



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : GENIE CIVIL ET ARCHITECTURE

DEPARTEMENT : GENIE CIVIL

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : - Mr HARFOUCHE AMEUR

- Mr BELLAMRI ALLAL

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIE

FILIERE : TRAVAUX PUBLICS

OPTION : VOIRIES ET OUVRAGES D'ART

Thème

ETUDE DE LA LIAISON ROUTIERE RN46- ELHAMEL –W-M'SILA SUR 07 KMS

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
NOUIOUA Tahar	MAA	Président
Mme BOULAGHMEN Farida	MAA	Examinatrice
BEDERINA Madani	Pr.	Rapporteur
BACHIRI Attia	Magister	Co-Rapporteur

Promotion : juin - 2018



DEDICACES DE Mr HARFOUCHE AMEUR

*Je fais dedicace de ce travail a
mes parents ,femmes ;enfants ;freres et sœurs*

REMERCIEMENTS

Je tiens a remercier tout le staff du département de génie civil
Chacun par son nom ,nos encadreur MMS- BEDERINA MADANI ET BACHIRI
ATTIA ;les professeurs membres du jury mes amis de promotion en particulier
M MAROKI et mon collègue de thèse M-BELAMRI ALAL ,
je ne saurai terminer ce travail sans être reconnaissant
envers des hommes qui m'ont aide ce sont MMS
CL-MOKEDEM KOUIDER
ING-GUAGUI MOHAMED-
DR-BENCHRIF YACINE
DR-SALIM ABDELAZIZ
A la mémoire de mon defunt ami le docteur HARIRI RABAH -



DEDICACES DE Mr BELAMRI ALAL

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents .Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de
L'amour Dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure
Bonne santé et longue vie.

A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue

A l'esprit de mon grand-père et de ma grand-mère, que Dieu les accueille dans son
vaste paradis.

Ce projet : Ma femme qui m'a stimulée pour continue de l'étude, et bien sûr A mes
frères Moustapha et Anouar,Ibrahim, sans oublié Mes Sœurs.

A toute ma famille Bellamri,et Ahmed bessas et toute la famille BESSAS, et mes amis, A
mon binôme Harfouche Amer.

Tous les profs de département génie civil.

Tous mes voisins de cite 250 logts.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible,
je vous dis merci.

REMERCIEMENTS

DE Mr BELAMRI ALAL

D'abord, je voudrais remercier ma famille pour leur soutien et leurs encouragements pour poursuivre la thèse.

Je voudrais exprimer ma gratitude au Prof BEDERINA MADANI ET Bachiri attia, , pour m'avoir confié ce travail. Je leur suis très reconnaissant pour la qualité des nombreux conseils, leur attention, et bien évidemment pour les connaissances et leur expérience de la recherche qu'ils ont su me transmettre, et qui j'en suis sûre me seront bénéfiques dans les années futures.

J'exprime mes vifs remerciements a Mr NOUIOUA TAHAR,enseignant ; , qui m'a fait l'honneur de présider le jury de soutenance, je tiens à lui exprimer ma profonde reconnaissance.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements aux membres de jury pour

Enfin un remerciement particulier et personnel à l'ensemble de mes enseignants qui ont contribué à ma formation, à tous mes amis et collègues de travail qui ont grandement contribué à faire de mon passage au master une belle expérience.

-

ملخص: المشروع الذي نظره أمام هيئة الاساتذة المحترمين هو دراسة مقطع الطريق الذي يربط بلدية الهامل-جنوب ولاية المسيلة-بالطريق الوطني رقم 46-على مسافة 7.2 كلم -حيث ان هذا المشروع سيساهم في فك العزلة على مدينة الهامل و ذلك بفتح منفذ غربي لها -سوف يمر بهذا الطريق ما يعادل 1500 وحدة في اليوم -حساب التدفق اليومي سمح بتحديد عرض الطريق ب 06 أمتار لطبقة السير و 02 أمتار حواف التوقف-بعد دراسة المسارات المتاحة اتضح ان المسار رقم 01 هو الأقل تكلفة و هو محل الدراسة المفصلة الدراسة المفصلة شملت المخطط الأفقي ,المقطع الطولي ,المقاطع العرضية -حساب الكميات الناتجة عن عملية التتريب كما شملت دراسة جيوتقنية توضح أهم التجارب المخبرية و دراسة هيدرولوجية قمنا من خلالها بحساب الأحواض و أحجامها و كميات المياه المتدفقة على الطريق لتزويد المشروع بقنوات صرف مياه الأمطار اللازمة و مع وجود وادي مهم وهو وادي درمل على مسار الطريق تطلب الأمر القيام بدراسة منشأة فنية جسر طار بطول 60 متر و عرض 08 أمتار و أخيرا فان القيمة الإجمالية للمشروع تكون حوالي 22 مليار سنتيم –

