
 <u>CHAPITRE III SECURITE & CARACTERISTIQUE GEOMETRIQUE</u>	
I-LES PARAMETRE DE BASE POUR LES ETUDES DE TRACE.....	P29
II-VITESSE DE REFERENCE DES VIHICULES LEGERS ET POINDS LOURDS	P29
III-PARAMETRE CINIMATIQUE.....	P30
IV-DISTANCE MINIMAL DE FREINAGE.....	P30
V-DISTANCE D'ARRET.....	P31
-TEMPS DE PERCEPTION-REACTION.....	P31
-DISTANCE D'ARRET EN ALIGNEMENT DROIT.....	P32
-OBSTACLE EMOBILE.....	P32
-OBSTACLE MOBILE.....	P33
VI-DISTANCE DE VISIBILITE DE DEPASSEMENT ET DE MANOUVRE.....	P34
-DISTANCE DE VISIBILITE DE DEPASSEMENT MINIMAL.....	P34
-DISTANCE DE VISIBILITE DE MANOUVRE DE DEPASSEMENT.....	P34
VII-DISTANCE DE SECURITE ENTRE DEUX VIHICULES.....	P35

VIII-APPLICATION AU PROJET.....	P36
---------------------------------	-----

CHAPITRE IV DEMENSSEIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

I-INTRODUCTION.....	P38
II-LA CHAUSSEE.....	P38
II-1-DIFINITION.....	P38
II-2-LES DEFFERANTS COUCHES DE CHAUSSEE.....	P38
II-2-1-COUCHE DE SURFACE.....	P39
II-2-2-COUCHE DE BASE.....	P39
II-2-3-COUCHE DE FONDATION.....	P39
II-2-4-COUCHE DE FORME.....	P39
III-APPLICATION AU PROJET.....	P40
III-1-MERHODE DE L'INDICE CBR.....	P40
III-2-METHODE DE CATALOGUE CTP.....	P42
III-3-CONCLUSION.....	P45
IV-CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE AU SOL SUPPORT.....	P45
V-CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE AU TRACTION (GB).....	P46
VI-CONCLUSION GENERALE.....	P48

CHAPITRE V TRACER EN PLAN

I-DIFINITION.....	P50
II-REGLE A RESPECTER DANS LE TRACER EN PLAN.....	P50
III-VITESSE DE REFERANCE.....	P51
IV-LES ELEMENT DE TRACER EN PLAN.....	P51
1-ALIGNEMENT DROITE.....	P52
2-ARCS DE CERCLES.....	P52

2-1-RAYON HORIZONTAL MINIMAL ABSOLU (RHM).....	P53
2-2-RAYON HORIZONTAL NORMAL (RHN).....	P53
2-3-RAYON AU DIVERS MINIMAL (RHd).....	P54
2-4-RAYON MINIMAL NON DIVERSE (RHnd).....	P54
2-5-VISIBILITE MASQUEE DANS UNE SINUOSITE.....	P54
3-LES COURBES DE RACCORDEMENT.....	P55
1-ROLES ET NESESITE DES COURBES DE RACCORDEMENT.....	P56
2-TYPES DES COURBES DE RACCORDEMENT.....	P56
3-LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT.....	P57
3-1-CONDITION DE CONFORT OPTIQUE.....	P57
3-2-CONDITION DE CONFORT DYNAMIQUE.....	P57
3-3-CONDITION DE GAUCHISSEMENT.....	P58
V-PARAMETRES FONDAMONTAUX.....	P58
VI-APPLICATION AU PROJET.....	P60

CHAPITRE VI PROFIL EN LONG ET PROFILS EN TRAVERS

I-DIFINITION PROFIL EN LONG.....	P62
II-REGLES A RESPECTER DANS LE PROFIL EN LONG.....	P62
III-DECLIVITE.....	P62
1-DECLIVITE MINIMAL.....	P63
2-DECLIVITE MAXIMAL.....	P63
IV-RACCORDEMENT PROFIL EN LONG.....	P64
1-RACCORDEMENT CONVEXES.....	P64
2-RACCORDEMENT CONCAVES.....	P65
V- PROFILS EN TRAVERS.....	P66

-INTRODUCTION.....	P66
1-PROFILS EN TRAVERS TYPE.....	P66
2-PROFILS EN TRAVERS COURENT.....	P66
VI-LES ELEMENTS DE PROFIL EN TRAVERS.....	P67
VII-PROFIL EN TRAVERS DE NOTRE PROJET.....	P68

CHAPITRE VII

ETUDE GEO-TECHNIQUE

I-INTRODUCTION.....	P70
II-LES MOYENS DE CONNAISSANCE.....	P70
a) -ETUDE DES ARCHIVES.....	P70
b) -LA RECONNAISSANCE (IN-SITU)	P70
c) -LES ESSAIS DE L'ABORATOIRE.....	P70
c)-1-LES ESSAIS PHYSIQUE.....	P70
1-EQUIVALENT DE SABLE.....	P71
2-LIMITE D'ATTERBERG.....	P71
3-MASSE VOLUMIQUE ET TENEUR EN EAU.....	P72
4-ANALYSE GRANULOMETRIQUE.....	P72
5-ESSAI DE BLUE DE METHYLENE.....	P73
c) -LES ESSAIS MECANQUES.....	P73
1-ESSAI PROCTOR.....	P73
2-ESSAI CBR.....	P74
3-ESSAI LOS ANGELES.....	P74
4-ESSAI MICRO DEVAL.....	P74

CHAPITRE VIII

ASSAINISSEMENT

I-INTRODUCTION.....	P76
II-OBJECTIFS D'ASSAINISSEMENT.....	P77
III-TYPE DE DISPOSITIF D'ASSAINISSEMENT.....	P77
IV-ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE.....	P77
V-DIFINITION DES TERMES HYDROLIQUE.....	P79
VI-APERCU HYDROLIQUE DE PROJET.....	P80
VI-1-DETERMINATION DES CARACTIRISTIQUE MORPHOLOGIQUE DES BV	P81
VI-2-DETERMINATION DES DIBET DE CRUE.....	P81
VI-3-CHOIS DE LA PERIODE DE RETOURE.....	P81
VI-4-LE COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT.....	P81
VI-5-LE DIBET CAPABLE DES OUVRAGES HYDROLIQUE.....	P82
VI-6-LA SECTION UTILE (Su).....	P83
VII-RESULTAT DES CALCULES DE DIMMENSIONEMENT DU PROJET.....	P83

CHAPITRE IX

CUBATURES

I-INTRODUCTION.....	P86
II-DIFINITION.....	P86
III-METHODE DE CALCUL DES CUBATURES.....	P86

CHAPITRE X

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

I-INTRODUCTION.....	P91
II-OBJECTIFS DES SIGNALISATION ROUTIERE.....	P91
III-CRITERES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION.....	P91
IV-TYPES DE SIGNALISATION.....	P91
1-SIGNALISATION ROUTIER VERTICAL (SRV).....	P91

1-1-CATEGORIES DES SIGNIAUX VERTICAL.....	P93
2-SIGNALISATION ROUTIER HORIZONTAL (SRH)	P94
2-1-CATEGORIES DES MARQUES.....	P94
1-LIGNES LONGITUDINALE.....	P94
2-MARQUES TRANSVERSALES.....	P95
V-LES PRODUITS UTILISER POUR LE MARQUAGE.....	P98
VI-ECLAIRAGE.....	P100
1-INTRODUCTION.....	P100
VII-PARAMETRE DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES.....	P100
VIII- APPLICATION AU PROJET.....	P101
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF.....	P103
CONCLUTION GENERAL.....	P106
BIBLIOGRAPHI.....	P107
ANNEXE.....	P108

INTRODUCTION GÉNÉRAL

L'histoire de la route est intimement liée au niveau de développement technologique et de la croissance économique des nations et des civilisations.

La route romaine dont les traces sont encore apparentes à ce jour, témoigne de l'avancée industrielle de l'empire et de la place privilégiée accordée aux réseaux de communication.

La route n'est pas la seule infrastructure de transport, on trouve aussi d'autres moyens comme le chemin de fer, les voies aériennes et les voies maritimes, mais le transport routier est dominant, et même si les technologies de l'information se développent, les déplacements routiers liés tant à la vie quotidienne qu'au tourisme sont des réalités incontournables pour encore de nombreuses années.

La route joue un rôle moteur dans l'aménagement du territoire, elle favorise l'implantation d'activités économiques et industrielles et réduit les coûts de transport et donc de production qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, déprécier les contours, puis pour en dessiner les solutions et de quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études de dédoublement.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire l'aménagement et la modernisation d'un tronçon routier qui relie la ville de BARIKA à la ville de BELAIBA.

I- LES AVANTAGES DE LA ROUTE NATIONALE.

Les avantages directs : qui concernent principalement tous les usagers de la route, gain de temps et de confort, garantir la sécurité et l'économie de fonctionnement des véhicules. Ces avantages peuvent être mesurés en unités physiques (heures, nombre d'accidents, de morts de blessés, journées d'hospitalisation, carburants)

Les avantages indirects : qui ne concernent pas directement les usagers de la route, mais la politique du transport et plus généralement, le développement économique national ou local et l'aménagement du territoire.

Ce projet de dédoublement étant nécessaire, conte tenue de :

- L'importance de la route existante qui doit supporter l'intensité du trafic actuel.
- Les déférents activités économique, commercial et social de la région et la demande croissante de la matière de transport de la marchandise qui travers cette région.

Notre projet est divisé en plusieurs chapitre :

II-PLAN DE TRAVAIL :

- Introduction Générale.
- Présentation du Projet.
- Etude de Trafic.
- Sécurité & Caractéristique Géométrique.
- Dimensionnement du Corps de Chaussée.
- Tracé en Plan.
- Profils en longs et Profil en Travers.
- Etude Géotechnique.
- Assainissement.
- Cubatures.
- Signalisation & Eclairage.
- Devis Quantitatifs et Estimatives.
- Conclusion Générale.

CHAPITRE I

PRESENTATION DU PROJET

I-INTRODUCTION :

Notre projet se trouve entre deux villes de la Wilaya de BATNA, BARIKA et BELAIBA Cette première est une ville algérienne, située Nord -Est de l'Algérie dans la région des Hodna à 85 Km à l'Ouest de centre de la wilaya de BATNA et à 350 Km au Sud- Est de l'Algérie. S'étend sur 304 km² et compte 116.873 habitants (2015), la densité de population est de 353.4 hab. / km² sur la ville d'après ONS (Office National des Statistique), la région de BARIKA est limitée par :

- Au NORD par : DJEZZAR-OULED AMAR
- A l'EST par : SEGGANA.
- Au SUD par : BITAM.
- A l'OUEST par : ABDELKADER AZIL.

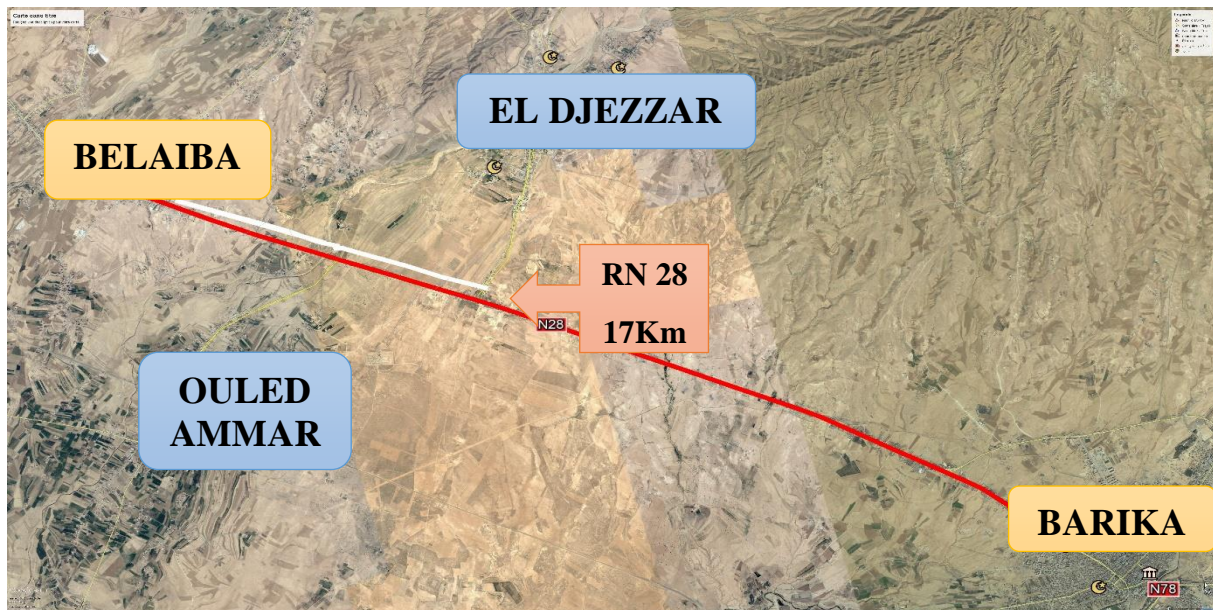
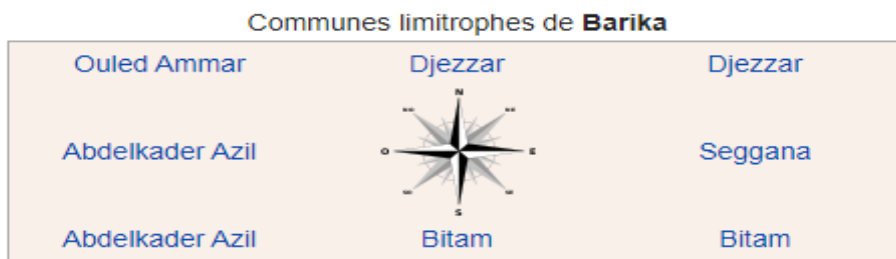


Figure I-1-Route National RN 28 de BARIKA jusqu'au BELAIBA de 17 km

II-SITE DE PROJET.

Notre projet a pour objet d'étude d'un tronçon routier de la RN 28, qui relie la commune de BARIKA à la commune de BELAIBA Wilaya de BATNA sur une longueur de 5 Km.

La route RN 28 en générale contient plusieurs communes et daïras et travers trois wilayas.

-Wilaya de BATNA : Ain Touta – Seggana - Barika

-Wilaya de M'SILA : Belaiba – Magra

- Wilaya de Sétif : Salah Bey – Ain Oulmene – Guellal – Mezloug - Sétif

Les caractéristiques de la route RN28 sont les suivantes :

-Une chaussée bidirectionnelle de 7m de largeur sur deux voies son TPC

- Une largeur de 1,5 m d'accotement sur chaque côté droite.



Figures I-2- Projet Réel

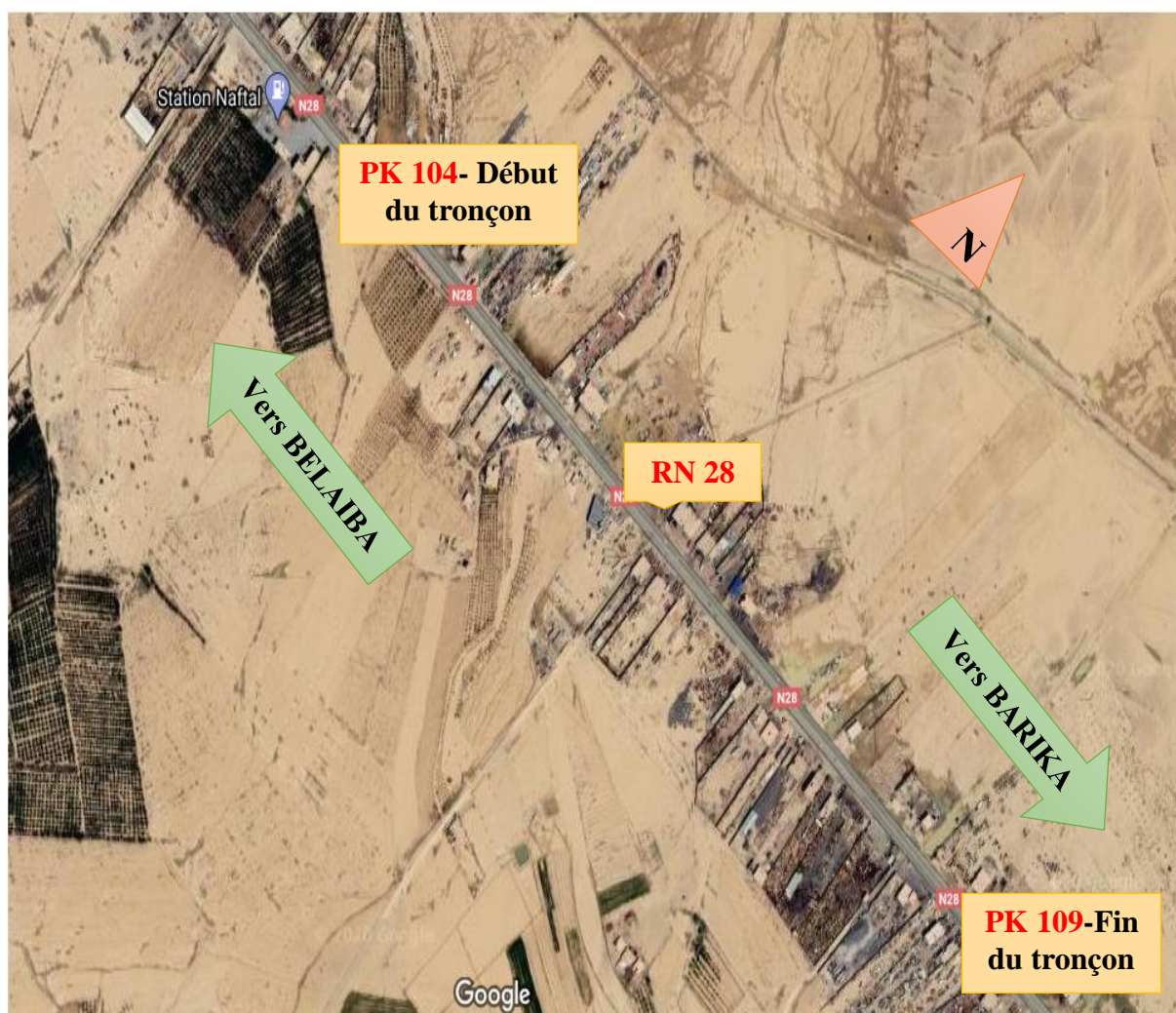


Figure I-3-Situation de projet du PK 104 au PK 109

III- OBJECTIF DE L'ETUDE :

L'objectif principal de notre étude consiste à augmenter le niveau de service de la route existante par un élargissement, et de procéder à son renforcement.

Pour atteindre l'objectif visé, notre travail a été structuré comme suit :

- L'augmentation de la capacité de la route.
- Procéder un renforcement pour la partie existante.

- L'amélioration du niveau de service de la route.
- L'amélioration du système de drainage.
- L'élargissement de la route en évitant les grands remblais.
- Améliorer les conditions de circulations.
- Doter la chaussée d'une structure capable de supporter le trafic actuel et futur.
- Assurer une fluidité de la circulation et de sécuriser les voyageurs sur ce tronçon où le trafic est en croissance permanente.
- Réduire le temps de parcours
- Amélioré la sécurité.

CHAPITRE II

ETUDE DE TRAFIC

I-INTRODUCTION :

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructures de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée. L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, sur une partie stratégie, planification sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaire pour :

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

II-L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS.