كلمات مفتاحية: الهامل –قسم الطريق-فك العزلة-البنية التحتية-الحساب أو التحجيم

Memory title :design road rn46-elhamel

First name : HARFOUCHE AMEUR-BELLAMRI ALLAL

Directed by : Pr BADERINA-AMDANI ,BACHIRI ATTIA

Abstract :The project put before the appreciation of the respectful jury is the study of the road to link the town of EL HAMEL, located south of the wilaya of MSILA, at the national road 46 On a distance of 7.2 kms.This road is important as it will open up

From the city of EL HAMEL opening a penetrating west-to this city-

It will have to drain a daily traffic of 1500 vehicle-day reason for which Its width should be 6 meters + 02 meters of subroads.The study of the variants shows that variant 01 is the most economical, so that was the subject of preliminary detailed project-

The pre-project detailed study included the study of the plan trace, the longitudinal profile, the cross section, the cubicles, a geotechnical approach, a hydrological study. And the summary study of a scupper work frame at an angle of 60 meters of reach and 08Width meters - The overall cost of the project is estimated at one hundred and twenty million dinars

Key words: El hamel ;road section;opening up;infrastructure;calculation or sizing

Titre du mémoire : ETUDE DE LA LIAISON ROUTIERE RN46-EL HAMEL SUR 07 KMS

Nom: HARFOUCHE **Prénom:** AMEUR

Encadreur: pr BADERINA MADANI

Nom: BELLAMRI **Prénom:** ALLAL

co- Encadreur: M BACHIRI ATTIA

Résumé Le projet mis devant l'appréciation du respectueux jury est l'étude de la route devant lier la commune d'EL HAMEL ,situe au sud de la wilaya de MSILA ,a la route nationale 46 Sur une distance de 7.2 kms .Cette route est importante dans la mesure ou elle permettra le désenclavement De la ville d'EL HAMEL en ouvrant une pénétrante ouest-a cette ville-Elle devra drainer un trafic journalier de 1500 véhicule-jour raison pour laquelle Sa largeur devra être de 6 mètre + 02 mètres d'accotements.L'étude des variantes a montre que la variante 01 est la plus économique ;donc qui a fait l'objet d'avant projet détaille-L'étude d'avant projet détaille a comporte l'étude du trace en plan , du profil en long , du profil en travers, des cubatures ;une approche géotechnique ,une étude hydrologique .Et l'étude sommaire d'un ouvrage dalot cadre en biais de 60 mètres de portée et de 08Mètres de largeur –Le cout global du projet est estime a cents vingt millions de dinars .

Mots clés :

El hamel, troncon routier, Désenclavement ;infrastructures ;calcul ou dimensionnement

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

CHAPITRE 1--ETUDE DE TRAFIC :

1-1- introduction :	01
1-2- analyse du trafic :	02
1-3- différents types de trafics :	02
1- 4-modèles de présentation de trafic :	03
1-5-notion de capacité :	04

CHAPITRE 2 : AVANT PROJET SOMMAIRE

2-1-introduction.....	08
2-2-présentation du projet.....	09
2-3-détermination de l'environnement de la route.	10
2-4-détermination de la catégorie de la route.....	11
2-5-détermination de la vitesse de base.....	11
2-6étude des variantes.....	12
2-7 trace en plan.....	13
2-8- profil en long :	14
2-9- évaluation des variantes :	22
2-10 -conclusion :	23

CHAPITRE 3 : TRACE EN PLAN

3-1- introduction :	24
3-2- paramètres cinématiques.....	24
3-3- les règles à respecter pour le tracé en plan:	28
3-4- éléments du tracé en plan :	28
3- 5 -les conditions de raccordement :	35
3- 6- combinaison des éléments du tracé en plan :	36
3- 7 - notion de devers :	38
3- 8- la vitesse de référence (de base) :	39
3- 9 - paramètres fondamentaux :	41
3- 10- calcul d'axe :	42

CHAPITRE4- PROFIL EN LONG

4-1- définition :	47
4-2- règles à respecter dans le tracé du profil en long :	47
4-3- les éléments de composition du profil en long :	48
4-4- coordination du tracé en plan et profil en long :	48
4.5-déclivités :	49

4-6-raccordements en profil en long :	50
4.7- caractéristiques des rayons en long :	52
CHAPITRE 5 :PROFIL EN TRAVERS	
5-1- définition :	53
5-2- les éléments de composition du profil en travers :	53
5-3-classification du profil en travers :	54
5-4-profil en travers de projet.....	55
CHAPITRE 6 : LES CUBATURES	
6-1-introduction :	56
6-2- cubatures des terrassements :	56
CHAPITRE 7 :- STRUCTURE DE CHAUSSEE	
7-1-introduction :	59
7-2-la chaussée :	59
7-3-les principales méthodes de dimensionnement :	64
CHAPITRE 8 :CARREFOURS	
8-1- Introduction :	69
8-2- Données à prendre pour l'aménagement d'un Carrefour :	69
8-3- Principe général d'aménagement d'un Carrefour :	69
CHAPITRE 9 :ASSAINISSEMENT	
9-1-introduction:	73
9-2-objectif de l'assainissement :	73
9-3-drainage des eaux souterraines:.....	73
9-4- drainage des eaux superficielles:.....	74
9-5- l'assainissement de la chaussée :	75
9-6- définitions des ouvrages d'assainissement	75
9-7-etude hydrologique	76
CHAPITRE 10 :. OUVRAGE D'ART-DALLOT	
10-1-Introduction :	87
10-2-Prédimensionnement de pont dalot :	90
10-3-description de l'ouvrage.....	91
10-4-hypothèses de calcul.....	92
10-5-méthode de calcul	93
10-6.charges.....	93
10-7- ferrailage des éléments :	103
-DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF	104
-CONCLUSION, GÉNÉRALE.....	105

Liste des tableaux-1-

Chapitre 1-Etude du trafic

tableau 1-1 : valeur de p –b40.....	05
Tableau1-2 :valeur de k1-b40.....	06
tableau 1-3 : valeur de k2-b40.....	06

Chapitre 2-Avant projet sommaire

Tableau2-1 : environnement b40.....	11
tableau 2-2:vitesse de référence- b40.....	11
tableau 2-3 : rayons en plan-b40.....	13
tableau 2-4 : rayons verticaux –b40.....	14
tableau 2-5 : axe en plan var 01-covadis.....	15
tableau 2-6 : profil en long var 01-covadis.....	16
tableau 2-7 :cubatures var 01-covadis.....	18
tableau 2-8: axe en plan var 02-covadis.....	19
tableau 2-9 :profil en long var 02-covadis.....	20
tableau 2-10 : cubatures var 02-covadis.....	21
tableau 2-11 : devis variante 01.....	22
tableau 2-12 : devis variante 02.....	22

Chapitre 3 Trace en plan

tableau 3-1 : temps de perception réaction.....	24
tableau 3-2 : coefficient de frottement longitudinal.....	25
Tableau3-3 : coefficient de frottement transversal.....	25
tableau 3-4 : distance de freinage b40.....	26
tableau 3-5 : distance d'arrêt –b40-.....	26
tableau 3-6 : distance de visibilité de dépassement minimale-b40-.....	27
tableau 3-7 : distance de visibilité de dépassement normale-b40.....	27
tableau 3-8 : distance de visibilité de manœuvre de dépassement	27
tableau 3-9:rayons du tracé en plan-b40.....	32
tableau 3-10: paramètres fondamentaux –application-.....	41
tableau 3-11 : coordonnées des sommets et rayon.-calcul-.....	43

Chapitre 4 Profil en long

tableau 4-1: imax selon les b40.....	49
tableau 4-2 les rayons- verticaux.....	52

CHAPITRE7 : STRUCTURE DE CHAUSSEE

tableau 7-1 Coefficient d'équivalence -catalogue lcpc.....	67
tableau 7-2 Structure des couches-résultat.....	68

CHAPITRE 9 : ASSAINISSEMENT

tableau 9-1: les constantes de gauss pour différentes fréquences.-tfe-.....	79
tableau 9-2:coefficient de ruissellement.tfe enstp.....	81
Tableau9-3: calcul du temps de concentration.....	83
Tableau9-4: calcul des ouvertures circulaires.....	84

Liste des tableaux-2-

tableau 9-5: les débits décennaux pour les différents bassins versants.....	85
tableau 9--5: calcul des ouvertures de dallot pour l'évacuation des débits	86
CHAPITRE10 : OUVRAGE DALLOT	
Tableau 10-1.: les charges - fascicule 61 - titre II.....	94
tableau 10-2 valeurs de a_1 fascicule 61 - titre II.....	96
tableau 10-3 valeurs de v_0 fascicule 61 - titre II.....	96
tableau 10-4 coefficients bc fascicule 61 titre II.....	97
tableau 10-5 charges bc fascicule 61 titre II.....	98
tableau 10-6 coefficients bt fascicule 61 titre II.....	99
tableau 10-7 charges bt fascicule 61 titre II.....	99
tableau 10-8 effort de freinage hf fascicule 61 titre II.....	101

Liste des figures

Figure2-1 photo ancienne de la ville d'elhamel.....	8
figure 2-2: photo aérienne Google earth du site.....	9
figure 2-3: photo aérienne des variantes.....	12
figure 3-1: clothoide.....	34
figure 3-2 courbe en s.....	36
figure 3-3courbe a sommet.....	36
figure 3-4courbe en c.....	37
figure 3-5 courbe en ove.....	37
figure 3-6 calcul de courbe avec clothoide.....	42
figure 4-1 raccordements en angle saillant.....	50
figure 4-2 raccordements en angle rentrant.....	51
figure 5-1 profil en travers type.....	55
figure 6-1 calcul des cubatures.....	57
figure 7-1 coupe type de chaussée.....	61
figure 7-2coupe transversale de chaussée.....	61
figure 7-3 catégories de chaussée.....	63
figure 8-1 carrefour a 4 branches.....	72
figure 9-1 éléments d'assainissement.....	74
figure 9-2-bassins versants.....	75
figure 9-3 carte topographique des sous bassins.....	82
Figure 10-1 géométrie mur de soutènement.....	89
Figure 10-2-coupe longitudinale.....	91
Figure 10-3Système de charge Bc.....	97
Figure 10-4-système de charges bt.....	98
Figure 10-5 -Système de charge Br.....	99
Figure 10-6: Système de charge Mc120.....	100