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

II-1-LA MESURE DES TRAFICS.

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- Les comptages : qui permettent de quantifier le trafic.
- Les enquêtes : qui permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

II-2-1-LES COMPTAGES

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

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

-LES COMPTAGES MANUELS : Ils sont réalisés par les enquêteurs qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports commun, Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A)

-LES COMPTAGES AUTOMATIQUES : Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires.

1-Le comptage permanent : sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

2-Le comptage temporaire : s'effectue une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

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

III-DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS.

1-TRAFIC NORMAL : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet

2-TRAFIC DEVIE : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre le différent moyen d'atteindre la même destination.

3-TRAFIC INDUIT : C'est le trafic qui résulte de :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.

- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

4-TRAFIC TOTAL : C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

IV-CALCUL DE LA CAPACITE.

IV-1-DEFINITION DE LA CAPACITE : La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée. La capacité dépend :

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

IV-2-PROJECTION FUTURE DU TRAFIC : La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est :

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

Avec :

TMJA_h : le trafic à l'année horizon.

TJMA_o : le trafic à l'année de référence

n : nombre d'année.

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

IV-3-CALCUL DE TRAFIC EFFECTIF :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (uvp). Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

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

Avec :

Teff : Trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

Z : Pourcentage de poids lourd.

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

Route	E1 (Plaine)	E2 (Vallonnée)	E3 (Montagneuse)
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

Tableau 1I-1. Coefficient d'équivalence – B40

IV-4-DEBIT DE POINT HORAIRE NORMAL.

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule : $\mathbf{Q = (1/n) T_{eff}}$

Avec :

Q : débit de pointe horaire.

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

Teff : trafic effectif

Le débit de pointe horaire « Q » correspond à 12% du trafic futur

$$Q = 0,12T_{eff}(uvp/h)$$

IV-5-LA CAPACITE THEORIQUE : La capacité d'une route dépend de la largeur de la voie et l'accotement et elle est donnée dans le tableau suivant :

Capacité théorique des routes en uvp/h									
Dégagement latérale ou largeur des accotements	Largeur de chaussée unique								2 chaussées Autoroute Ou route express (2)
	4m	2 voies			3 voies		4 voies (1)		
		5m	6m	7m	9m	10.5m	12m	14m	
1.80 et plus	1100	1300	1600	2000	2600	3200	3000 4500*	3400 5100*	1800 5400*
1.20	1000	1200	1500	1900	2400	3000	2950 4400*	3300 5000*	1750 5300
0.60	(x)	1100	1350	1700	2200	2700	2900 4300*	3200 4800*	1700 5100*
0.00	(x)	(x)	1200	1500	2000	2400	2650 4000*	3000 4500*	1500 4500*

Tableau 1I-2 : Valeur de la capacité théorique [Règlement B40]

(1) Pour sens de la circulation sur route à 2x2 voies

Valeur avec *: capacité pour les deux sens.

(2) Capacité pour une seule voie de 3.50m

Valeur avec *: capacité pour les deux sens réunis.

(x) capacité non applicable.

Cette capacité Cth est affectée d'un coefficient k2 pour obtenir la capacité effective (Ceff)

$$C_{eff} = k_2 \cdot C_{th}$$

IV-6-PARAMETRE DE LA SERCULATION :

On connaît le trafic actuel et la durée de vie de l'ouvrage et le taux de croissance, on détermine le trafic futur avec la méthode des intérêts composés.

$$TMJA_h = (1 + \tau)^n \cdot TMJA_0$$

-TMJA_h : le trafic à l'année de l'horizon.

-TMJA₀ : le trafic à l'année actuelle.

-n : nombre d'année.

-τ : taux de croissance en (%).

IV-7-LE DIBET ADMISSIBLE « Qadm » :

C'est le nombre maximum de véhicule pouvant passer pendant une heure.

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

Valeur de K₁ : **Tableau II.3: Valeur de K1 [Règlement B40]**

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K ₁	0.75	0.85	0.95

Valeur de K₂ : **Tableau II.4: valeur de K2 [Règlement B40]**

environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

IV-8-CALCULE NOMBRE DE VOIES :

1- Cas d'une chaussée bidirectionnel : On compare « d » et « Q » et on choisit le type de la

route dont le débit : $Q_{adm} \leq Q \rightarrow K1. K2. C_{th} \leq Q \rightarrow C_{th} \leq Q / K1. K2$

2 - Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport :

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

Avec : -S : coefficient de dissymétrie (généralement égal à 2/3).

-d : débit à l'année d'horizon

- Q_{adm} : débit admissible par voie.

V- APPLICATION AU PROJET :

Les données de trafic :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la DTP (Direction Travaux Public) de la Wilaya de BATNA sont les suivants :

- Le trafic à l'année 2018 - TMJA₂₀₁₈ = 9000 v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté τ = 4%
- Le pourcentage de poids lourds Z = 29%
- L'année de mise en service 2022
- La durée de vie estimée 20 ans
- Catégorie C2
- L'environnement E1(Route plaine)
- Zone Climatique II (Climat humide_ Nord, hauts plateaux- wilaya de Batna).
- CBR = 5 (d'après l'étude géotechnique du DTP BATNA).

1-Projection future du projet :

$$TMJA_h = (1+\tau)^n \cdot TMJA_0$$

$$TMJA_{2022} = (1 + 0.04)^4 \times 9000$$

$$TMJA_{2022} = \mathbf{10529 \text{ v/j}}$$

$$TMJA_{2042} = 10529 \times (1 + 0.04)^{20}$$

$$TMJA_{2042} = \mathbf{23070 \text{ v/j}}$$

2-Trafic Effectief:

$$Teff = [(1-Z) + P \times Z] \times TMJA_h$$

➤ **Année de mise en service**

$$Teff_{2022} = [(1-0.29) + (3 \times 0.29)] \times 10529$$

$$Teff_{2022} = \mathbf{16639 \text{ uvp/j}}$$

➤ **Année horizon**

$$Teff_{2042} = [(1-0.29) + (3 \times 0.29)] \times 23070$$

$$Teff_{2042} = \mathbf{36451 \text{ uvp/j}}$$

3-Débit de Point Horair Normale:

$$Q = 1/ N \times Teff$$

$$Q_{2022} = 0.12 \times Teff = 0.12 \times 16639$$

$$Q_{2042} = 0.12 \times Teff = 0.12 \times 36451$$

$$Q_{2019} = \mathbf{1997 \text{ uvp/h}}$$

$$Q_{2039} = \mathbf{4374 \text{ uvp/h}}$$

4-Débit Horaire Admissible:

C'est le débit admissible que peut supporter une route :

Le débit que supporte une section donnée

K1 : coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E1 (d'après le B40)

K2 : coefficient correcteur pris égala 1.00 pour environnement (E1) et catégorie (C2) (d'après le B40)

Cth : capacité théorique Cth= 1800(d'après le B40 pour E1, C2 et pour une chaussée à 2 voies)

$$Q_{adm} = 0,75 \times 1.00 \times 1800$$

$$Q_{adm} = \mathbf{1350 \text{ uvp/h /sens}}$$

5. -Calcul Nombre des Voies :

$N = S \times Q / Q_{adm}$ Cas d'une chaussée unidirectionnelle

S : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3

$$N = (2/3) \times (4374/1350)$$

$$N = 2.16 = \mathbf{2 \text{ voie /sens.}}$$

6-Calcul de l'année de saturation de 2x2 voies.

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

$$Q_{saturation} = 4 \times 1350 = 5400 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{saturation} = (1+\tau)^n \times Q_{2022}$$

$$Q_{saturation} = (1+\tau)^n \times Q_{2022} \Rightarrow n = \frac{\ln\left(\frac{Q_{sat}}{Q}\right)}{\ln(1+\tau)} = \frac{\ln\left(\frac{5400}{1350}\right)}{\ln(1+0.04)}$$

$$= 35.34 \text{ ans} \quad \text{donc} \quad \mathbf{n = 36 \text{ ans}}$$

D'où notre route sera saturée dans 36 ans après la mise en service donc l'année de saturation est : **Année 2058.**

TMJA ₂₀₂₂	10529 v/j
TMJA ₂₀₄₂	23070 v/j
Teff ₂₀₂₂	16639 uvp/j
Teff ₂₀₄₂	36541 uvp/j
Q ₂₀₂₂	1997 uvp/j
Q ₂₀₄₂	3474 uvp/j
Q _{adm}	1350 uvp/j
Q _{sat}	5400 uvp/j
N	2 voies

Tableau récapitulatif des résultats

VI-CONCLUSION :

La capacité théorique est de : 1800 uvp/h, donc selon la norme B40, notre route sera bidirectionnelle (2x2voies) de 7 m de largeur chacune et d'un accotement d'une largeur de 2.00 m de chaque côté droit et d'un TPC de 2.00m.

CHAPITRE III

SECURITE & CARACTERISTIQUE GEOMETRIQUE

I-LES PARAMETRE DE BASE POUR LES ETUDES DE TRACE :

En dehors de la demande du trafic à satisfaire et de l'évolution des caractéristiques géométriques, il est nécessaire de connaître les vitesses pratiquées sur un tracé projeté car ces dernières constituent le facteur déterminant.

II-VITESSE DE REFERENCE DES VEHICULES LEGRS « VVL » ET DES POIDS LOURDS « VPL » :

La vitesse de référence des véhicules légers « VVL » d'une section de route est la vitesse qui permet de définir les caractéristiques minimales d'aménagement de ces points particuliers.

Le respect des conditions liées à cette vitesse minimale permet de garantir l'homogénéité. La vitesse de référence des poids lourds « VPL » d'une section de route est la vitesse qui permet de définir les caractéristiques limites des rampes, le choix de la vitesse de référence dépend :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie et Condition économique d'exécution et d'exploitation.

Environnement		Catégorie		
		E.1	E.2	E.3
Caté.1	V _{VL}	120	100	80
	V _{PL}	40	35	30
Caté.2	V _{VL}	120	100	80
	V _{PL}	40	35	30
Caté.3	V _{VL}	120	100	80
	V _{PL}	35	30	25
Caté.4	V _{VL}	100	80	60
	V _{PL}	30	25	20
Caté.5	V _{VL}	80	60	40
	V _{PL}	/	/	/

Tableau III-1- VVL et VPL en fonction de Caté et E sur B40.

III- PARAMETRE CINEMATIQUE :

On doit donner à un conducteur en cas de freinage d'urgence une distance de visibilité suffisante qui lui permettra de freiner sans qu'il ait un risque de danger.

IV- DISTANCE MINIMALE DE FREINAGE :

La distance minimale de freinage « Dmf » est le paramètre fondamental pour déterminer les distances de visibilité dans les virages en plan et dans les courbes verticales du profil en long.

$$\frac{1}{2}mv^2 = p \cdot f \cdot d_0 \Rightarrow d_0 = \frac{v^2}{2gf} = \frac{v^2}{254f}$$

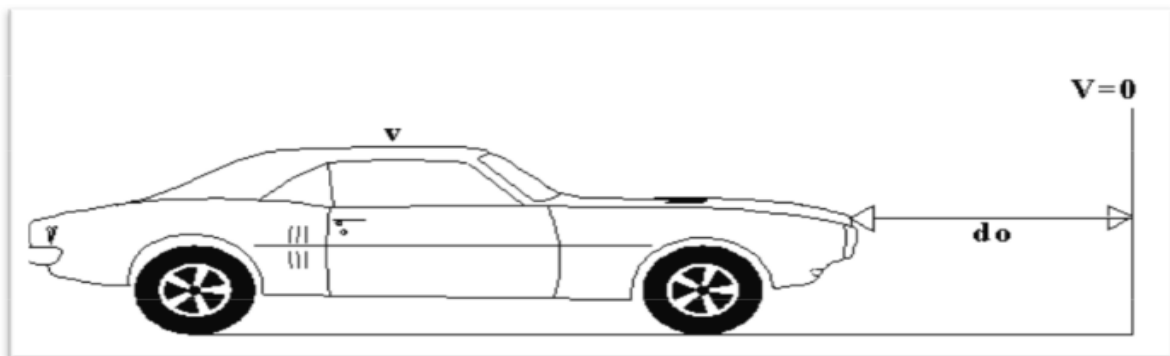


Fig. III.1: Distance de Freinage.

Dans le cas général, la route est déclinée c'est-à-dire elle est en rampe ou en pente

Dans ce cas, la formule de d_0 :

$$d_0 = \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

f : coefficient de frottement longitudinal.

i : déclivité de la route en %

v : vitesse (km/h).

En palier (i=0) on aura

$$d_o = \frac{V^2}{254 * f}$$

En rampe (montée)

$$d_o = \frac{V^2}{254 * (f + i)}$$

En pente (descente)

$$d_o = \frac{V^2}{254 * (f - i)}$$

Le coefficient de frottement longitudinal f varie avec l'état des pneus et l'état de la chaussée comme il peut varier avec la vitesse du véhicule.

Vitesse (km/h)	40	60	80	100	120
Catégorie 1.2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33
Catégorie 3.4.5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36

Tableau III-2-Coefficient de Frottement longitudinal f en Fonction de la Vitesse (B40).

V- DISTANCE D'ARRET :

1-TEMPS DE PERCEPTION-REACTION :

Avant le freinage à l'apparition d'un obstacle, il s'écoule un certain temps **tp** pendant lequel le conducteur :

- Perçoit l'existence de l'obstacle c'est à dire, il prend conscience de cette apparition, et de la nécessité de freiner au maximum.
- Réagit en actionnant ses freins (porte ses pieds sur la pédale de frein).

Ce temps t_p est appelé le temps de perception-réaction. La norme divise ce temps en deux parties :

- Le temps physiologique moyen c'est-à-dire le temps au cours duquel l'œil transmet les informations au cerveau et à son tour donne l'ordre d'agir qui est de **1.5 à 1.3s**.
- Le temps mort mécanique c'est-à-dire celui qui permet l'entrer en action des freins qui est de **0,5 s**.

On aura en fin de compte un temps de perception-réaction égale à :

- ❖ $t_p = 1.8s$ si $V \geq 100$ km/h.
- ❖ $t_p = 2s$ si $V < 100$ km/h.

2-DISTANCE D'ARRET EN ALIGNEMENT DROIT :

La distance de visibilité d'arrêt est la distance nécessaire à l'arrêt d'un véhicule à l'approche d'un obstacle éventuel. Cette distance est la somme de deux distances.

❖ **OBSTACLE IMMOBILE :**

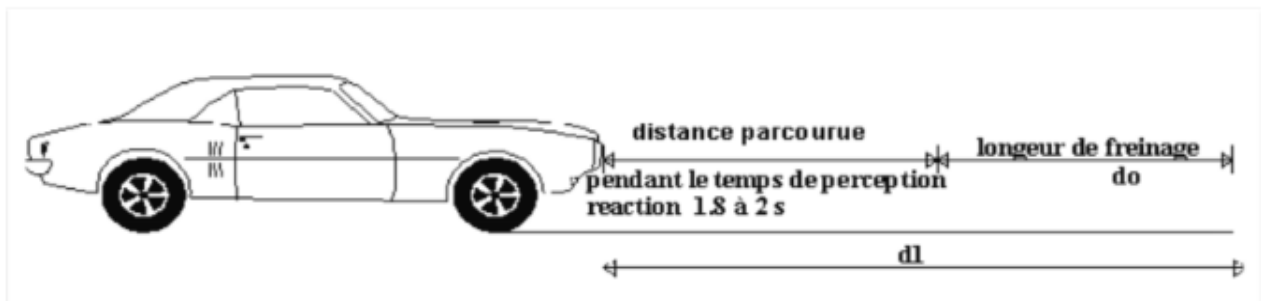


Fig. III.3: Obstacle Immobile.

La distance d'arrêt d_1 est égale à la somme de :

- La distance de freinage d_0 déterminée précédemment.
- La distance parcourue pendant le temps de perception-réaction

$$d_1 = d_0 + \frac{V}{3.6} * t_p$$

Avec :

- t_p : temps de perception –réaction.
- d_0 : distance de freinage.
- v : vitesse de référence.

Donc on aura :

$$d_1 = \frac{V^2}{254(f \pm i)} + 0.50 * V \quad \text{Pour } V \geq 100 \text{ km/h}$$

$$d_1 = \frac{V^2}{254(f \pm i)} + 0.55 * V \quad \text{Pour } V < 100 \text{ km/h}$$

❖ **OBSTACLE MOBILE :**

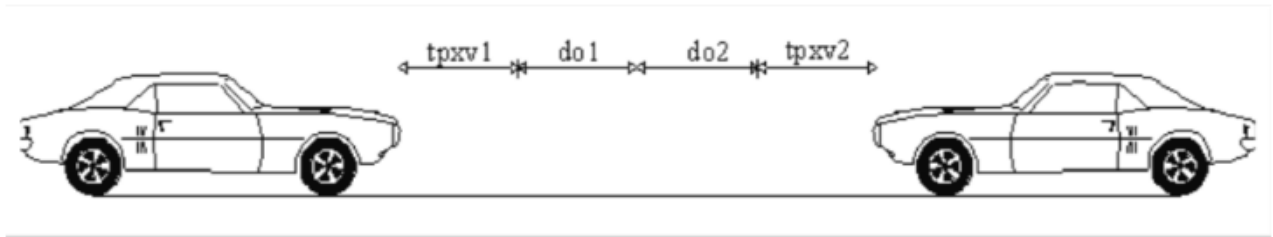


Fig. III.4: Obstacle mobile.

$$\left\{ \begin{array}{l} d_2 = \frac{V^2_1}{254 \times (f \pm i)} + 0.50 \times V_1 + \frac{V^2_2}{254 \times (f \mp i)} + 0.50 \times V_2 \quad \text{Si } V \geq 100 \text{ km/h} \\ d_2 = \frac{V^2_1}{254 \times (f \pm i)} + 0.55 \times V_1 + \frac{V^2_2}{254 \times (f \mp i)} + 0.55 \times V_2 \quad \text{Si } V < 100 \text{ km/h} . \end{array} \right.$$

➤ Si $V_1=V_2=V$ On' a :

$$\begin{cases} d_2 = \frac{V^2}{127 \times (f \pm i)} + V & \text{Si } V \geq 100 \text{ km/h} \\ d_2 = \frac{V^2}{127 \times (f \pm i)} + 1.1V & \text{Si } V < 100 \text{ km/h.} \end{cases}$$

Avec :

V : vitesse de référence (km/h)

f : coefficient de frottement longitudinal

i : devers.

VI-DISTANCE DE VISIBILITE DE DEPASSEMENT ET DE MANOUVRE :

Selon la norme B40 on distingue deux distances de visibilité de dépassement servant de base aux calculs de la géométrie des routes à voies de dépassements.

1-DISTANCE DE VISIBILITE DE DIPASSEMENT MINIMAL « Ddmin » : La distance de visibilité de dépassement est égale au double de la distance parcourue par un véhicule rapide pendant la durée de dépassement. Selon B40.

Les différentes valeurs de « Ddmin » sont données dans le tableau suivant.

Vitesse (km/h)	40	60	80	100	120
Ddmin (m)	150	250	325	425	550

Tableau III.3 : Variations des « Ddmin » en Fonction de la Vitesse.

2-DISTANCE DE VISIBILITE DE MANŒUVRE DE DEPASSEMENT :

La distance de manœuvre de dépassement sert à calculer le rayon minimal de courbure du profil en long au sommet.