Liste des annexes

1-AVANT PROJET SOMMAIRE

listing trace en plan.....	A4
listing profil en long.....	A4

2-AVANT PROJET DETAILLE

listing trace en plan.....	A4
listing profil en long.....	A4
listing cubatures.....	A4
calcul d'axe.....	A4
profil en travers type.....	A4
profil en travers courants.....	A4

3-PLANS

trace en plan.....	A3
profil en long.....	A3

4-MURS DE SOUTÈNEMENT..... A4

Liste des sigles et abréviations

Δd V (km/h)	variation de dévers.
V (km/h)	vitesse de référence
R_{hm}(m)	rayon minimal 7%
R_{hn}(m)	rayon normal-5%
R_{hd}(m)	rayon déversé -2.5%
R_{hnd}(m)	rayon non déverse
V_B (km/h)	vitesse de référence
RV_{m1} (m)	rayon saillant minimal absolu
RV_{n1}	rayon saillant minimal normal
T₀ :	trafic à l'arrivée pour origine.
R :	rayon du cercle.
L :	longueur de la branche de clothoïde.
A :	paramètre de la clothoïde.
KA :	origine de la clothoïde
ΔR :	ripage.
τ:	angle des tangentes.
φ:	angle polaire.
TC :	tangente courte.
TL :	tangente longue
M :	centre du cercle d'abscisse x _m .
X_m: à partir de KA	abscisse du centre du cercle m
Y_m:	ordonnée du centre du cercle m
X:	abscisse de k _e
Y:	ordonnée de k _e
τ :	le taux de croissance
TJMAO :	trafic moyen journalier annuel a l'année origine 2016
TJMjAn :	trafic moyen journalier annule à l'année horizon 2040
-PL	le pourcentage de poids lourds
T_{eff}:	trafic effectif à l'horizon.
Fl	: coefficient de frottement longitudinal
Longueur minimale (m)	l _{min}

Lmax	longueur maximale (m)
Dmin	devers minimal (%)
Dmax	devers maximal (%)
t1	temps de perception réaction (s)
fL	frottement longitudinal
Ft	frottement transversal
d0	distance de freinage (m)
d1	distance d'arrêt (m)
Dm	distance de visibilité de dépassement minimale
Dn	distance de visibilité de dépassement normale (m)
Dmd	distance de visibilité de manoeuvre de
PF	profil fictive, surface nulle.
Si	surface de profil en travers pi.
Li	distance entre ces deux profils.
S_{MOY}	surface intermédiaire
(Wp),	limite de plasticité
(γ)	masse volumique
(Ip),	l'indice de plasticité
Γ_D	la masse volumique sèche
C.B.R	California bearing ratio
(WL)	limite de liquidité
N	trafic cumulé.
A	facteur d'agressivité globale du trafic.
C	facteur de cumul.
(Qa)	débits d'apport
S ::	surface du bassin versant (km ²) ;
Lcp	longueur de cours d'eau principal (km) ;
Tc	: temps de concentrations exprimé en heure
Hmoy	: altitude moyenne (m) ;
Hmin	: altitude minimale (m)

-INTRODUCTION GENERALE -

La route a toujours été un facteur fondamental intimement lié à la sécurité et au développement des nations et des peuples depuis l'antiquité :

Les routes romaines premières chaussées de l'histoire, apparentes sous forme de vestiges à ce jour témoignent de l'avancée industrielle de l'empire, qui pour asseoir sa suprématie sur tous les plans a accordé une place privilégiée pour les réseaux de communication.

Il y va de même pour l'histoire contemporaine, où les grandes nations ont opté pour une politique de développement des infrastructures de base à savoir les routes ; les aéroports, les chemins de fer, les voies navigables .

Dans cette optique ; notre pays quoiqu'accusant un retard considérable dans le développement des infrastructures d'équipement, dans les années soixante dix n'a cependant pas lésiné sur les moyens ces dernières décennies pour promouvoir le secteur des travaux publics et en faire la locomotive de l'économie nationale

Ainsi en lançant l'autoroute est-ouest, imposant projet structurant, ainsi que l'autoroute nord-sud appelée autrefois la route de l'unité africaine, notre pays s'est placé dans une position de modèle africain dans ce domaine-

Le développement du réseau routier au niveau national ne s'est pas limité aux mégaprojets ; mais également aux chemins de wilaya et communaux qui représentent la toile de fond du développement local –

C'est explicitement dans ce cadre que s'inscrit notre projet ; réalisation de la liaison routière devant relier la localité d'El Hamel dans la wilaya de MSILA à la RN46, qui sera développée dans ce mémoire.

CHAPITRE 1-ETUDE DE TRAFIC :

1-1 INTRODUCTION

Toute étude d'infrastructure routières doit impérativement contenir une évaluation et une analyse précise du trafics support, car le dimensionnement de la chaussée (largeur, épaisseur) est lié étroitement a cette sollicitation, la résolution de ce problème consiste à déterminer la largeur des voies et leur nombre, d'après le trafic prévisible à l'année d'horizon.

L'étude de trafic représente une approche essentielle dans la conception des réseaux routiers l'analyse de trafic est destinée à éclairer des décisions à la politique des transports.

Cette conception est basée sur des prévisions des trafics sur les réseaux routiers qui sont nécessaire .

- Pour définir les caractéristiques techniques des différents tronçons de route constituant le réseau qui doit être adapte au volume et nature des circulations attendues.
- Pour estimes le coût de fonctionnement des véhicules.
- Pour estimer les coûts d'entretien des réseaux routiers.
- Apprécier la valeur économique du projet routier.

1-2 ANALYSE DU TRAFIC :

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

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

Les éléments de ces analyses sont multiples :

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

1-3 DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS :**1-3.1 Trafic normal**

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

1-3.2 Trafic dévié :

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

1-3-3 Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

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

1-3.4 Trafic total :

Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

1- 4. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC :

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

- Prolongation de l'évolution passée.
- Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- Modèle gravitaire.
- Modèle de facteur de croissance.

a) Prolongation de l'évolution passée :

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic T_n à l'année n sera :

$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n$$

Où : T_0 : est le trafic à l'arrivée pour origine.

τ : est le taux de croissance

b) Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part et certains indicateurs macro-économiques :

- Produit national brut (PNB).
- Produits des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort de cadre de notre étude.

c) Modèle gravitaire :

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il se prête mal à la projection.

d) Modèle de facteurs croissance :

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine – destination .La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

- Le taux de motorisation des véhicules légers et leur utilisation.
- Le nombre d'emplois.
- La population de la zone.

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier.

1-5 NOTION DE CAPACITE

1-5.1.Définition

La capacité d'une route est le nombre maximal de véhicules auquel on doit s'attendre à voir circuler dans une section donnée, dans une direction donnée et pendant une période de temps définie.

Elle est fonction du nombre de voies de circulation, de la largeur de ces voies, du dégagement latéral, de la pente, du pourcentage de camions et d'autobus, de la visibilité et du contrôle des accès.

1-5.2.Calcul de capacité :

a. Les données du trafic :

D'après les résultats du CTTTP, on a exprimé, les résultats suivants :

Le trafic à l'année 2016 $TJMA_{2016} = 1500 \text{ v/J}$

Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 3\%$

La vitesse de base sur le tracé $VB = 60 \text{ Km/h}$

Le pourcentage de poids lourds PL=15%

Celle ci est mise en service en l'année 2020

Le pourcentage de poids lourd reste constant toute la durée de vie de la route (20 ans).

b. Calcul du trafic à l'année horizon :

On doit donc calculer la formule suivante :

$$TJMA_n = (1+\tau)^n T J M A_0$$

TJMA_n : trafic moyen journalier annule à l'année horizon 2040

TJMA₀ : a l'année origine 2016

τ : le taux de croissance annuelle du trafic

$$TJMA_{2040} = (1+0,03)^{24} \times 1500$$

$$\text{Donc : } TJMA_{2040} = 3050 \text{ v/j}$$

c. Calcul du trafic effectif :

$$T_{\text{eff}} = [(1-\tau) + PZ] T J M A_h$$

Avec :

Z : pourcentage de poids lourds (30%)

P : coefficient d'équivalence (prise pour converti PL) il dépend de la nature de la route

Tableau 1-1 : valeur de p

	E1	E2	E3
Route a bonne caractéristique	2 - 3	4 - 6	8 - 12
Route étroite	3 - 6	6 - 12	16 - 24

Une route en environnement E2 on a (p = 5)

T_{eff}: trafic effectif à l'horizon.

$$T_{\text{eff}} = [(1-0.03) + 5 \times 0.15] 3050$$

$$T_{\text{eff}} = 5246 \text{ uvp/j}$$

d. Calcul du débit de pointe horaire normale :

Le débit de pointe normale est une fraction du trafic effectif à l'horizon h, il est exprimé en uvp/h

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

Avec :

(1/n) coefficient de pointe prise égale 0.12 (h = 8 heures)

$$Q = 0,12 \cdot T_{\text{eff}}$$

$$Q = 630 \text{ uvp/h}$$

e. Calcul du Débit admissible :

Il est déterminé par application de formule suivante :

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

Tableau 1-2 : valeur de k1

	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tableau 1-3 : valeur de k2

	Catégorie de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1	1	1	1	1
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

On prend $C_{th} = 1500$ uvp/h

On est dans le cas E2 et C4

$K_1 = 0.85$

$K_2 = 0.98$

On a:

$Q_{adm} = k_1 \times k_2 \times C_{th}$

Détermination de C_{th}

C_{th} est la capacité du profil en travers en régime stable défini par le tableau suivant

On prend $C_{th} = 1500$ uvp/h

$Q_{adm} = 0.98 \times 0.85 \times 1500 = 1250$ uvp/h

Tableau 1-4: calcul de capacité

Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 03 voies de 3.5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