Vitesse (km/h)	40	60	80	100	120
Dmd (m)	70	120	200	300	425

Tableau III.4 : selon B40 les valeurs de « Dmd » en mètre en fonction de la vitesse

VII-DICTENCE DE SECURITE ENTRE REUX VEHICULES (Ds) :

C'est la distance de sécurité entre deux véhicules. C'est l'espace nécessaire entre deux véhicules circulent dans le même sens, sur la même voie et la même vitesse afin d'éviter la collision en cas où la première action les freins au maximum :

$$Ds = \left(\frac{v}{3.6} tp\right) + L$$

Avec : tp : temps perception réaction (sec).

V : vitesse de véhicule (Km/h). (Même vitesse).

L : Longueur de véhicule en moyenne (8m).

Tableau II.6 : valeur de distance de sécurité (m) en fonction de la vitesse (km/h).

Vitesse (km/h)		40	60	80	100	120	
En Algérie	Cat 1 et 2	E1 et E2	30	41	52	58	68
		E3	28	38	48	58	68
Ds	Cat 3 et 4 et 5		30	38	48	58	58

Remarque : la géométrie d'une route est fondamentalement caractérisée par trois notions :

- ❖ **Tracé en Plan (voire CHAPITRE V).**
- ❖ **Profil en Long (voire CHAPITRE VI).**
- ❖ **Profil en Travers (voire CHAPITRE VI).**

VIII-APPLICATION AU PROJET :

Sur le Tableau III.1 : Catégorie 2 Environnement (E1)

$$VVL=100\text{Km/h} \quad VPL=40\text{Km/h}$$

III.1.4.1) Distance de freinage :

On a catégorie 2 ; vitesse = 100 km/h ; $f = 0.36$ sur Tableau III.2

Donc en remplace dans la formule : $d_0 = \frac{v^2}{254 * f} = \frac{(100)^2}{254 * 0.36} = \mathbf{110m}$

III.1.4.2) Distance d'arrêt en alignement droit :**❖ Obstacle immobile :**

$v = 120 \text{ km/h}$, $d_0 = 158\text{m}$ et $t_p = 1.8\text{s}$.

$$d_1 = d_0 + \frac{v}{3.6} * t_p = 158 + \frac{100}{3.6} * 1.8 = \mathbf{208m}$$

❖ Obstacle mobile :

$$d_2 = \frac{v^2}{127 * f} + v = \frac{(100)^2}{127 * 0.36} + 100 = \mathbf{318m}$$

III.1.4.3) Distance de visibilité de dépassement minimale :

Sur le Tableau III.3 : $D_{\text{min}} = \mathbf{425m}$

III.1.4.4) Distance de visibilité de manœuvre de dépassement « Dmd » :

Sur le Tableau III.4 : $D_{\text{md}} = \mathbf{300m}$

III.1.4.5) Distances de sécurité entre deux véhicules (Ds) :

$L = 8\text{m}$ (Longueur de véhicule en moyenne (8m)).

$t_p = 1.8\text{s}$ (temps perception réaction (sec)).

$V = 100 \text{ Km/h}$ (vitesse de véhicule (Km/h)).

$$D_s = \frac{v}{36} * t_p + L = \frac{100}{36} + 1.8 + 8 = \mathbf{13m}$$

CHAPITER IV

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

I-INTRODUCTION :

Les qualités que doit présenter, une chaussée moderne sont très nombreuses, les plus importantes pour l'utilisateur sont : la sécurité et le confort.

La sécurité est assurée si le conducteur est en mesure de freiner à tout instant.

Le confort sera parfait, si le profil de la chaussée est exempt de toute irrégularité ; qui risquerait d'engendrer des oscillations verticales incommodes à la carrosserie ou à des roues

La chaussée sera durable, si sous l'effet du trafic, freinage et en virage restent possibles dans les mêmes conditions durant de nombreuses années.

La qualité de la construction de chaussées joue un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

II-LA CHAUSSÉE.**II.1-DEFINITION :**

- **Au sens géométrique** : c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel** : c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges.

II-2-LES DIFFERENTS COUCHES DE CHAUSSEE.

Il existe quatre couches de chaussée :

- Couche de Surface (Couche de Roulement + Couche de Liaison).
- Couche de Base.
- Couche de Fondation.
- Couche de Forme.

II-2-1-COUCHE DE SURFACE.

Cette couche est en contact direct avec le pneumatique des véhicules et la charge extérieure, elle est composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison. Rôle de couche de roulement :

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer la sécurité (adhérence) et le confort.

Rôle de couche de liaison :

- Elle a pour rôle essentielle d'assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

II-2-2-COUCHE DE BASE.

C'est une couche intermédiaire, permet le passage progressif entre couche de roulement et couche de fondation, Elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

II-2-3-COUCHE DE FONDATION.

Elle a le même rôle que celui de la couche de base

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

II-2-4-COUCHE DE FORME.

Elle est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol support.

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

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

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

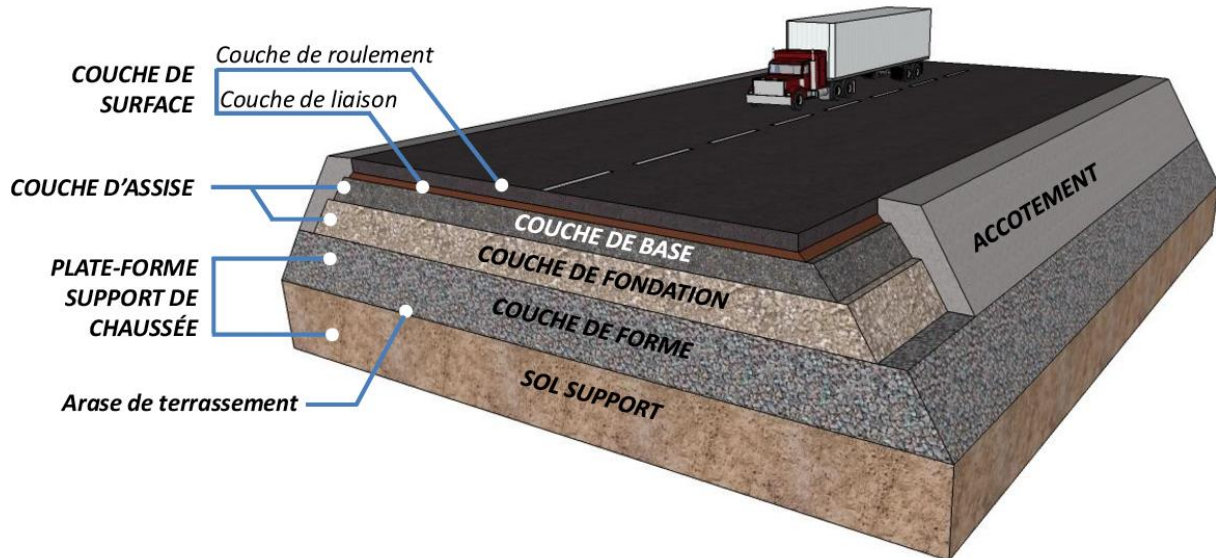


Figure-4-1-Constitution d'une structure de chaussée type.

III-APPLICATION AU PROJET :

III- 2-METHODE DE L'INDICE CBR (California -Bearing -Ration).

Données de projet :

- Année de comptage : 2018
- Le trafic à l'année 2018 -TJMA₂₀₁₈ = 9000 v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 29\%$
- L'année de mise en service sera en 2022
- TMJA₂₀₂₂ = 10529 v/j
- La durée de vie 20 ans.

$$TMJA_{2042} = 23070 \text{ v/j}$$

$$\tau = 4\% \quad CBR = 5$$

$$NPL = 23070 \times 0.29 \times 0.5 = 3345 \text{ PL/J / sens en 2022}$$

$$E = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times \left(75 + 50 \log \frac{NPL}{10}\right)}{CBR + 5} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times \left(75 + 50 \log \frac{3345}{10}\right)}{5 + 5} = 61,30 \text{ cm} \cong 62 \text{ cm}$$

2-1-EPAISSEURE EQUIVALENT :

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

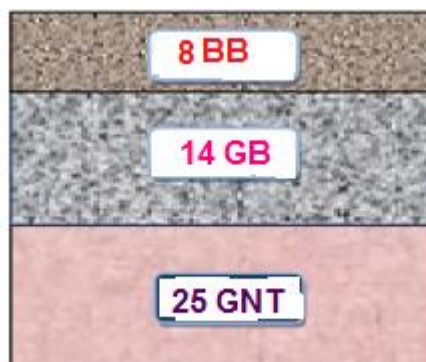
$$E \text{ équivalent} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 \Rightarrow a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 62 \text{ cm}$$

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

- Couche de roulement en béton bitumineux (**B.B**) : $a_1 \times e_1 = 8 \times 2 = 16 \text{ cm}$.
- Couche de base en grave bitume (**G.B**) : $a_2 \times e_2 = 14 \times 1.5 = 21 \text{ cm}$.
- Donc L'épaisseur de la couche de fondation e_3 en (**GNT**) est de : $a_3 \times e_3 = 25 \times 1 = 25 \text{ cm}$

$$E \text{ équivalent} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 8 \times 2 + 14 \times 1.5 + 25 \times 1 = 62 \text{ cm}$$

8BB+14GB+25GNT



- ❖ **BB**: Béton Bitumineux
- ❖ **GB** : Grave Bitume
- ❖ **GNT** : Grave Non Traitée

III-2- METHODE DE CATALOGUE DES CHAUSSEE NEUVES (CTTP) :

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

1-DETERMINATION DU TYPE DE RESEAUX PRINCIPAUX :

On a la classification des réseaux principaux suivante :

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

Tableau-4-1- type de réseau principal

TMJA₂₀₂₂= 10529 v/j.

Donc d’après le tableau notre réseau est du type : **RP1 (Réseaux Principal N°1)**

2-DETERMINATION DE LA CLASSE DE TRAFIC (2×2Voies):

- **Définition du poids lourd** : Un poids lourd (PL) est un véhicule de plus de 3.5 tonnes de poids total autorisé en charge.

$$TPL_i (2 \times 2 \text{voies}) = (TMJA \times Z) \times 0.5 \times 0.90$$

$$TPL_{2022} = (10529 \times 0.29) \times 0.5 \times 0.9 = 1374(\text{PL/ j/sens}).$$

- **Détermination de la classe de trafic (TPL_i) :**

Les classes de trafic (TPL_i) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre PL par jour et par sens à l’année de mise en service. Classe TPL_i pour RP1 :

TPL_i	TPL₃	TPL₄	TPL₅	TPL₆	TPL₇
PL/J/SENS	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

Tableau-4-2- Classe du trafic RP_i

TPL= 1374 (PL/J/SENS) donc la classe est **TPL5**.

3- CLASSE DE PORTANCE DE SOL SOPPORT :

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sol support : S3, S2, S1, S0 : Les valeurs des modules de déformation à la plaque indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E(\text{MPA}) = 5 \times \text{CBR}$$

$E(\text{MPA}) = 5 \times 5 = 25\text{MPA} \Rightarrow$ La classe de portance de sol support est **S3**

Classe du Sol- support	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀
Module(MPA)	25-50	50-125	125-200	>200

Tableau-4-3- Classes de Portance de Sol-Support

Donc la classe de portance de notre sol est **S3** \Leftrightarrow La nouvelle classe de portance du sol est **S2**

Entre S3 et S2 il y'a 40cm, donc en doit ajouter **40 cm (40 TVO)** pour améliorer la couche de forme.

4-LES ZONES CLIMATIQUES :

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

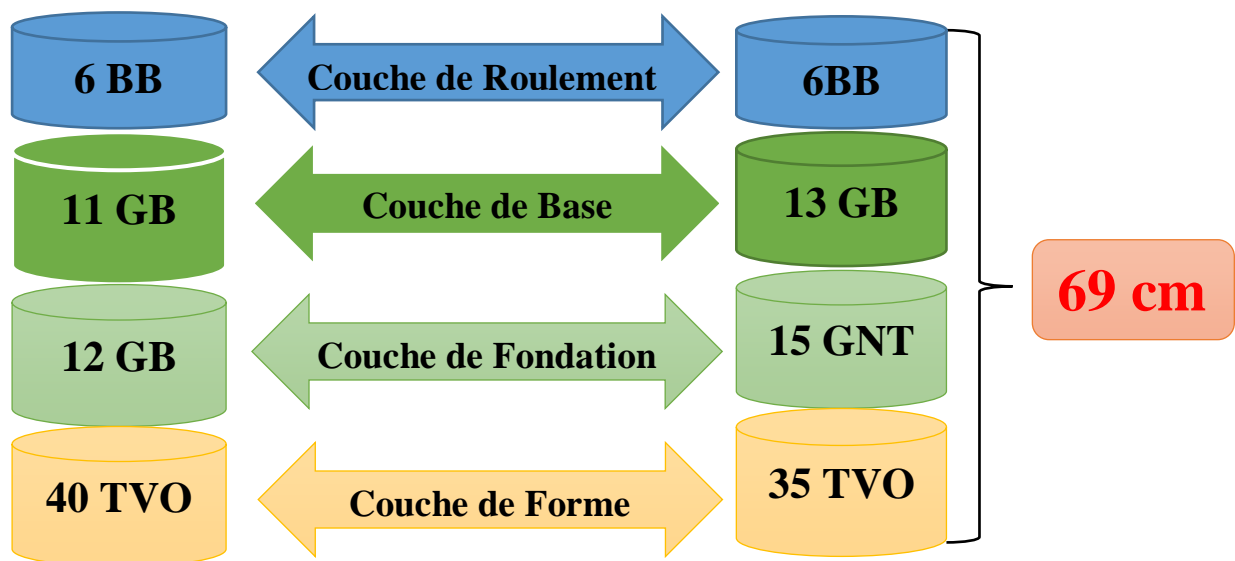
Tableau-4-4- Les zones climatiques de l'Algérie

Pour notre projet la zone climatique et la **zone II** Selon la carte climatique de l'Algérie par conséquent d'après les fiches structures pour le RP1 on obtient la structure suivante :

- **Couche de Roulement = 6BB**
- **Couche de Base = 11GB**
- **Couche de Fondation = 12GB**
- **Couche de Forme = 40 TVO**

$$6 \text{ BB} + 11 \text{ GB} + 12 \text{ GB} + 40 \text{ TVO} = 69\text{cm}$$

Pour des conditions économiques et pour réduire le cout de la réalisation du projet on propose la structure suivante : **6BB + 13GB + 15GNT + 35TVO = 69cm**



Structure des couches à adapter pour le projet

- ❖ **BB** : Béton Bitumineux
- ❖ **GB** : Grave Bitume
- ❖ **GNT** : Grave Non Traité
- ❖ **TVO** : Tous Venant d'Oued

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

Méthode CBR	Méthode de Catalogue CTTP
8BB + 14GB + 25GNT	6 BB + 11 GB + 12 GB + 40 TVO - Catalogue 6BB + 13GB + 15GNT + 35 TVO - Proposée

III-3-Conclusion :

D'après le tableau ci-dessus, on remarque bien que la méthode catalogue CTTP de dimensionnement de chaussée nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante et uniforme pour l'ensemble du tracé, par contre la méthode CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importantes, donc pour plus de sécurité en adapte la méthode de catalogue CTTP.

IV-CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE AU NIVEAUX DU SOL SOPPORT :

Dans cette méthode on calcule les déformations et contraintes sous l'effet d'une roue jumelée du semi-essieu de 13tone, et en doit vérifier que :

$$\epsilon_z < \epsilon_{zadm} \quad \epsilon_t < \epsilon_{tadm}$$

- DEFORMATION ADMISSIBLE SUR LE SOL SOPPORT ($\epsilon_z adm$) :

$$\epsilon_{zadm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCEi)^{-0,235}$$

$$TCEi = TPLi \times 365 \times \frac{(1+\tau)^n - 1}{\tau} \times 0,6$$

TCEi : Trafic Cumulé Equivalent Essieux

A = Coefficient d'agressivité du trafic = 0,6 ⇒ chaussées MTLB (Matériaux Traités au Liant Bitumineux)

$$TCEi = 1374 \times 365 \times \frac{(1+0,04)^{20} - 1}{0,04} \times 0,6 = \mathbf{8,96} \times 10^6$$

$$\epsilon_{zadm} = 22 \times 10^{-3} \times (8,96 \times 10^6)^{-0,235} = \mathbf{\epsilon_{zadm} = 511,24} \times 10^{-6}$$

V-CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE DE TRACTION (ϵ_{tadm}) A LA BASE DES COUCHE BITUMINEUX (GB) :

$$\epsilon_{tadm} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25 \text{ HZ}) \times K_{ne} \times K_{\theta} \times K_r \times K_c$$

Avec :

$\epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{HZ})$: déformation limite à 10^6 cycles à 10°C et 25 HZ (essai de fatigue)

K_{ne} : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.

K_{θ} : facteur lié à la température

K_r : facteur lié au risque et aux dispersions

K_c : facteur lié au calage

$\epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25 \text{ HZ}) = 100 \times 10^{-6}$ déformation sous le grave bitume (GB)

$$K_{ne} = \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b \quad -\frac{1}{b} = 6.84 \quad \Rightarrow \quad b = -\frac{1}{6.84} = -0.146$$

$$K_{ne} = \left(\frac{8.96 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0.146} = \mathbf{0,726}$$

$$\theta_{eq} = 7000 (20^\circ\text{C Zone I et II})$$

$$10^\circ\text{C} = 12500 \Rightarrow$$

$$K_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}} = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = \mathbf{1.336}$$

D'après les catalogues en optaient ;

$$Sh = 3 \text{ cm} \quad SN = 0.45 \quad \mathbf{K_c (\text{calage}) = 1.3} \quad C = 0.02$$

SN : dispersion sur la loi de fatigue

Sh : dispersion sur les épaisseurs (en cm)

C : coefficient égale à 0.02

t : fractile de la loi normale qui est fonction du risque adopté (r%)

$$r = 15\% (\text{le risque}) \Rightarrow t = -1.036 (\text{catalogue})$$

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

$$K_r = 10^{-tb\delta} = 10^{-(-1.036 \times (-0.146) \times 0.609)} = \mathbf{0.809}$$

$$\text{Et adm} = 100 \times 10^{-6} \times 0.726 \times 1.336 \times 0.809 \times 1.3 = \mathbf{102 \times 10^{-6}}$$

	Valeur Calculer	Valeur Admissible	Observation
ϵ_z Sol support	191.8 × 10 ⁻⁶	511.24 × 10 ⁻⁶	Condition vérifier
et GB	99.8 × 10 ⁻⁶	102 × 10 ⁻⁶	Condition vérifier

Structure de base

	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,06	4000	0,35	autre
collé	0,13	7000	0,35	autre
collé	0,15	350	0,25	autre
collé	0,15	350	0,25	autre
collé	0,20	312,5	0,25	autre
	infini	125	0,35	autre

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	4000,0	0,350	0,000	43,3	0,380	0,9	0,659
			0,060	21,4	0,292	59,2	0,578
0,130	7000,0	0,350	0,060	21,4	0,496	20,6	0,578
			0,190	-99,8	-0,917	97,5	0,102
0,150	350,0	0,250	0,190	-99,8	-0,009	298,5	0,102
			0,340	-73,1	-0,011	187,7	0,062
0,150	350,0	0,250	0,340	-73,1	-0,011	187,7	0,062
			0,490	-65,9	-0,017	132,8	0,039
0,200	312,5	0,250	0,490	-65,9	-0,014	143,9	0,039
			0,690	-76,0	-0,023	109,1	0,023
infini	125,0	0,350	0,690	-76,0	-0,002	191,8	0,023

Tableaux-4-5-Vérification avec logiciel ALIZE.

VI-CONCLUSION GENERALE :

Nous remarquons que les deux conditions ($\epsilon_t < \epsilon_t \text{ adm}$ et $\epsilon_z < \epsilon_z \text{ adm}$) sont vérifiées, ce qui signifie que notre dimensionnement (**6 BB + 13 GB + 15GNT + 35 TVO**) est juste, et ce dernier permettra l'évitement aux lignes d'influence des charges engendrées par le passage des poids lourds à atteindre la déformation du sol support.

CHAPITRE V

TRACE EN PLAN

I- DEFINITION :

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontal, Il est constitué en général par une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif. Ce tracé est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer une bonne sécurité.

II- REGLE A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN :

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

III- VITESSE DE REFERENCE (DE BASE) :

La vitesse de référence (VB) c'est le paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief, etc....).

1-CHOIX DE LA VITESSE DE BASE :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de la route.
- L'importance et genre de trafic.
- La topographie.
- Condition économique d'exécution et d'exploitation.

IV-LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence appelée ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier. Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles d'autre part, elle se fait à l'aide des Clothoïdes qui assurent un raccordement progressif par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route.

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- Des alignements droits.
- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement progressives (clothoïdes).

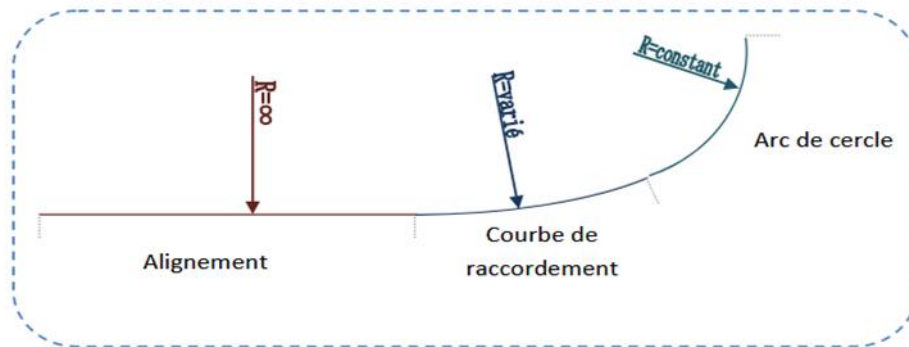


Fig. V-1 : Les Eléments du tracé en plan

IV-1-ALIGNEMENT DROITS :

Il existe une longueur minimale d'alignement **L_{min}** qui devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles.

Une longueur maximale **L_{max}** est prise égale à la distance parcourue pendant soixante (60) secondes.

$$L_{max} = 60 \times \frac{V_B}{3.6}$$

$$L_{min} = 5 \times \frac{V_B}{3.6}$$

V_B : vitesse de base en km/h.

IV-2-ARCS DE CERCLES :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Pour cela on essaie de choisir des rayons les plus grands possibles pour éviter de descendre en dessous du rayon minimum.

-**Stabilité 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'intérieur du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente.

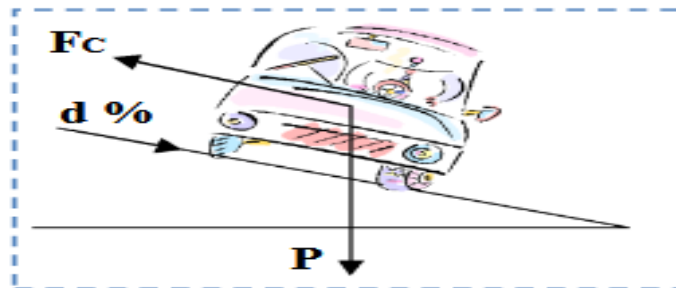


Fig-V-2 : Stabilité en Courbe

FC : Force Centrifuge.

d% : dévers.

P : Poids.

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

IV-2-1-RAYON HORIZONTAL MINIMAL ABSOLU (RHM) :

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal

Ft : coefficient de frottement transversal **Vr** : Vitesse de référence

$$RH \text{ min} = \frac{Vr^2}{127 (ft + dmax)}$$

IV-2-2-RAYON HORIZONTAL NORMAL (RHN) :

Le rayon horizontal minimal normal doit permettre à des véhicules de rouler en sécurité.

$$RHN = \frac{(Vr + 20)^2}{127 (ft + d \text{ max})}$$

IV-2-3-RAYON AU DEVERS MINIMAL (RHd) : C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et telle que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse V_r serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

Dévers : $d_{\min} = 2.5\%$ en catégorie 1-2 $d_{\min} = 3\%$ en catégorie 3-4

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

IV-2-4-RAYON MINIMAL NON DEVERSE (RHnd) : C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse V_r une courbe de devers égal à d_{\min} vers l'extérieur reste inférieur à la valeur limitée.

Avec :

$$f' = 0.06 \text{ cat 1 et 2}$$

$$f' = 0.07 \text{ cat 3 et 4 E1}$$

$$f' = 0.075 \text{ cat 4 -5 E2 E3}$$

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

IV-2-5-VISIBILITE MASQUEE DANS UNE SINUOSITE : Un virage d'une route peut être masqué de côté intérieur de la courbe par le talus du déblai si la route est en tranchée, par une construction ou un forêt, pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer.

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

Au lieu de cela, une autre solution si d'augmenter le rayon du virage jusqu'à la visibilité soit bonne, mais nous partons de l'idée que le tracer adopter qu'il est nécessaire de « déraser » l'intérieur du virage. En plan, la limite de ce dérasement sera donnée par la projection vertical de la courbe enveloppe des rayons visuel partons de l'œil du conducteur. Le niveau du dérasement tiendra compte du niveau admis de l'œil du conducteur.

Ou du niveau des obstacles à percevoir « objet ou voiture » prendre une marge pour la végétation la largeur et de dérasement et comptée a partir de l'axe de la route, mais le calcul se fait au droit de la trajectoire des véhicule côté intérieure du virage.

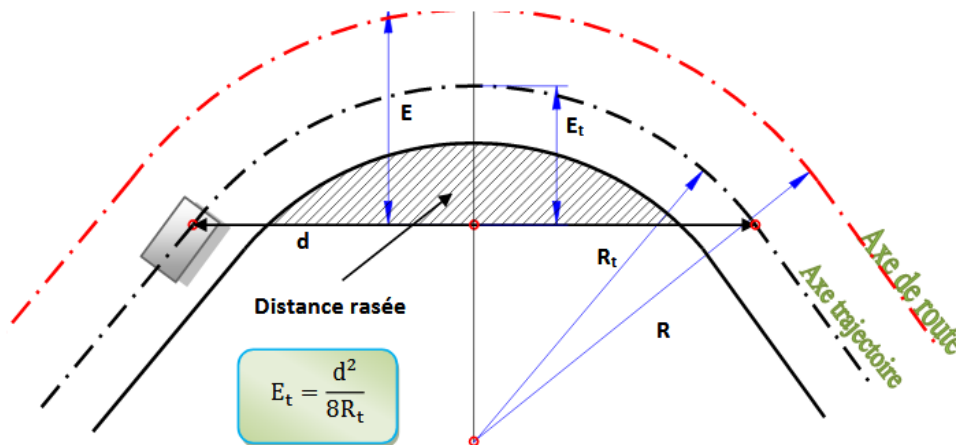


Fig-V-3- Zone de dérasement

Avec : d : longueur de visibilité = Md (chaussée bidirectionnel) et $R_t = R - 2,50m$

$d = d \text{ arrér} = d_1$ (chaussée unidirectionnel) et $E = E_t + 2.50m$

Les distances en question devraient en réalité se mesurer selon l'arc de trajectoire, mais pour simplifier on peut admettre (comme le fait la norme) qu'elles sont mesurées sur la corde de l'arc.

IV-3 –LES COURBES DE RACCORDEMENT :

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du dévers et la condition du confort et de sécurité. La courbe de raccordement la plus utilisée est la Clothoïde grâce à ses particularités, c'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du dévers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de dévers et de la courbure de façon à respecter les conditions de stabilité et de confort dynamique qui sont limitées par unité de temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules.

1-ROLES ET NÉCESSITÉ DES COURBES DE RACCORDEMENT : L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes :

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

2-TYPES DES COURBES DE RACCORDEMENT : Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- 1) **-Parabole cubique :** Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).
- 2) **-Lemniscate :** Cette courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.
- 3) **-Clothoïde :** La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul. La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante de la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

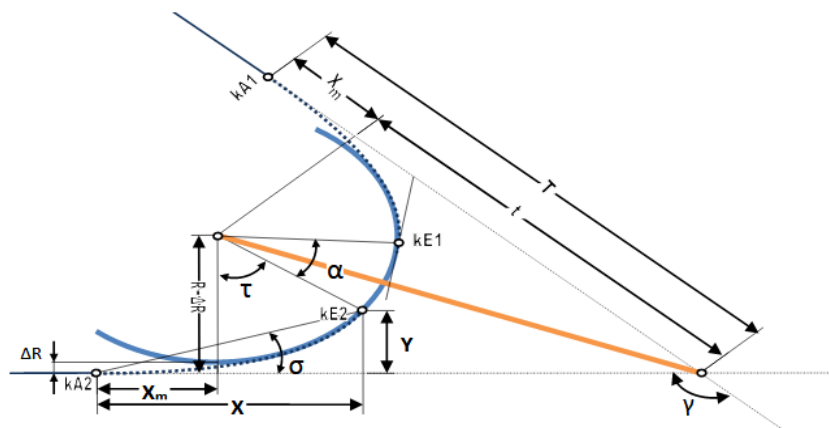


Fig-V-4-Courbe de Raccordement Clothoïde

γ : Angle entre alignement.

T : Grande tangente.

ΔR : Ripage.

KA : Début de clothoïde.

KE : Fin de clothoïde.

σ : Angle polaire.

X_m : Abscisse du centre de cercle.

X : Abscisse de KE.

Y : Ordonnée de KE.

α : Angle d'arc de cercle.

τ : Angle de tangente.

3- LES CONDITIONS DE RACCORDEMENTS :

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

a) **-CONDITION DE CONFORT OPTIQUE :**

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

➤ $R \leq 1500 \text{ m}$ $\Delta R = 0.5\text{m} \approx 1\text{m}$ $L = \sqrt{24R\Delta R}$

➤ $1500 < R \leq 5000 \text{ m}$ $L = R/9$

➤ $R > 5000\text{m}$ $L = 7.75 \sqrt{R}$

b) **-CONDITIONS DE CONFORT DYNAMIQUE :**

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours Δt du raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

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

V_r : Vitesse de référence km/h

R : Rayon en (m)

Δd : Variation de dévers

c)-CONDITION DE GAUCHISSEMENT :

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

$$L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_R$$

L : Longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

Δd : Variation de dévers .

V- PARAMETRES FONDAMENTAUX :

D'après le règlement des normes algériennes **B40**, pour un environnement **E1**, catégorie **C2**, et vitesse de base **$V_B = 100\text{km/h}$** , on définit les paramètres suivants :

Paramètre	Symboles	Valeurs	Unités
Vitesse de Base	VB	100	Km/h
Longueur minimale	Lmin	140	m
Longueur maximale	Lmax	1666	m
Devers minimal	Dmin	2.5	%
Devers maximal	Dmax	07	%
Temps de perception	Tl	1.8	S
Frottement longitudinal	fl.	0.36	–
Frottement transversal	ft	0.11	–
Distance de freinage	d0	111	m
Distance d'arrêt	d1	161	m
Distance de visibilité de dépassement minimale	dm	425	m
Distance de visibilité de dépassement normale	dn	625	m
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	dmd	300	m
RHm	RHm	450 (7%)	m (%)
RHn	RHn	650 (5%)	m (%)
RHd	RHd	1600 (2.5%)	m (%)
RHnd	RHnd	2200 (-2.5%)	m (%)
Condition de Confort optique	Cop	103	m
Condition de Confort dynamique	Cdyn	44	m
Condition de gauchissement	Cg	133	m

Tableaux des paramètres du tracé en plan selon B40

VI-APPLICATION AU PROJET :

Calcul de Clothoïde Selon ARP (Aménagement des Routes Principales).

$$V_r = 100 \text{ km/h}$$

$$R_m = 425\text{m} \quad R_{nd} = 1300\text{m} \quad R_{dm} = 900\text{m}$$

$$\text{On prend} \quad R = 700\text{m}$$

La formule de la longueur de Clothoïde des routes :

Profil en Traves	Longueur de Clothoïde
Route à 2 voies	$L = \inf (6R^{0.4}, 67\text{m})$
Route à 3 voies	$L = \inf (9R^{0.4}, 100\text{m})$
Route à 2×2voies	$L = \inf (12R^{0.4}, 133\text{m})$

$$L = \inf (12R^{0.4}, 133) = \inf (165, 133) \Rightarrow L = 133\text{m}$$

N°	Rayon (m)	Longueur de Clothoïde (m)
1	500	133
2	900	133
3	1200	133

- ❖ D'après ARP la longueur de Clothoïde est toujours égale à $L = 133 \text{ m}$ pour les rayons qui sont supérieures à 500 m .

CHAPITRE VI

PROFIL EN LONG & PROFIL EN TRAVERS

PROFIL EN LONG

I-DÉFINITION :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci. C'est en général une succession d'alignement droit (rampes et pentes) raccordés par courbe circulaires. Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturelle
- L'altitude du projet
- La déclivité du projet ... etc.

II-REGLES A RESPECTER DANS LE PROFIL EN LONG :

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

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

- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

III-DECLIVITE :

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

1-DECLIVITE MINIMAL : Les tronçons de route absolument horizontaux, dits (palier) sont à éviter si c'est possible, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales. La pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par les fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. Déclivité minimale : $I_{min} = 0,5\%$, de préférence 1% .

2-DECLIVITE MAXIMAL : Du point de vue technique, la déclivité max dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée, ainsi que la réduction des vitesses qu'elle provoque.

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

- La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max).

Donc, La déclivité maximale dépend de :

- ❖ Condition d'adhérence.
- ❖ Vitesse minimum de PL.
- ❖ Condition économique.

<i>Vr(km/h)</i>	40	60	80	100	120	140
<i>I_{max} %</i>	8	7	6	5	4	4

Pente Maximale en Fonction de la Vitesse de Référence (B40)

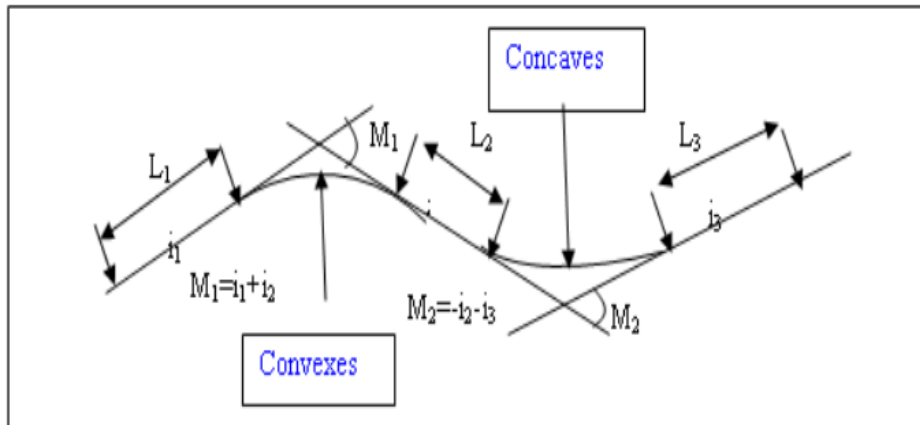
Pour notre projet Vr = 100 km /h

I_{max} = 5%

IV-RACCORDEMENT PROFIL EN LONG :

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

- Les raccords en angle saillant (convexes).
- Les raccords en angles rentrants (concaves).



1. RACCORDEMENT CONVEXES (Angle Saillant) : Les rayons minimums admissibles des raccords paraboliques en angles saillants sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part. La conception des raccords convexes doit satisfaire les conditions suivantes :

a) – CONDITION DE CONFORT : Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle sera soumis le véhicule lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe.

Limitation de l'accélération verticale : $g/40$: pour C 1 -2 $g/30$: pour C 3-4-5

$$Vr^2/Rv < g/40 \text{ Pour } g=10\text{m/s} \quad Rv \text{ min} = 0.3 Vr^2 \text{ pour cat 1-2 et } 0.23Vr^2 \text{ pour cat 3-4}$$

$$RV_{min} = 0.3 V_R^2$$

Avec : Rv : rayon vertical (m). Vr : vitesse référence (Km/h).

b) – CONDITION DE VISIBILITE : Elle intervient seulement dans les raccords des points hauts comme conditions supplémentaires à celle de confort. Il faut que deux véhicules circulent en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$RV = \frac{d_0^2}{2} (h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 \times h_1})$$

d_0 : distance d'arrêt (m). h_0 : hauteur de l'œil (m). h_1 : hauteur de l'obstacle (m).

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

$$R'V = \frac{d_0^2}{(1.5 + 0.035 \times d_0)}$$

d_0 : distance d'arrêt (m).

- ❖ **CONDITION ESTHETIQUE :** Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur des distance courts, pour éviter cet effet on impose une minimale ($L > 50$) pour dévers $d < 10\%$ (spécial échangeur).

Catégorie	C2
Environnement	E1
Vitesse	100 km/h
Rayan en angle Saillant Rv	Route Unidirectionnel (2x2voies) Rvm1 (minimal absolu) = 6000m Rvn1 (minimal normal) = 12000m
Rayan en angle Rentrant Rv'	Route Unidirectionnel (2x2voies) R'vm (minimal absolu) = 3000m R'vn (minimal normal) = 4200m
Déclivité maximale Imax%	05%
Hauteur de l'œil	1.10m
Hauteur d'Obstacle	1.20m
Distance d'arrêt	161m

Tableau (VI-1) : Caractéristique des rayons verticaux selon B40

PROFIL EN TRAVERS

V-INTRODUCTION :

Le profil en travers d'une chaussée c'est la coupe perpendiculaire à l'axe de la route sur un plan vertical, la largeur de cette chaussée est en fonction de l'importance et de l'hétérogénéité du tracé à écouler.

On comprend par le débit admissible le trafic prévisible à l'année de saturation, autrement dit : la capacité théorique calculée par un horizon voulu qui tient compte de l'évolution du trafic.

La plateforme des routes comprend : Les chaussées, les accotements latéraux est éventuellement un terre-plein central. Le profil en travers doit être tel qu'il puisse assurer à tout moment l'écoulement du trafic actuel et prévisible dans de bonnes conditions de sécurité et de confort, et ainsi l'évacuation rapide des eaux de pluie.

Il existe deux types de profil en travers qui sont :

1-PROFIL EN TRAVERS TYPE :

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

2-PROFIL EN TRAVERS COURENT :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à distance de chaque 20m. Il indique cote terrain naturel (TN), cote de projet, devers de la chaussée. Selon le terrain naturel il existe trois types de profil en travers : les profils en déblais, profils en remblais, et aussi les profils mixtes.