$Q_{adm} = 0.98 \times 0.85 \times 1500 = 1250$ uvp/h

1-5.3. Détermination du nombre de voie :

$N = 2/3 (Q/Q_{adm})$

$N = 2/3 (630/1250)$

⇒ $N = 0.33$ arrondi à 01 Donc : $N = 01$ voie /sens

Le profil en travers sera composé d'une voie bidirectionnelle De 3 m de largeur

CHAPITRE 02 : AVANT PROJET SOMMAIRE

2-1 INTRODUCTION

El Hamel est le chef lieu de la commune appartenant administrativement a la daïra de BOUSAADA. Elle se situe à quelque 10 km au sud-ouest de Bou Saâda, sur la route Nationale 89 reliant celle-ci à Aïn El Melh, dans la Wilaya de M'Sila, à 780 m d'altitude. Elle abrite une célèbre zaouïa de la confrérie Rahmaniya. Avec une population de 11 018 hab.

L'attrait principal de cette commune est donc liée a la zaouyia RAHMANIA véritable pole spirituel d'ordre national, une fois par année un grand rassemblement national regroupant tous les adeptes de cette confrérie a lieu les adeptes viennent des quatre coins du pays et c'est sans doute pour cela que la route qui fait l'objet de notre étude facilitera l'accès surtout pour les wilayas de l'ouest -route permettra en outre l'accroissement de l'activité économique de la commune d'EL HAMEL en ouvrant des accès aux wilayas limitrophes de l'ouest



Figure 2.1 photo ancienne de la ville d'ELHAMEL.

2-2 PRESENTATION DU PROJET

Le projet initié par la commune d'EL HAMEL consiste à établir la liaison routière entre le chef lieu de la commune et la route nationale 46 dans son versant ouest à partir de l'intersection RN46 et CW08 route de MJEDEL au PK 58+500.