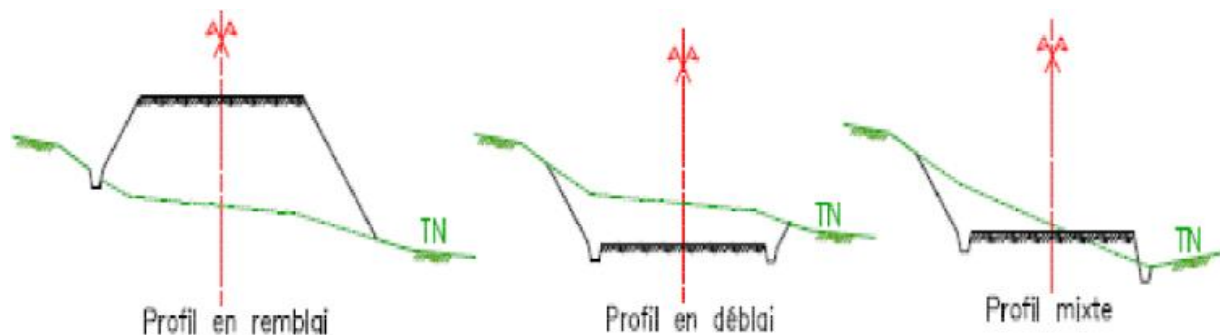
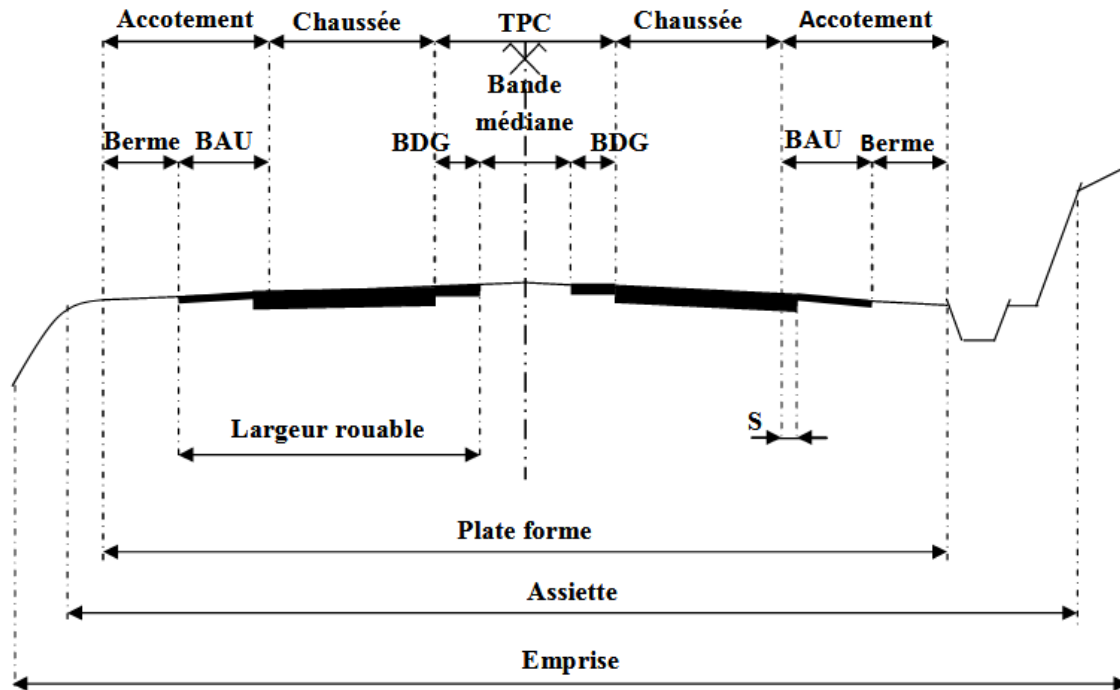


Figure –VI-1- Différents types de profil en travers courant

VI-LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS :**Figure VI-2 : Eléments Constitutifs du Profil en Travers**

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

- LA CHAUSSEE** : Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. Elle doit être revêtue ou non revêtue ou en béton et elle peut être bidirectionnel ou unidirectionnel.
- LA LARGEUR ROULABLE** : Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.
- LA PLATEFORME** : C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de Remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.
- ASSIETTE** : Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de Talus en remblai et crête de talus en déblai.
- L'EMPRISE** : C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la Route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc....), elle Coïncidant généralement avec le domaine public.
- ACCOTEMENTS** : Comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) bordée à l'extérieure d'une berme.

- ❖ **La Bande d'Arrêt d'Urgence (B.A.U)** : Elle facilite l'arrêt d'urgence or chaussé d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.
- ❖ **La Berme** : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations.). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

j) -LE TERRE-PLEIN CENTRAL (T.P.C) : Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

- ❖ **Bande Dérasée de Gauche (B.D.G)** : Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée.
- ❖ **Bande Médiane** : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation, etc...), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implantés.

h) - FOSSE : C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement Provenant de la route, les talus et les eaux de pluie.

- ❖ **Le Talus** : C'est l'inclinaison de terrain qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue. Cette inclinaison exprimée par une fraction (A/B) telle que :

A : la distance sur la base du talus.

B : la hauteur du talus En terre de moyenne cohésion, l'inclinaison de talus est de (3/2) pour les remblais et (1/1) pour les déblais.

VIII-PROFIL EN TRAVER DE NOTRE PROJET :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour notre route (2×2voies) de la RN28 d'après le B40 sera constituée de :

- Deux chaussées de deux voies de 7m chacune : $(2 \times 3.50) \times 2 = 14.00\text{m}$
- Un accotement de 2.00 m à chaque côté droit de la chaussée : $(2.00 \times 2) = 4.00\text{m}$
- Terrain Plain Central (TPC) = **2.00m**

La largeur de la plate-forme de dédoublement de RN 28 (2 x 2voies) est de = **20.00m**

CHAPITRE VII

ETUDE GEOTECHNIQUE

I-INTRODUCTION :

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des sols et des roches qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée. Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs. Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés. Ce qui exige des reconnaissances géotechniques.

II-LES MOYENS DE RECONNAISSANCE :

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

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

a) -L'ETUDE DES ARCHIVES : Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont source précieuse d'informations préliminaires sur la nature des terrains traversés. Les cartes géologiques et géotechniques de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques des formations existantes.

b) -LA RECONNAISSANCE « IN-SITU » : La première reconnaissance visuelle, permet d'arrêter un premier programme de reconnaissance « in-situ » en fonction des sols rencontrés et des problèmes géotechniques pressentis.

c) -LES ESSAIS DE LABORATOIRE : Les essais réalisés en laboratoire sont :

c)-1-LES ESSAIS PHYSIQUE :

- Equivalent de sable ES.
- Limites d'Atterberg.
- Poids spécifique du sol.
- Analyse granulométrique
- Essai au Blue de Méthylène

c)-2-LES ESSAIS MECANIQUE :

- Essai Proctor.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Essai Micro Deval.

1-EQUIVALENT DE SABLE :

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

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

-But de l'essai : cet essai permet de mettre en victoire la proportion de poussière fine nuisible dans un matériau. Et surtout utilisé par les matériaux routiers et les sables à béton. Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les limons et argiles. Cet essai révèle très intéressant au laboratoire et sur chantier grâce à sa simplicité, sa rusticité, son faible coût et sa rapidité.

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

- Classification des sols.
- Etude des sables et sols fins peu plastique.
- Choix et contrôle des soles utilisables en stabilisation mécanique.
- Choix et contrôle des sables à béton.
- Contrôle des sables utilisés en stabilisation chimique.
- Choix et contrôle des granulats pour les enrobes hydrocarbonés.

2-LIMITE D 'ATTERBERG :

Limite de plasticité (Wp), caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plastique. Elle varie de 0% à 100%, mais elle demeure généralement inférieure à 40%. Limite de liquidité (WL), caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide.

$$WL = \omega (N/25)^{0.121} \qquad IP = WL - WP$$

Avec :

WP : Limite de Plasticité

WL : Limite de Liquidité

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

N : nombre de coups.

IP : Indice de Plasticité.

-Principe de l'essai : la détermination de WL et WP nous donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permet de le classer grâce à l'abaque de plasticité de Casagrande.

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

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

3-MASSE VOLUMIQUE ET TENEUR EN EAU :

Teneur en eau : exprime, pour un volume de sol donné, le rapport du poids de l'eau sur le poids du sol sec.

$$\omega = W_w / W_s$$

Masse volumique (γ) c'est la masse d'un volume de sol

$$\gamma = W / V$$

On calcule aussi la masse volumique sèche (γ_d) :

$$\gamma_d = W_s / V$$

-Principe de l'essai : on utilise le principe de la poussée d'Archimède.

En effet, on mesure le volume d'eau déplacé lors de l'introduction d'un certain poids de sol sec, la connaissance du poids des grains solides et de leur volume permet de calculer le poids volumique des grains solides.

-But de l'essai : le but de cet essai est de déterminer au laboratoire expérimental de certaines caractéristiques physiques des sols.

-Domaine d'utilisation : cet essai est utilisé pour classer les différents types de sols.

4-ANALYSE GRANULOMETRIQUE :

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

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

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

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

5- ESSAI DE BLUE METHYLENE :

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

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

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

6-ESSAI PROCTOR :

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

-Principe de l'essai : l'essai consiste à mesurer le poids volumique sec d'un sol disposé en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couche étant compactée avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage. Les grains passants par le tamis de 5 mm sont compactés dans le moule Proctor.

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

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

Proctor normal

Caractéristiques de l'essai	Moule Proctor	Moule CBR
Masse de la dame	2 500 g	2 500 g
Diamètre de la dame	50 mm	50 mm
Hauteur de chute	305 mm	305 mm
Nombre de couches	3	3
Nombre de coups par couche	25	56
Masse approximative par couche	650 g	1 700 g

Proctor modifié

Caractéristiques de l'essai	Moule Proctor	Moule CBR
Masse de la dame	4 500 g	4 500 g
Diamètre de la dame	50 mm	50 mm
Hauteur de chute	457 mm	457 mm
Nombre de couches	5	5
Nombre de coups par couche	25	56
Masse approximative par couche	400 g	1 050 g

7-ESSAI C.B.R (California Bearing Ration) :

On réalise en général trois essais : CBR standard, CBR immédiat, CBR imbibé. On s'intéresse actuellement au CBR imbibé.

-Principe de l'essai : on compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum (Proctor modifié) avec trois (3) énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours. Les passants sur le tamis inférieur à 20 mm dans le moule CBR.

-But de l'essai : l'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.

-Domaine d'utilisation : cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.

8-ESSAI LOS-ANGELES :

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

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

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

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

9-ESSAI MICRO DEVAL :

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

-Principe de l'essai : l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1.6 mm (Tamis de 1.6 mm) produits dans la machine Deval par les frottements réciproques.

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

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

CHAPITRE VIII

ASSAINISSEMENT

I-INTRODUCTION :

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

L'eau c'est le premier ennemi de la route car il pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu l'insécurité de l'utilisateur (glissement, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

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

1-Pour les Chaussées :

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
- Dés enrobage.
- Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un trafic important).
- Décollement des bords.

2-Pour les Talus :

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillements du pied de talus.

Les études hydrauliques inventorient l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

II- OBJECTIFS D'ASSAINISSEMENT :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosion.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée.
- Evacuation des eaux qui s'infiltrant dans le terrain de la plate-forme.

Pour l'évacuation des eaux, plusieurs dispositifs d'assainissement sont nécessaires, tant pour la pérennité de la structure que pour le confort de l'utilisateur de la route.

III-TYPES DE DISPOSITIF D'ASSAINISSEMENT :

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

IV-ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE :

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

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

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

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

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

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

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

4-Drain : Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainante longeant l'autoroute. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements. Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et ce dernier dans les points de rejet.

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

V-DEFINITION DES TERMES HYDROLOGIQUE :

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

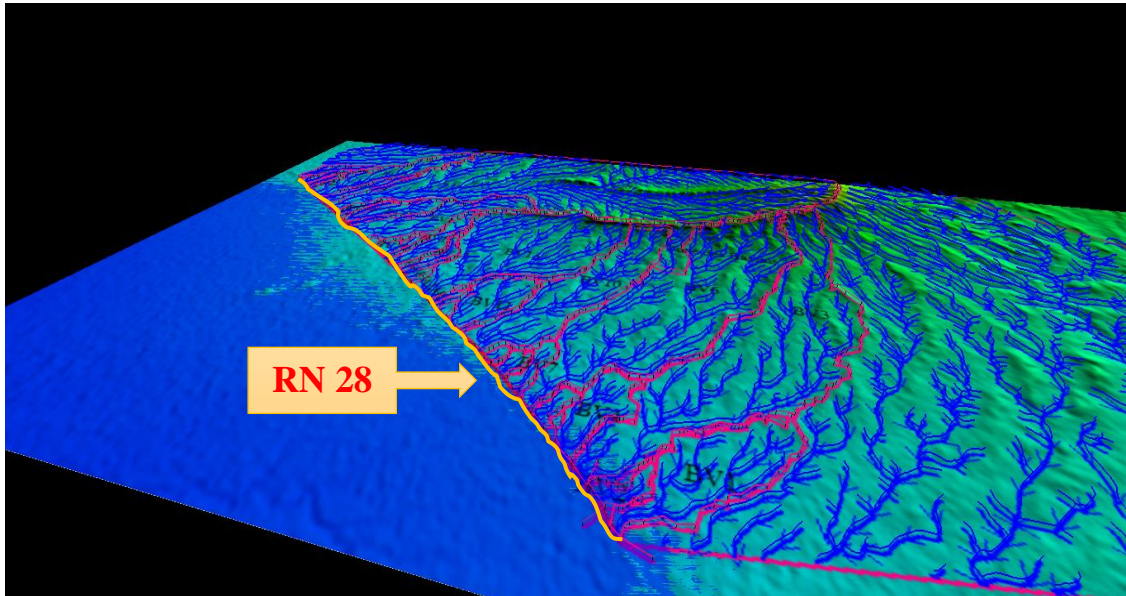


Figure VIII-1-Bassin Versant de la RN 28 (Barika – Belaiba)

b) -Collecteur Principal (Canalisation) : C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

c)-Chambre de Visite (Cheminée) : C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent. Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

d)-Sacs : C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés, par les eaux superficielles.

e) **-Fossés de Crêtes :** C'est un outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

f) **-Décente d'Eau :** Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

g) **-Les Regards :** Ils sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle d'assurer le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

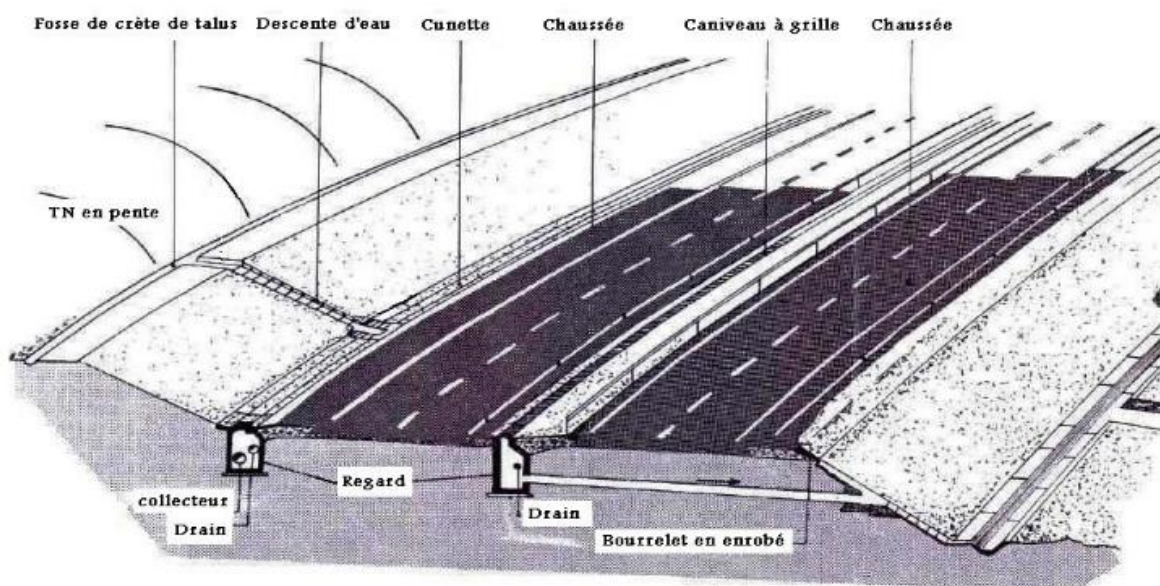


Figure-VIII-2- l'Emplacement des Ouvrages d'Assainissements.

VI-APERCU HYDROGRAPHIQUE DE PROJET :

La section d'étude (RN 28) est traversée par un réseau hydrographique composé de plusieurs Chaabats à écoulement torrentiel temporaire.

Les bassins versants qui alimentent, ces Chaabats se caractérisent par une morphologie pentue en amont et pratiquement plate en aval. Ces bassins sont principalement occupés par des terres de pâturage, terres agricoles et quelques zones hydromorphes.

VI-1-DETERMINATION DES CARACTERISTIQUE MORPHOLOGIQUE DES BASSIN VERSANTS :

La future route est projetée sur les cartes de système **SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)** où seront délimités les bassins Versants et déterminées les surfaces, les longueurs et les déclivités en se servant du logiciel **Globale Mapper**.

VI-2-DETERMINATION DES DEBITS DE CRUE :

Les débits de crue sont calculés pour des bassins versants de superficie inférieure à 200 Km² au moyen de la méthode rationnelle dont l'expression usuelle est donnée par la formule :

$$Q = K \times C \times I \times A$$

Q : Débits de crue de fréquence (m³/s).

K : Coefficient dépend des unités retenues K = 0,278.

C : Coefficient de ruissellement.

I : Intensité moyenne de la précipitation en (mm/h).

A : Superficie du bassin versant (en km²).

VI-3-CHOIX DE LA PERIODE DE RETOURE :

La période de retour **T** à prendre en compte doit, faire l'objet d'une analyse mettant en regard le coût d'investissement de l'infrastructure avec les conséquences d'un débordement pour l'usage, les riverains, les ouvrages routiers (perturbations locales et temporaires de la circulation et situations à risques) et enfin l'impact sur le milieu naturel. En l'absence de ce type d'analyse, il est recommandé d'adopter, une période de retour **centennale (100 ans)**.

VI-4- LE COEFFICIENT DE RUISELLEMENT :

Le Coefficient de ruissellement est donné par la formule suivante : $C = C1 + C2 + C3$

Le coefficient C1 dépend de la pente de talweg **P** : $P < 3,5 \%$ **0,01 – 0,03 – 0,05**

3,5 % < P < 11 % **0,06 – 0,08 – 0,10**

11 % < P < 35 % **0,17 – 0,16 – 0,20**

P > 35 % **0,22 – 0,26 – 0,30**

Les coefficients C2 et C3, qui dépend de la nature du sol et de sa couverture végétale, sont homogènes pour les grand des zones. Leurs valeurs sont les suivantes :

C2 dépend de la nature du sol :

Nature du Sol	Valeurs
Imperméable	0,22 – 0,26 – 0,30
Peu perméable	0,10 – 0,15 – 0,20
Perméable	0,06 – 0,08 – 0,10
Très perméable	0,03 – 0,04 – 0,05

C3 dépend de la couverture végétale :

Couverture Végétale	Valeurs
Rocheux	0,22 – 0,26 – 0,30
Prairie	0,17 – 0,21 – 0,25
Labours – champs	0,07 – 0,11 – 0,15
Forêts et territoire sableux	0,03 – 0,04 – 0,05

VI-5-LE DIBET CAPABLE DES OUVRAGES HYDROLIQUE :

Il s’agit de choisir un ouvrage tel que ses caractéristiques géométriques, son implantation et son fonctionnement hydraulique assurent la transition du débit d’apport dans des conditions satisfaisantes : vitesse d’auto curage et la vitesse maximale vis-à-vis la durabilité des ouvrages.

Pour notre cas la formule de **Manning-Strickler** peut s’appliquer :

$$Q_c = K \times R_h^{2/3} \times P \times S_m$$

$$R_h = S_m / P_m$$

QC : Débit capable en (m³/s).

R_h : Rayon hydraulique en (m).

Sm : Section mouillée en (m²).

Pm : Périmètre mouillé en (m).

P : Pente du radier en (m/m).

K : Coefficient de rugosité de Manning.

Les valeurs des coefficients de rugosité (K) sont représentées dans le tableau suivant :

Ouvrage d'assainissement	En terre	Buses métalliques	Maçonneries	Béton (Dalots)	Béton (Buses préfabriquées)
Coefficient de rugosité (k)	30	40	50	70	80

VI-6-LA SECTION UTILE (Su) : Le taux de remplissage de l'ouvrage hydraulique pour le débit de projet ne doit pas excéder à 0,8 pour laisser un tirant d'air correspond en toute rigueur à la hauteur libre entre la ligne d'eau et la génératrice supérieure de l'ouvrage, Il doit être aménagé pour laisser le passage des corps flottant, qui peuvent au passage sous un ouvrage hydraulique (pont, dalot) s'accrocher et boucher peu à peu les sections d'écoulement.

Su : Section utile de l'ouvrage Su= b x Hu (m²)

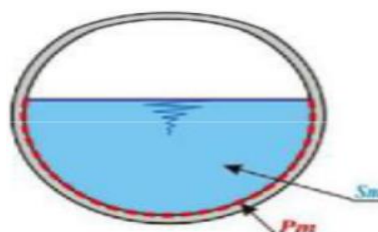
b : Largeur de l'ouvrage (m).

Hu : Hauteur utile (m).

VII-RESULTAS DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DE NOTRE PROJET :

1-Assainissement Transversal (Buse) : Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

BUSE	D	I	K	Sm	Pm	Rh	Qcap
Valeur	1m	1%	80	0.67m²	2.22m	0.30m	2.44 m³/s

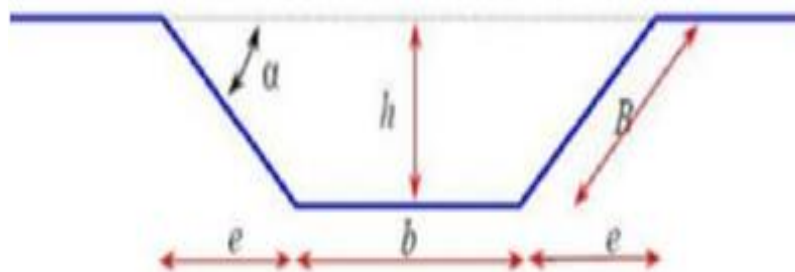


Ouvrage N°	PK	Existant	Proposé (mm)
01	104+580	–	2 Ø 1000
02	104+620	–	1Ø 1000
03	105+420	–	1Ø 1000
04	105+785	–	1Ø 1000
05	106+275	–	1Ø 1000
06	106+550	Dalot	–
07	107+370	–	1Ø 1000
08	108+090	–	4 Ø 1000
09	108+240	–	1Ø 1000
10	108+550	–	1Ø 1000
11	108+820	–	1Ø 1000
12	108+970	–	1Ø 1000
13	109+090	–	2 Ø 1000

Nombres d'assainissement transversal (Buse) pour notre projet

2-Assainissement longitudinal : Pour le dimensionnement de système d'assainissement longitudinal on choisit les faussés, Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Faussée	b	h	e	α	I	K	Sm	Pm	Rh	Qcap
Valeurs	0.5m	0.5m	0.5m	45°	0.50%	70	0.5m ²	1.5m	0.33m	0.75 m ³ /s



Type d'assainissement longitudinal (Faussée) à adapter pour notre projet.

CHAPITRE IX

CUBATURES

I-INTRODUCTION :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, ils ont un objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général. Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers. La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai). Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle (les cubatures des terrassements).

II-DEFINITION :

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprochée et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet. Le profil en long et le profil en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

III-METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :

Les cubatures sont les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul. Le travail consiste à calculer les surfaces (SD) et (SR) pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet. On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

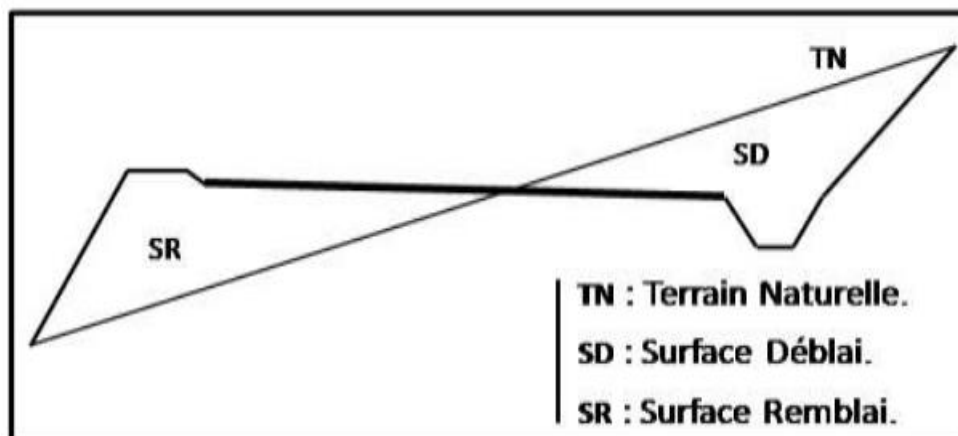
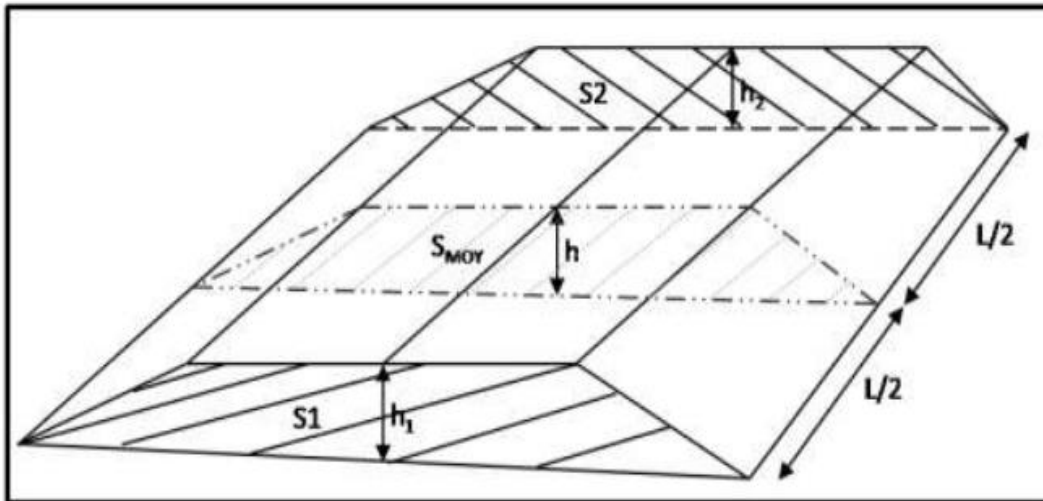


Figure VIII-1-Profil en travers mixte

❖ -FORMULE DE SARRAUS :

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

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



S1 et S2 : les surfaces des sections parallèles.

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

S : la section équidistante des deux bases.

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

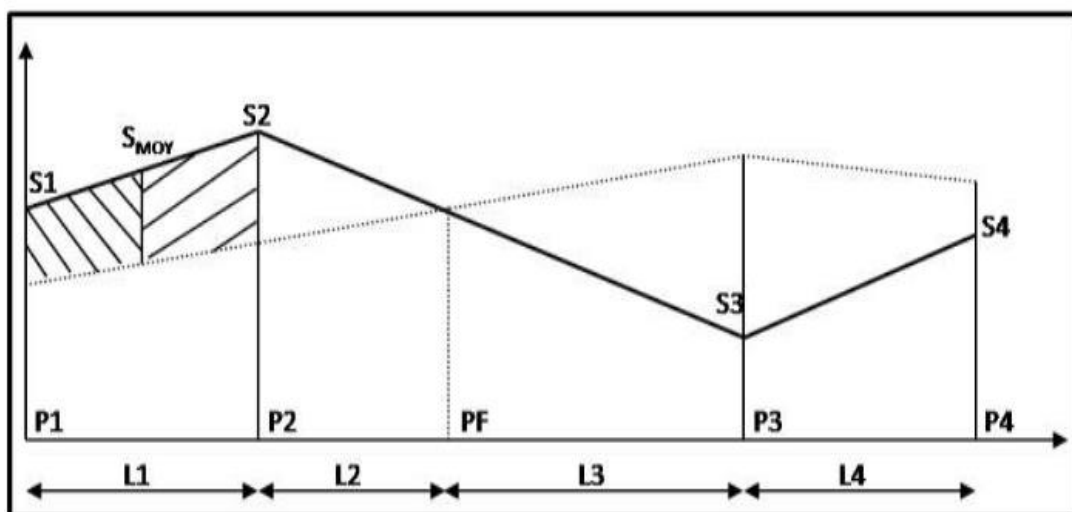


Figure VIII-2. Profil en long

-PF : profil fictif, surface nulle.

- Si : surface de profil en travers Pi.

-Li : distance entre deux profils.

- Smoy : surface intermédiaire.

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

Ceci nous donne : $V_i = (L_i / 2) \times (S_i + S_{i+1})$

Donc les volumes seront comme suit :

Entre P1 et P2 $V_1 = (L_1 / 2) \times (S_1+S_2)$

Entre P2 et PF $V_2 = (L_2 / 2) \times (S_2 + 0)$

Entre PF et P3 $V_3 = (L_3 / 2) \times (0 + S_3)$

Entre P3 et P4 $V_4 = (L_4 / 2) \times (S_3 + S_4)$

Le volume total des terrassements sera :

$$V_{totale} = (L_1 / 2) \times S_1 + (L_2 / 2) \times S_2 + (L_3 / 2) \times S_3 + (L_4 / 2) \times S_4$$

REMARQUE :

Les résultats de calcul des cubatures par COVADIS - AUTOPISTE sont joints dans le tableau suivant.

Matériau	Volume Cumulé
BB	10250.089 tonne
GB	22320.63 tonne
GNT	23688.73 m³
TVO	31708.33 m³
DEBLAI	13880 m³
REMBLAI	3459 m³

Tableau récapitulatif des cubatures des matériaux

CHAPITRE X

SIGNALISATION & ECLAIRAGE

SIGNALISATION

I-INTRODUCTION :

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, la circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles, et compris par tous les intéressés. Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux. La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

II-OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE :

La signalisation routière a pour rôle :

- Rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.
- Rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- Indiquer et rappeler les diverses prescriptions particulières.
- Donner des informations relatives à l'usage de la route.

III-CRITERES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :

Il est indispensable avant d'entamer la conception de la signalisation de respecter certains critères, afin que celle-ci soit bien vue, lue, et comprise :

- Homogénéité entre la géométrie de la route et la signalisation.
- Respecter les règles d'implantation
- Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- Eviter la multiplication des signaux et des super signaux, en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

IV-TYPES DE SIGNALISATION :

On distingue deux types de signalisation :

IV-1-SIGNALISATION ROUTIER VERTICAL (SRV) :

Elle se fait par panneaux, par feux, par balise ce sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme. Elles peuvent être classées dans quatre classes :

a) **-Signaux de danger** : Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à **150 m** en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

b) **-Signaux comportant une prescription absolue** : Panneaux de forme circulaire, on trouve : L'interdiction, L'obligation, et la fin de prescription.

c) **-Signaux à simple indication** : Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

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

d) **-Signaux de position des dangers** : Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.



Figure X- 1-Panneaux Signalisation de danger.

Signalisation d'interdiction et de fin d'interdiction





Figure X- 2-Panneaux de Signalisation d'indication.

IV-1-1-CATEGORIES DES SIGNAUX VERTICAL :

Les différentes signalisations se répartissent en trois catégories,

1-Signaux d'avertissement de danger (type A).

2-Signaux de réglementation, se subdivisant en :

- a.- Signaux de priorité (type B)
- b.- Signaux d'interdiction ou de restriction (type C)
- c.- Signaux d'obligation (type D).

3-Signaux d'indication, se subdivisant en :

- a.- Signaux d'identification des routes (type E)
- b.- Signaux de présignalisations (type E)
- c.- Signaux de direction (type E)
- d.- Signaux de localisation (type E)
- e.- Signaux de confirmation (type E)
- f.- Autres signaux donnant des indications utiles pour la conduite des véhicules (type E)

- g.-Autres signaux indiquant des installations qui peuvent être utiles aux usagers de la route (type F)

❖ IMPLANTATION DES PANNEAUX :

En rase campagne pour les route rapide ou autoroute la distance doit être égale à 400m, par contre dans les zones agglomérées la distance est 150m.

IV-2-SIGNALISATION ROUTIER HORIZONTAL (SRH) :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir et guider les usagers.

On utilise souvent pour ce type de signalisation la peinture, toutes les marques sur chaussées sont blanches. Pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs comme le jaune et l'orange.

Les marques routières de rase campagne sont obligatoirement rétro-réfléchissantes. L'emploi de marques rétro-réfléchissantes est très souhaitable dans les zones agglomérées, même dotées d'un éclairage public, et dans le cas où l'éclairage n'est pas permanent

2-1-CATEGORIES DES MARQUES : On distingue deux types :

1- LES LIGNES LONGITUDINALES :

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

b) -Lignes discontinues : Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles sont de type : (T1, T'1), (T2, T'2) et (T3, T'3) ligne d'avertissement, ligne de rive.

-Discontinues de délimitation de voies (forte prédominance des vides sur les pleins).

-Discontinues d'avertissement (forte prédominance des pleins sur les vides.)

-Discontinues de guidage (vides et pleins approximativement équilibrés)

-Mixtes (Ligne discontinue accolée à une ligne continue) qui ne peuvent être franchies que si, au début de la manœuvre, la ligne discontinue se trouve la plus proche du véhicule et à condition que cette manœuvre soit terminée avant la fin de la ligne discontinue.

Type de Modulation	Langueur du trait(m)	Intervalle entre 2 traits(m)	Rapport Pleins/ vides
T1 T'1	3.00 1.50	10.00 5.00	Environ 1/3
T2 T'2	3.00 0.50	3.50 0.50	Environ 01
T3 T'3	3.00 20.00	1.33 6.00	Environ 03

Tableaux X-1 : Type de modulation des lignes discontinues

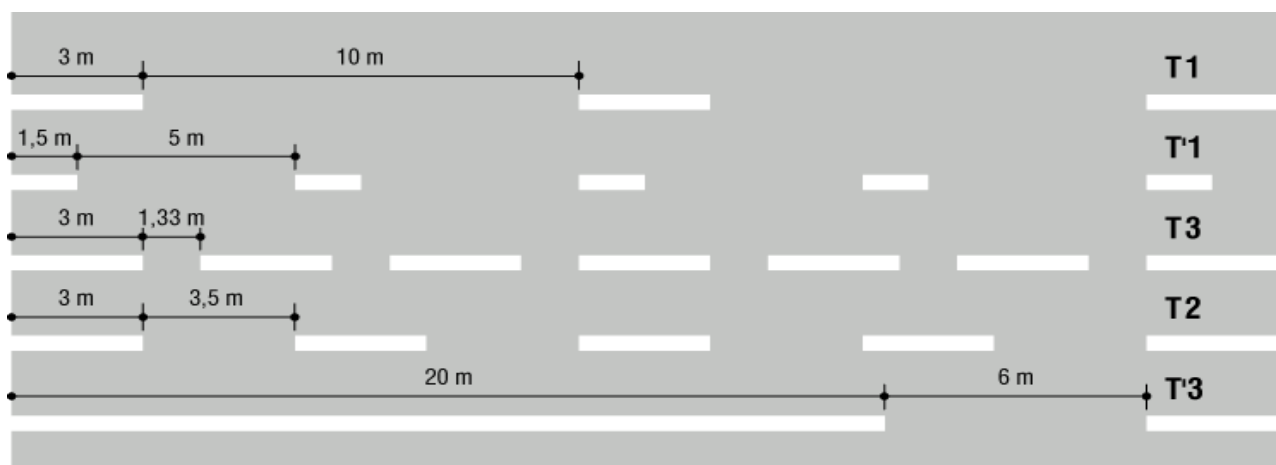


Figure X-3-Type de modélisation

2-MARQUES TRANSVERSALES :

- Ligne « STOP ».
- Ligne « Cédez le passage ».
- Ligne d'effet des signaux.

Les autres marques :

- Passage pour piétons.
- Passage pour cyclistes.
- Flèches de rabattement.

- Flèches de sélection.
- Lignes obliques.
- Marquages relatifs au stationnement.
- Marquages spéciaux.

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

U = 7.5cm sur autoroutes est voies rapides urbaines.

U = 6 cm sur les routes et voies urbaines (route Principale).

U = 5 cm sur les autres routes.