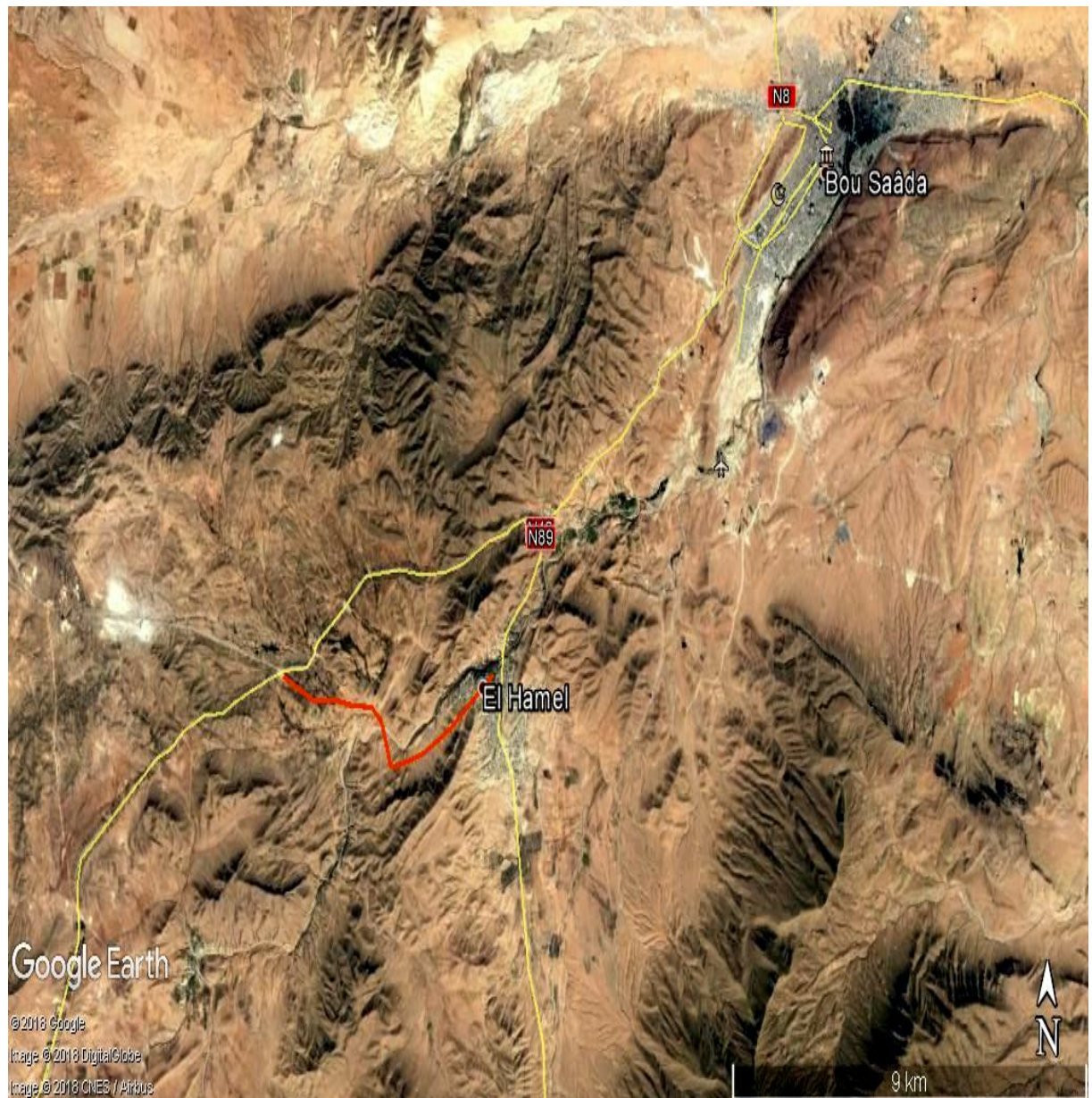


Figure 2-2: photo aérienne Google Earth du site.

2.3 Détermination de l'environnement de la route

Référence norme Algérienne de l'aménagement des routes et des autoroutes B40 chapitre1-1. Le B40 définit trois sortes d'environnement qui caractérisent l'aspect topographique du terrain devant recevoir le projet et cela en rapport avec la dénivelée cumulée du projet et du linéaire, Pour cela en se référant au levés topographiques, on a les informations sommaires suivantes :

H1 (début projet)=101.799 m

H2 (fin projet)=165.138 m

La dénivelée vaut $\Delta h = H2 - H1 = 36.66$ m

La longueur du projet est $\Delta l = 7000$ m

La pente vaut $\Delta h / \Delta l = 36.66 / 7000 = 0.005$ soit 0.5%

Selon la référence citée ci-dessus la classification du terrain est :

$\Delta h / \Delta l \leq 1.5\%$terrain plat.

$4\% \geq \Delta h / \Delta l > 1.5\%$terrain vallonné.

$\Delta h / \Delta l > 4\%$terrain montagneux.

⇒ Le terrain est donc plat.

-Détermination de la sinuosité

Suivant le corridor adopté le long du levé topographique on détermine de façon sommaire les longueurs des courbures inférieures à 200 mètres pour une vitesse de référence de 60km/h et des alignements :

σ = la longueur des courbes inf. à 200 m/ la longueur totale du trace.

la longueur des courbes : $l_c = 1500$ m

la longueur totale du trace : $l_t = 7000$ m

$\sigma = 1500 / 7000 = 0.21$

Selon la norme la sinuosité est classée comme suit

$\sigma \leq 0.1$sinuosité faible

$0.3 \geq \sigma > 0.1$sinuosité moyenne

$\sigma > 0.3$sinuosité forte

⇒ La sinuosité est donc moyenne

Tableau2.1 Environnement selon le B40.

Relief/sinuosite	faible	moyenne	forte
plat	E1	E2	/
vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E3	E3

Selon le tableau 1.1 notre projet se trouve dans un environnement E2

2-4- Détermination de la catégorie de la route

Selon la Classification du B40, les catégories de la route sont :

Catégorie 01 : les liaisons entre les grands centres économiques et les centres d'industries lourdes.

Catégorie 02 : les liaisons des pôles d'industries de transformation entre eux et Liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées vers le réseau précédent.

Catégorie 03 : les liaisons des chefs lieux de daïras et des chefs lieux de wilaya.

Catégorie 04 : les liaisons des centres de vies vers les chefs lieux de daïras dont ils dépendent.

Catégorie 05: les pistes et routes n'entrant pas dans les précédentes catégories

Notre route est donc de catégorie 04.

1-5 Détermination de la vitesse de base

La vitesse de référence ou de base est tributaire de la nature de l'environnement et de la catégorie de la route.

Tableau 2.2 Norme du B40.

Environnement/catégorie	1	2	3	4	5
E1	80-120	80-120	80-120	60-100	40-80
E2	60-100	60-100	60-100	60-80	40-60
E3	40-80	40-80-	40-80	40-60	40

Selon le tableau 1.2, la vitesse de base de notre projet est donc 60 km/h.

.

2-6- ETUDE DES VARIANTES

Au début du projet sur une distance de deux kilomètres deux traces sont envisageables, pour cela on procédera a l'étude comparative des deux variantes Qui feront l'objet de l'avant projet sommaire