La longueur des lignes Continues sera : $L \geq 30$ m

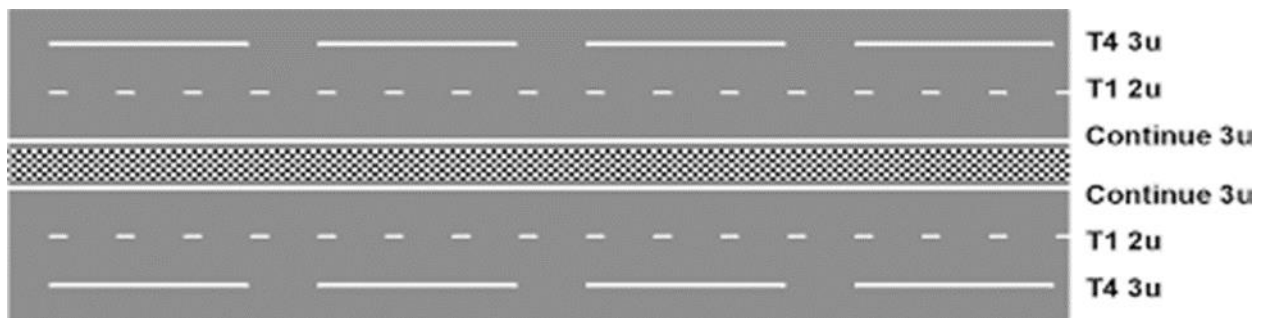


Figure X-4- Schéma des lignes longitudinales pour une route 2x2voies

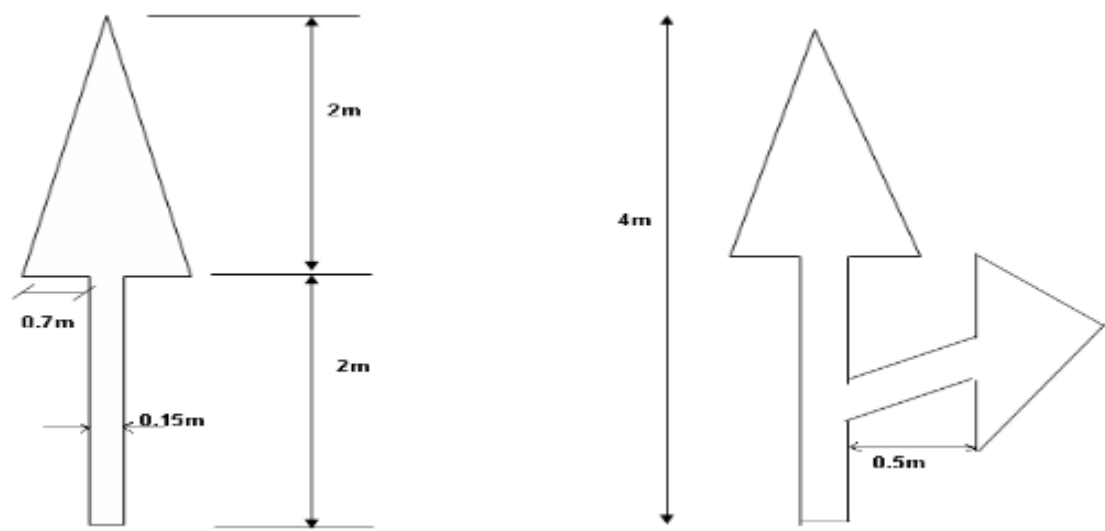
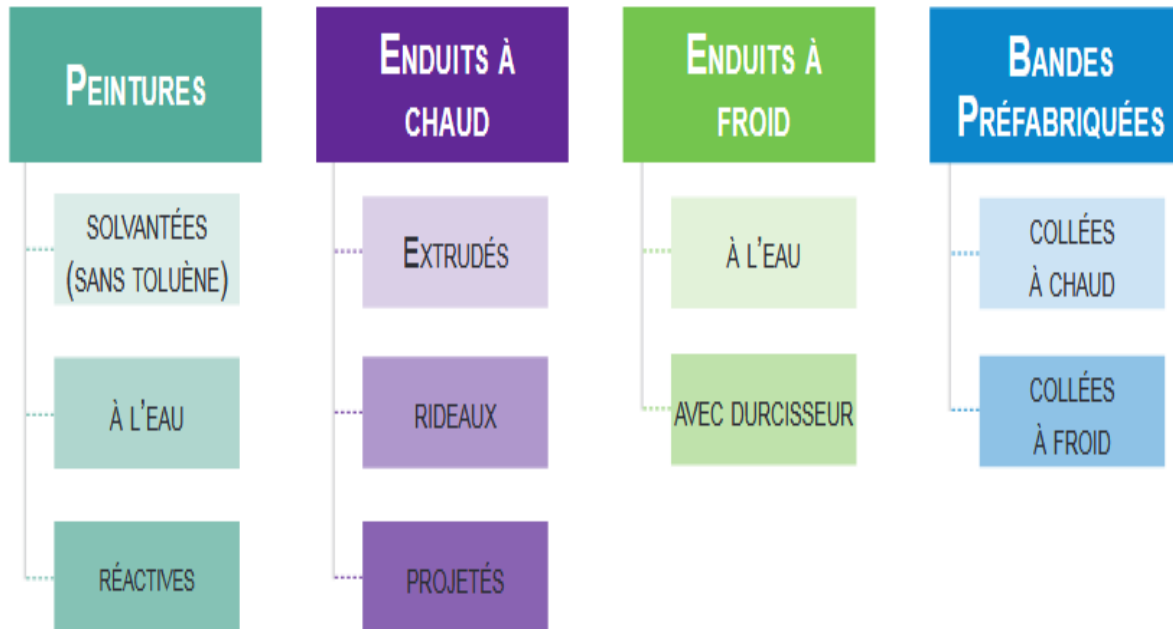


Figure-X-5 -flèches de sélection.

Désignation des marques	Modulation	Largeur
A - Lignes longitudinales axiales		
1-Lignes continues cas general		
Ligne axiale ou de délimitation des voies	Continue	2u (1)
Ligne axiale sur chaussée à 4 voies	Continue	5u
Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies situées hors agglomération, avec deux voies affectées à un sens de circulation et ligne oblique marquant un rétrécissement de route de trois à deux voies	Continue	3u
2- lignes discontinues de type T1		
Ligne axiale ou de délimitation de voie en rase campagne	T1	2u
Ligne axiale ou de délimitation de voie en agglomération ou de piste cyclable	T1, T'1 ou T3	2u
3- lignes discontinues de type T3		
Ligne d'annonce d'une ligne continue	T3	2u
Ligne de dissuasion en remplacement d'une ligne continue	T3	2u
Ligne d'annonce d'une ligne continue sur les routes à trois voies situées hors agglomération, avec deux voies affectées à un sens de circulation	T3	3u
4 - Lignes mixtes :		
La ligne mixte est constituée par une ligne continue doublée par une ligne discontinue de type T1 ou T3	T1 ou T3	2u (3)
5- Interruption d'une ligne continue pour permettre l'accès direct aux propriétés riveraines.	T'2	2u-3u
(1) A porter à 3u à l'approche d'un îlot		
(2) Cela se produit par exemple aux abords d'un point d'inflexion ou d'un point bas entre deux dos-d'âne rapprochés (schémas A1 et A2 en annexe).		
(3) Chacune (espacement entre les lignes : 2u).		
B - Lignes longitudinales de rives ou de délimitation de certaines voies		
1 - Lignes discontinues de type T2		
Ligne de rive de chaussée	T2	3u
Ligne de délimitation des voies de décélération, d'insertion ou d'entrecroisement	T2	5u
Ligne d'entrée et de sortie des voies pour véhicules lents	T2	5u

V-LES PRODUITS UTILISER POUR LE MARQUAGE :

Il existe quatre grandes familles de produits de marquage.



Un produit de marquage est principalement structuré autour d'une matrice composée d'un liant, de charges, de pigments et d'adjuvants. Chaque produit se différencie selon le mode de formation du film qui va venir adhérer au sol support

Peuvent être ajoutées :

- ❖ Des micro billes de verre pour assurer la visibilité de nuit (rétro-réflexion des ondes lumineuses des phares des véhicules).
- ❖ Des charges pour assurer l'anti-glissance des produits.

L'ajout de billes joue un rôle important dans la durabilité du marquage.

ÉLÉMENTS	RÔLE PRINCIPAL
LIANT (ou résine, ou polymère ...)	Constitué de résine et de plastifiant, le liant agglomère les charges du produit de marquage lorsque le film est durci. Il constitue la partie organique du produit de marquage. Le liant assure l'adhérence du film au support et sa durabilité. Il influence en grande partie les caractéristiques physico-chimiques du film.
PIGMENT	Matière minérale ou organique pulvérulente, insoluble dans le milieu. Il est utilisé en raison de son pouvoir colorant ou opacifiant. Le pigment le plus important utilisé dans les produits blancs est le dioxyde de titane (TiO ₂). La finesse du pigment et l'indice de réfraction élevé du TiO ₂ en font un produit majeur mais rare et impactant pour l'environnement.
CHARGES	Substances minérales souvent d'origine naturelle, insolubles dans le milieu et en général d'une taille plus importante que les pigments, les charges constituent une partie inerte du produit de marquage, un remplissage sans rôle particulier dans la formation du film, hormis à de rares exceptions. Elles contribuent au pouvoir couvrant du produit et apportent éventuellement une rugosité de surface.
SOLVANT	Constituant liquide volatil ayant la propriété de dissoudre le liant, il est uniquement présent dans les peintures et contribue à donner à celles-ci la fluidité nécessaire pour une application dans les meilleures conditions. Il s'évapore lors du séchage du film. Le diluant se singularise du solvant en ce sens qu'il ne dissout pas le liant.
ADDITIFS	Substances incorporées à faibles doses dans les produits de marquage pour en améliorer certaines qualités lors de la fabrication, lors du stockage ou lors de l'application. Ils constituent le savoir-faire d'un fabricant.
BILLES DE VERRE	Les billes de verre introduites en pré-mélange dans certains enduits à chaud ou à froid assurent la continuité de la rétro-réflexion et participent à l'anti-glissance du produit.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des différents constituants d'un produit de marquage

ÉLÉMENT	TAUX (EN %)	NATURE
LIANTS	10-15	Acrylique, styrène-acrylique, alkyde, caoutchouc chloré, résine réactive, ...
PIGMENTS	10-20	Dioxyde de titane (blanc) Pigments organiques (couleurs),
CHARGES	50	Carbonate de calcium, dolomie, talc, silice ...
SOLVANT	20-30	Cétones, Esters, ..., Eau
ADDITIFS	1-3	Diverses, selon le savoir-faire du fabricant

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des principaux constituants des peintures

ECLAIRAGE

VI- INTRODUCTION :

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voies de circuler de nuit une sécurité et un confort aussi élevé que possible. Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement les en localisent avec servitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de la route ou de croisement.

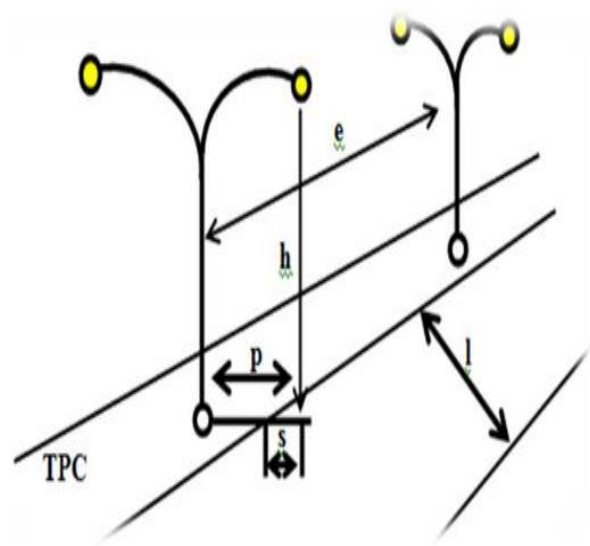
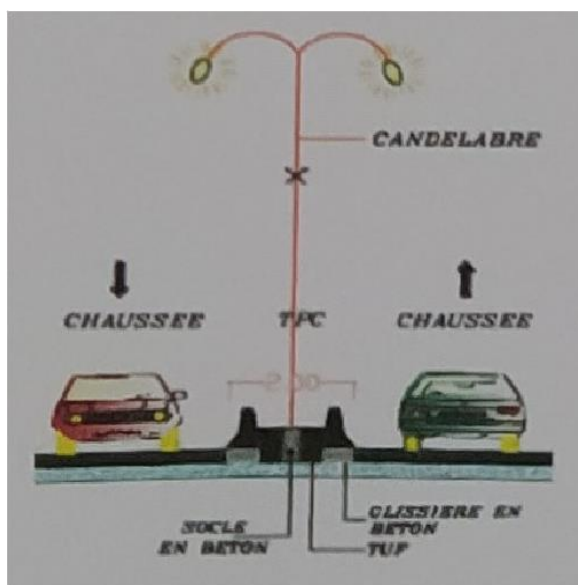
Pour les piétons, une bonne visibilité des bordures des trottoirs, des véhicules, et des obstacles ainsi l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

On distingue quatre catégories d'éclairage public.

- ❖ Eclairage général d'une route ou une autoroute, Catégorie A
- ❖ Eclairage urbain (Voiries artérielle et de distribution), Catégorie B
- ❖ Eclairage des voies de cercle, Catégorie C
- ❖ Eclairage d'un point singulier (Carrefour, Virage...ex), Catégorie D

VII-PARAMETRE DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES.

- ❖ L'espacement (e) entre l' luminaires varie en fonction du type de voie.
- ❖ La hauteur (h) de luminaire est généralement entre 08 et 10 m, parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussée.



BUT DE L'ECLAIRAGE PUBLIC :

En effet, l'éclairage public permet de :

- ❖ Augmenter la sécurité, la fluidité de la circulation sur les chaussées et réduire la gravité et le nombre d'accidents de nuit. La recherche a montré que l'éclairage public peut réduire de 30% les accidents de la route pendant la nuit
- ❖ Vital la nuit ce qui ravive l'économie et facilite la vie.
- ❖ Assurer le confort des conducteurs, des piétons.
- ❖ Assurer une perspective du cadre de vie et valoriser la ville (décorer les espaces les plus prestigieux (avenues centrales, gares, parcs et espaces d'exploitations

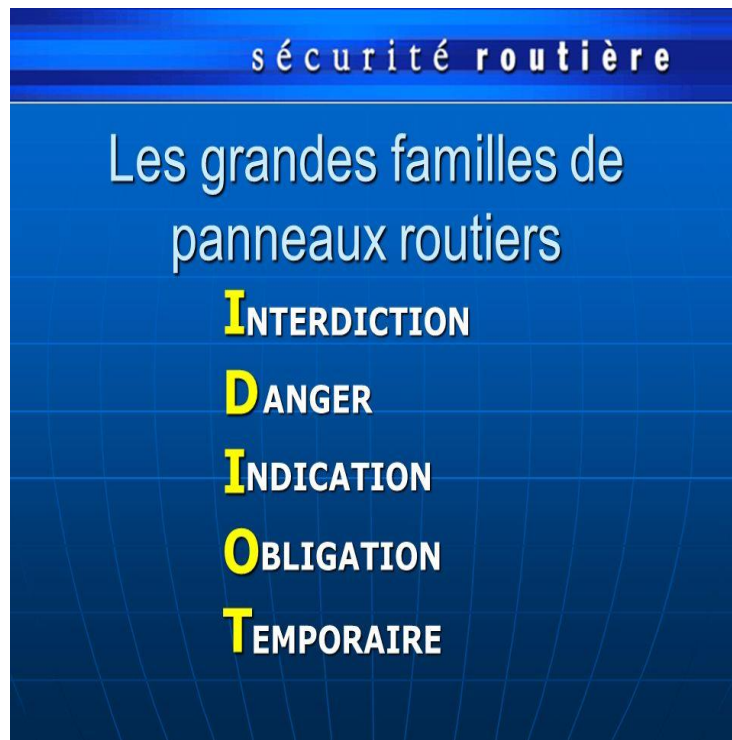
VIII-APPLICATION AU PROJET :

Dans le cadre de notre étude tout en respectant les critères énoncés ainsi que la réglementation routière algérienne (signalisation routière de 15/07/1974), on mentionne sur le plan de signalisation que la codification des panneaux et l'unité de largeur des lignes de marquage. Les différents types de panneaux de signalisation dans cette étude sont :

- ❖ **Signalisation horizontale :**
 - Marquage de la chaussée en ligne continue
 - Lignes continues de largeur de 15 cm
 - Marquage de la chaussée en ligne discontinue
- ❖ **Signalisation verticale :**
 - Panneaux de signalisation de danger.
 - Panneaux de signalisation interdiction.
 - Panneaux d'indication.

REMARQUE : Les grands familles des panneaux de la sécurité routiers sont :

1. Interdiction.
2. Danger.
3. Indication.
4. Obligation
5. Temporaire.



DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	DESIGNATION	UNITE	QTE	PU(HT)	MONTANT(HT)
TERRASSEMENT					
01	DECAPAGE DE TERRE VIGITAL SUR 20 cm	m ²	57208.75	150	8581312.5
02	DEBLAI MISE EN DIPOT	m ³	13880	400	5552000
03	REMBLAI MISE EN D'EMPRUNT	m ³	3459	500	1729500
04	TOTAL N° 1				15862812.5
CHAUSSÉE					
05	COUCHE DE FORME TVO = 35 cm + ACCOTEMENT	m ³	40670.01	800	32536008
06	COUCHE DE FONDATION GNT = 15 cm	m ³	11629.84	2000	23259680
07	COUCHE DE BASE GB = 13 cm	TONNE	22320.62	4500	100442817
08	COUCHE DE ROULEMENT BB = 6cm (2.4t/m ³)	TONNE	10250.089	5500	56375489.5
09	COUCHE D'IMPREGNATION CUT-BACK 0/1	m ²	77500	100	7750000
	COUCHE D'ACCROCHAGE DOSE 0.3kg/m ²	m ²	77500	100	7750000
10	TOTAL N° 2				228113994.5
	TOTAL N°1 + N°2				243976807
11	TPC – TERRE VEGITAL	m ³	1765.77	800	1412616
	TPC- GLISSIERRE /BETON	ml	7000	4500	31500000
12	OUVERTURE DE FAUSSEE EN BETON ARMEE	ml	2385	30000	71550000
13	ASSAINISSEMENT BUSES EN BETON ARMEE	m ³	260	50000	13000000
14	TOTAL (HT)				361439423

15	SIGNALISATION	FORFAIT 5%	18071971.15
16	INSTALLATION DU CHANTIER	FORFAIT 2%	7228788.46
17	PRIX (HT)		549387921.6
18	TVA (19%)		104383705.1
19	TOTAL (TTC)		653 771 626.7

Le projet est estimé à : 653 771 626.7 DA

Six cent cinquante-trois millions sept cent soixante et onze mille six cent vingt-six virgule sept Dinar Algérien.

CONCLUSION GENERALE

Ce projet de fin d'étude est considéré pour nous comme une première expérience de projet réel à réaliser. Au cours de ce travail, nous avons apprécié l'importance des cours théoriques que nous avons étudiés lors de notre cursus universitaire à l'université Mohamed Khider Biskra dans la filière travaux public option voies et ouvrages d'art, notamment les routes et respect des normes usuels de conception.

Le projet nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques et administratifs qui peuvent se présenter dans un projet routier. En outre, ce stage nous a été bénéfique où nous avons développé nos connaissances, et aussi c'était une occasion d'approfondir et d'enrichir notre maîtrise des logiciels de conception des routes à savoir, Alize, Covadis, Autocad, Excel et Word. L'étude de dédoublement du tronçon de la RN 28 rentre dans le même programme d'aménagement des infrastructures. Cette route est considérée comme une grande infrastructure contribuant au développement de l'économie de cette région.

Ce projet m'a permis d'enrichir mon savoir, de déceler et solutionner les problèmes rencontrés lors de l'établissement de mon projet.

Je souhaite que les travaux que j'ai accomplis constituent un premier pas vers la vie professionnelle.

BIBLIOGRAPHIE

- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- ARP : Aménagement des Routes Principales
- REMADNA Mohamed. S, (Chapitre Dimensionnement des Structures de Chaussées)
- HAFFAF M'BARK, Mémoire fin d'étude Promotion 2016.
- CHALAKH Samir Sofiane. Mémoire fin d'étude Promotion 2018.
- AISSAOUI Slimane. Mémoire fin d'étude Promotion 2019.
- Support des cours de la matière route.
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTPP ».
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (Fascicule 1 et 2)
- Outils informatiques :
 - ❖ Logiciel Covadis (Autopiste – 2008).
 - ❖ Auto CAD 2008.
 - ❖ Logiciel ALIZE.
 - ❖ Microsoft Word 2019.
 - ❖ Microsoft Excel 2019.
 - ❖ Microsoft Power Point 2019.
 - ❖ Liens utilisés : <https://www.geo-media.com/solutions/logiciel-autopiste/un-logiciel-simple>

ANNEXE

Cubatures Déblai Remblai selon ARP T100 2voies > 6 m

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P1	0.000	15.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0	0
P2	30.000	30.00	0.00	1.37	0.000	41.209	0	41
P3	60.000	30.00	0.00	2.16	0.000	64.806	0	106
P4	90.000	30.00	0.00	0.99	0.000	29.649	0	136
P5	120.000	30.00	0.47	0.01	14.228	0.314	14	136
P6	150.000	30.00	1.20	0.01	35.996	0.307	50	136
P7	180.000	30.00	1.43	0.01	42.937	0.280	93	137
P8	210.000	30.00	1.55	0.01	46.512	0.239	140	137
P9	240.000	30.00	1.67	0.01	50.171	0.189	190	137
P10	270.000	30.00	1.85	0.00	55.618	0.132	245	137
P11	300.000	30.00	1.77	0.00	52.957	0.081	298	137
P12	330.000	30.00	1.70	0.00	51.069	0.042	349	137
P13	360.000	30.00	1.64	0.00	49.063	0.017	399	137
P14	390.000	30.00	1.35	0.00	40.607	0.004	439	137
P15	420.000	30.00	1.30	0.00	39.124	0.000	478	137
P16	450.000	30.00	1.09	0.00	32.823	0.000	511	137
P17	480.000	30.00	0.75	0.00	22.472	0.000	534	137
P18	510.000	30.00	0.67	0.00	19.951	0.000	554	137
P19	540.000	30.00	0.83	0.00	25.006	0.000	579	137
P20	570.000	30.00	0.99	0.00	29.745	0.000	608	137
P21	600.000	30.00	0.77	0.00	23.077	0.000	631	137
P22	630.000	30.00	0.58	0.00	17.283	0.000	649	137
P23	660.000	30.00	0.39	0.03	11.558	0.976	660	138
P24	690.000	30.00	0.25	0.21	7.555	6.172	668	144
P25	720.000	30.00	0.28	0.36	8.283	10.702	676	155
P26	750.000	30.00	0.88	0.00	26.424	0.000	702	155
P27	780.000	30.00	1.62	0.00	48.524	0.000	751	155
P28	810.000	30.00	2.03	0.00	60.903	0.000	812	155
P29	840.000	30.00	2.01	0.00	60.259	0.000	872	155
P30	870.000	30.00	1.26	0.00	37.854	0.000	910	155
P31	900.000	30.00	0.96	0.00	28.934	0.000	939	155
P32	930.000	30.00	0.84	0.00	25.062	0.000	964	155
P33	960.000	30.00	0.66	0.00	19.681	0.000	984	155
P34	990.000	30.00	0.65	0.00	19.363	0.000	1003	155
P35	1020.000	30.00	0.78	0.00	23.549	0.000	1027	155
P36	1050.000	30.00	0.99	0.00	29.732	0.000	1056	155
P37	1080.000	30.00	1.62	0.00	48.610	0.000	1105	155
P38	1110.000	30.00	2.68	0.00	80.521	0.002	1185	155
P39	1140.000	30.00	3.49	0.00	104.810	0.006	1290	155
P40	1170.000	30.00	3.51	0.00	105.269	0.026	1396	155
P41	1200.000	30.00	3.52	0.00	105.526	0.056	1501	155
P42	1230.000	30.00	3.58	0.00	107.477	0.091	1609	155
P43	1260.000	30.00	3.61	0.00	108.158	0.130	1717	155
P44	1290.000	30.00	3.44	0.01	103.328	0.173	1820	156
P45	1320.000	30.00	3.13	0.01	93.932	0.221	1914	156
P46	1350.000	30.00	3.00	0.01	90.060	0.270	2004	156
P47	1380.000	30.00	2.71	0.01	81.195	0.299	2085	156
P48	1410.000	30.00	2.31	0.01	69.322	0.317	2155	157
P49	1440.000	30.00	2.18	0.01	65.373	0.212	2220	157
P50	1470.000	30.00	1.06	0.00	31.914	0.037	2252	157
P51	1500.000	30.00	0.74	0.16	22.054	4.699	2274	162
P52	1530.000	30.00	0.98	0.32	29.404	9.499	2303	171
P53	1560.000	30.00	1.29	0.14	38.698	4.229	2342	175
P54	1590.000	30.00	1.64	0.17	49.142	4.955	2391	180
P55	1620.000	30.00	1.99	0.20	59.738	5.946	2451	186
P56	1650.000	30.00	2.29	0.28	68.809	8.466	2520	195
P57	1680.000	30.00	2.55	0.49	76.360	14.552	2596	209
P58	1710.000	30.00	2.84	0.76	85.329	22.778	2681	232
P59	1740.000	30.00	3.21	0.97	96.323	29.068	2778	261

Cubatures Déblai Remblai selon ARP T100 2voies > 6 m

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P1	0.000	15.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0	0
P2	30.000	30.00	0.00	1.37	0.000	41.209	0	41
P3	60.000	30.00	0.00	2.16	0.000	64.806	0	106
P4	90.000	30.00	0.00	0.99	0.000	29.649	0	136
P5	120.000	30.00	0.47	0.01	14.228	0.314	14	136
P6	150.000	30.00	1.20	0.01	35.996	0.307	50	136
P7	180.000	30.00	1.43	0.01	42.937	0.280	93	137
P8	210.000	30.00	1.55	0.01	46.512	0.239	140	137
P9	240.000	30.00	1.67	0.01	50.171	0.189	190	137
P10	270.000	30.00	1.85	0.00	55.618	0.132	245	137
P11	300.000	30.00	1.77	0.00	52.957	0.081	298	137
P12	330.000	30.00	1.70	0.00	51.069	0.042	349	137
P13	360.000	30.00	1.64	0.00	49.063	0.017	399	137
P14	390.000	30.00	1.35	0.00	40.607	0.004	439	137
P15	420.000	30.00	1.30	0.00	39.124	0.000	478	137
P16	450.000	30.00	1.09	0.00	32.823	0.000	511	137
P17	480.000	30.00	0.75	0.00	22.472	0.000	534	137
P18	510.000	30.00	0.67	0.00	19.951	0.000	554	137
P19	540.000	30.00	0.83	0.00	25.006	0.000	579	137
P20	570.000	30.00	0.99	0.00	29.745	0.000	608	137
P21	600.000	30.00	0.77	0.00	23.077	0.000	631	137
P22	630.000	30.00	0.58	0.00	17.283	0.000	649	137
P23	660.000	30.00	0.39	0.03	11.558	0.976	660	138
P24	690.000	30.00	0.25	0.21	7.555	6.172	668	144
P25	720.000	30.00	0.28	0.36	8.283	10.702	676	155
P26	750.000	30.00	0.88	0.00	26.424	0.000	702	155
P27	780.000	30.00	1.62	0.00	48.524	0.000	751	155
P28	810.000	30.00	2.03	0.00	60.903	0.000	812	155
P29	840.000	30.00	2.01	0.00	60.259	0.000	872	155
P30	870.000	30.00	1.26	0.00	37.854	0.000	910	155
P31	900.000	30.00	0.96	0.00	28.934	0.000	939	155
P32	930.000	30.00	0.84	0.00	25.062	0.000	964	155
P33	960.000	30.00	0.66	0.00	19.681	0.000	984	155
P34	990.000	30.00	0.65	0.00	19.363	0.000	1003	155
P35	1020.000	30.00	0.78	0.00	23.549	0.000	1027	155
P36	1050.000	30.00	0.99	0.00	29.732	0.000	1056	155
P37	1080.000	30.00	1.62	0.00	48.610	0.000	1105	155
P38	1110.000	30.00	2.68	0.00	80.521	0.002	1185	155
P39	1140.000	30.00	3.49	0.00	104.810	0.006	1290	155
P40	1170.000	30.00	3.51	0.00	105.269	0.026	1396	155
P41	1200.000	30.00	3.52	0.00	105.526	0.056	1501	155
P42	1230.000	30.00	3.58	0.00	107.477	0.091	1609	155
P43	1260.000	30.00	3.61	0.00	108.158	0.130	1717	155
P44	1290.000	30.00	3.44	0.01	103.328	0.173	1820	156
P45	1320.000	30.00	3.13	0.01	93.932	0.221	1914	156
P46	1350.000	30.00	3.00	0.01	90.060	0.270	2004	156
P47	1380.000	30.00	2.71	0.01	81.195	0.299	2085	156
P48	1410.000	30.00	2.31	0.01	69.322	0.317	2155	157
P49	1440.000	30.00	2.18	0.01	65.373	0.212	2220	157
P50	1470.000	30.00	1.06	0.00	31.914	0.037	2252	157
P51	1500.000	30.00	0.74	0.16	22.054	4.699	2274	162
P52	1530.000	30.00	0.98	0.32	29.404	9.499	2303	171
P53	1560.000	30.00	1.29	0.14	38.698	4.229	2342	175
P54	1590.000	30.00	1.64	0.17	49.142	4.955	2391	180
P55	1620.000	30.00	1.99	0.20	59.738	5.946	2451	186
P56	1650.000	30.00	2.29	0.28	68.809	8.466	2520	195
P57	1680.000	30.00	2.55	0.49	76.360	14.552	2596	209
P58	1710.000	30.00	2.84	0.76	85.329	22.778	2681	232
P59	1740.000	30.00	3.21	0.97	96.323	29.068	2778	261

Cubatures Déblai Remblai selon ARP T100 2voies > 6 m

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P123	3660.000	30.00	0.01	2.41	0.347	72.249	12827	2761
P124	3690.000	30.00	0.01	2.20	0.299	66.134	12827	2827
P125	3720.000	30.00	0.01	1.89	0.264	56.779	12828	2884
P126	3750.000	30.00	0.01	1.36	0.243	40.797	12828	2925
P127	3780.000	30.00	0.01	0.79	0.233	23.693	12828	2949
P128	3810.000	30.00	0.02	0.36	0.502	10.660	12829	2959
P129	3840.000	30.00	0.11	0.19	3.170	5.816	12832	2965
P130	3870.000	30.00	0.34	0.10	10.306	3.040	12842	2968
P131	3900.000	30.00	0.83	0.11	24.917	3.222	12867	2971
P132	3930.000	30.00	1.37	0.11	41.041	3.370	12908	2975
P133	3960.000	30.00	1.72	0.12	51.516	3.563	12959	2978
P134	3990.000	30.00	2.00	0.13	59.930	3.769	13019	2982
P135	4020.000	30.00	2.30	0.13	68.924	3.972	13088	2986
P136	4050.000	30.00	1.98	0.14	59.497	4.173	13148	2990
P137	4080.000	30.00	1.64	0.15	49.232	4.370	13197	2995
P138	4110.000	30.00	1.33	0.15	39.837	4.565	13237	2999
P139	4140.000	30.00	1.60	0.16	47.947	4.746	13285	3004
P140	4170.000	30.00	2.02	0.16	60.603	4.877	13345	3009
P141	4200.000	30.00	1.67	0.17	49.990	4.959	13395	3014
P142	4230.000	30.00	1.37	0.17	41.111	4.986	13437	3019
P143	4260.000	30.00	1.42	0.17	42.656	4.959	13479	3024
P144	4290.000	30.00	1.56	0.16	46.679	4.877	13526	3029
P145	4320.000	30.00	1.67	0.16	50.186	4.735	13576	3033
P146	4350.000	30.00	1.46	0.15	43.878	4.535	13620	3038
P147	4380.000	30.00	1.33	0.14	39.963	4.285	13660	3042
P148	4410.000	30.00	1.38	0.13	41.257	3.990	13701	3046
P149	4440.000	30.00	1.39	0.12	41.696	3.662	13743	3050
P150	4470.000	30.00	1.36	0.11	40.841	3.314	13784	3053
P151	4500.000	30.00	0.94	0.10	28.261	2.990	13812	3056
P152	4530.000	30.00	0.57	0.09	16.992	2.663	13829	3059
P153	4560.000	30.00	0.26	0.10	7.733	3.020	13837	3062
P154	4590.000	30.00	0.09	0.22	2.599	6.548	13839	3068
P155	4620.000	30.00	0.02	0.43	0.724	12.796	13840	3081
P156	4650.000	30.00	0.00	0.64	0.099	19.315	13840	3101
P157	4680.000	30.00	0.00	0.86	0.000	25.834	13840	3126
P158	4710.000	30.00	0.00	1.16	0.000	34.809	13840	3161
P159	4740.000	30.00	0.00	1.19	0.000	35.781	13840	3197
P160	4770.000	30.00	0.00	1.10	0.000	33.081	13840	3230
P161	4800.000	30.00	0.00	1.39	0.000	41.556	13840	3272
P162	4830.000	30.00	0.00	1.08	0.000	32.451	13840	3304
P163	4860.000	30.00	0.00	0.76	0.000	22.934	13840	3327
P164	4890.000	30.00	0.00	0.47	0.013	14.102	13840	3341
P165	4920.000	30.00	0.00	0.86	0.101	25.685	13840	3367
P166	4950.000	30.00	0.01	1.11	0.301	33.391	13841	3400
P167	4980.000	30.00	0.02	0.96	0.606	28.912	13841	3429
P168	5010.000	30.00	0.03	0.73	1.017	22.049	13842	3451
P169	5040.000	30.00	0.07	0.26	1.990	7.909	13844	3459
P170	5070.000	30.00	0.25	0.00	7.581	0.000	13852	3459
P171	5100.000	30.00	0.46	0.00	13.745	0.000	13865	3459
P172	5130.000	30.00	0.41	0.00	12.276	0.000	13878	3459
P173	5160.000	18.45	0.11	0.00	1.952	0.000	13880	3459
P174	5166.902	3.45	0.00	0.00	0.000	0.000	13880	3459

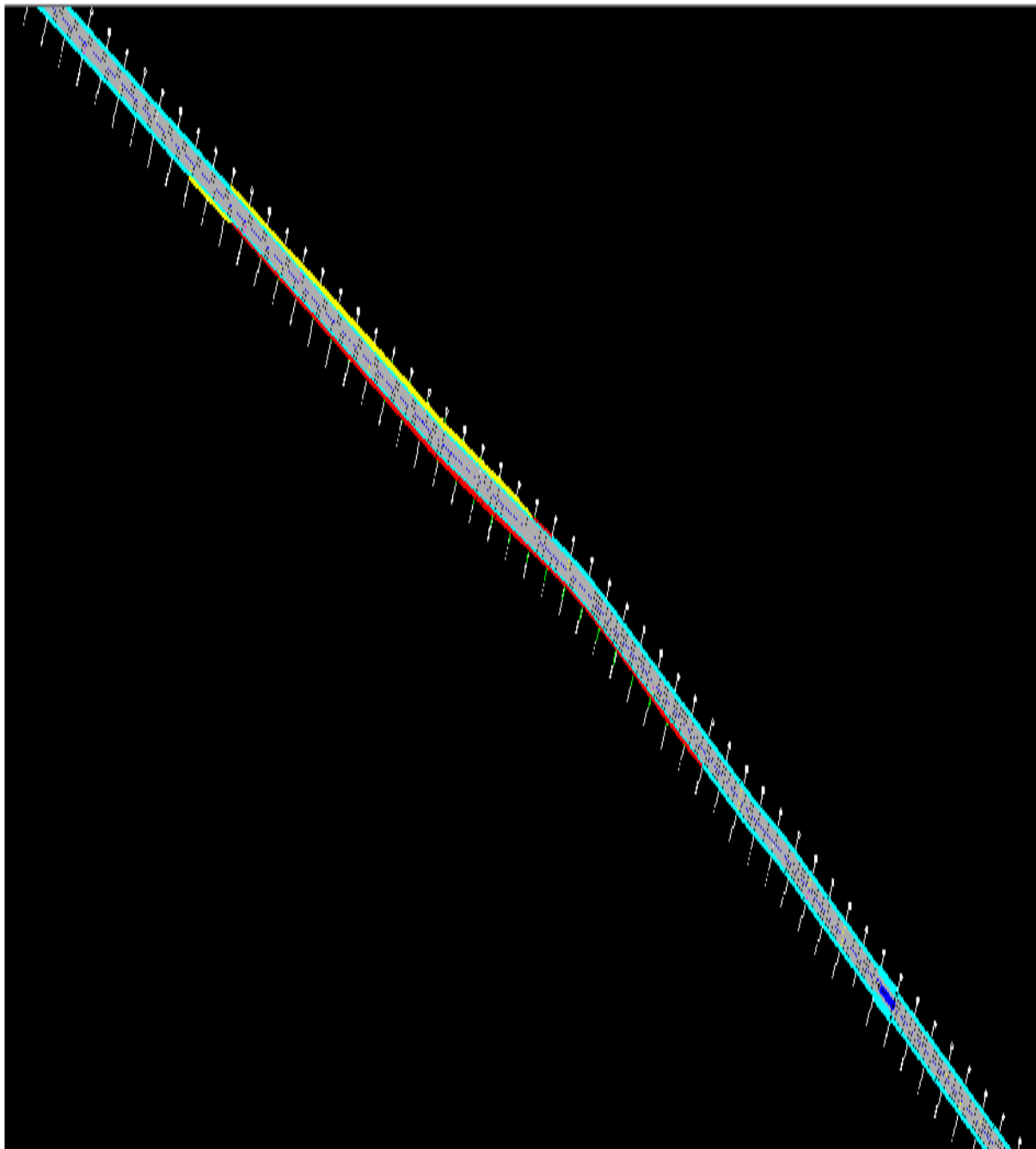
Récapitulatif des Cubatures des Matériaux

Matériau	Volume Cumulé
BB	10250.089 tonne
GB	22320.63 tonne
GNT	11629.84 m ³
TVO	40670.01 m ³
TERRE VEGETAL (TPC)	1765.77 m ³

Cubatures Déblai Remblai

DEBLAI	13880 m ³
REMBLAI	3459 m ³

TRACER EN PLAN RN 28
PAR LOGICIEL COVADIS-AUTOPISTE



PROFIL EN TRAVERS RN 28 PAR LOGICIEL COVADIS-AUTOPISTE



Profil dessiné par AutoPISTE

Profil en long : X007

Profil n°: P11

Abscisse : 300.000 m

Echelle des longueurs : 1/200

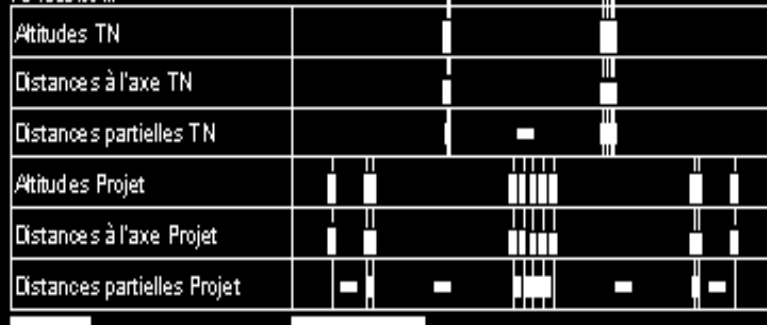
Echelle des altitudes : 1/200

RN28 <= Profils types => RN28

Déblai : 1.77 m³

Dévers Gâche 2.50 %
 Dévers Droite -2.50 %
 X= 19839.278
 Y= 965.568
 Gisement: 225.964 gr

PC : 999.85 m



PROFIL EN TRAVERS RN 28 PAR LOGICIEL COVADIS-AUTOPISTE



PROFIL EN TRAVERS RN 28 PAR LOGICIEL COVADIS-AUTOPISTE