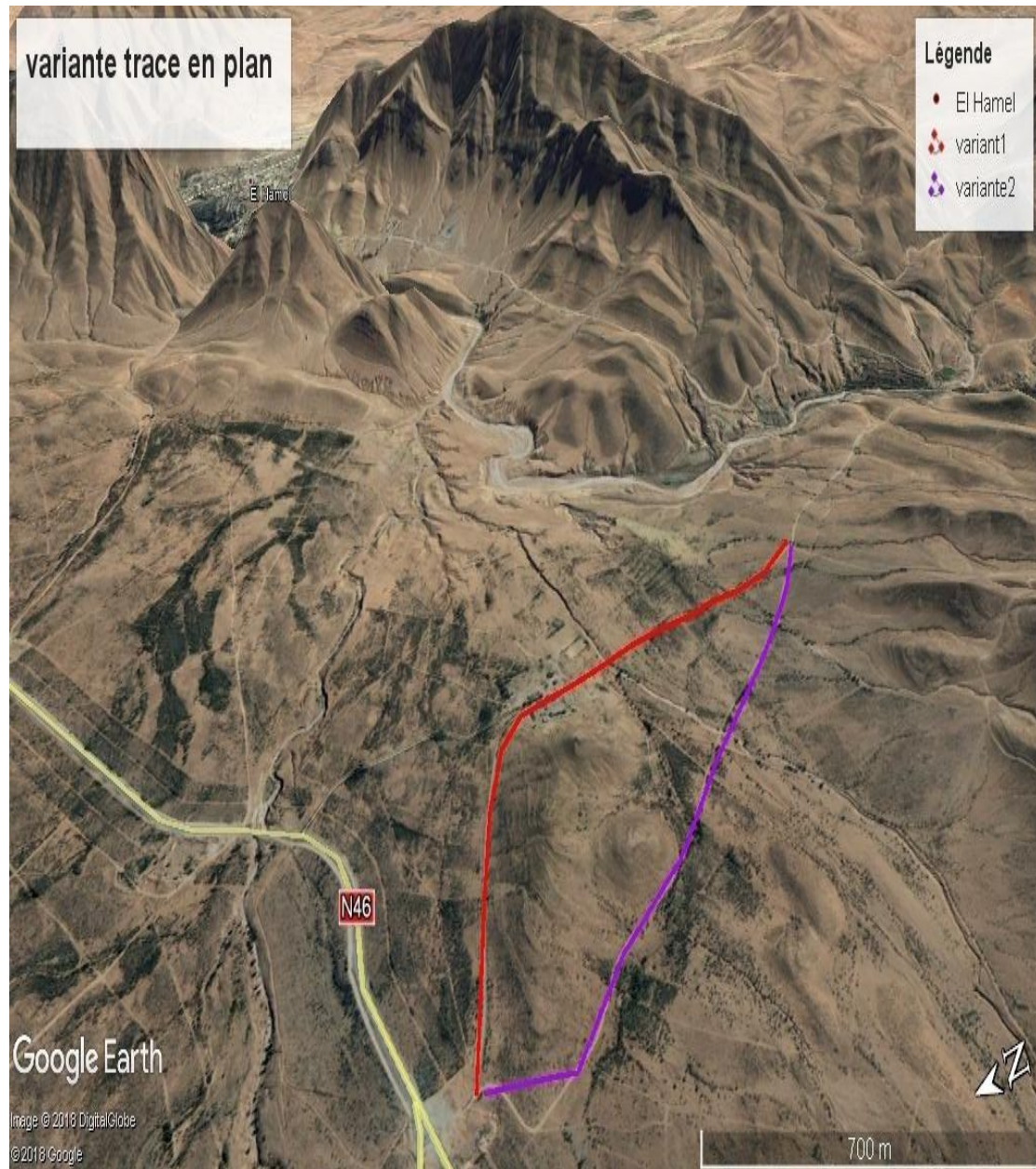


Figure 2-3: photo aerienne des variants

2-7-TRACE EN PLAN

Le trace en plan de la route doit permettre un confort dynamique et optique au véhicule .

Tableau 2-3 rayons en plan

désignation	Symbole et unité	Rayon en (m)		
Vitesse de référence	V (km/h)	40	60	80
Rayon minimal 7%	R _{hm} (m)	80	160	280
Rayon normal- 5%	R _{hn} (m)	120	240	425
Rayon Deverse - 2.5%	R _{hd} (m)	250	450	650
Rayon non déverse	R _{hnd} (m)	400	600	1100

2-8- PROFIL EN LONG :

En profil en long, le but principal est d'assurer aux conducteurs une continuité dans l'espace de la route à fin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une perception parfait des points singuliers. De préférence il faut utiliser des grands rayons.

a)Caractéristiques du profil en long

Tableau 2-4 rayons verticaux

désignation				
Vitesse de référence	V _B (km/h)	40	60	80
Rayon saillant	RVm1 (minimal absolu)	500	1600	4500
	RVn1 (minimal normal)	1600	4500	10000
Rayon rentrant	RVm1 (minimal absolu)	700	1500	2200
	RVn1 (minimal normal)	1500	2200	3000
Pente maximale	P (%)	8	7	6

Caractéristiques géométriques des variantes

1-variante 01

Tableau 2-5 : axe en plan var 01-covadis

Axe En Plan						
Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	151.7257 g	84.492	0.000	9962.122	10012.713
Clothoïde 1	Paramètre	40.000	13.333	84.492	10020.226	9951.371
Arc 1	Rayon	120.000 m	40.215	97.826	10029.571	9941.864
	Centre X	10111.976 m				
	Centre Y	10029.096 m				
Clothoïde 2	Paramètre	-40.000	13.333	138.041	10062.845	9919.614
Droite 2	Gisement	123.3174 g	486.411	151.374	10075.202	9914.610
Clothoïde 3	Paramètre	-40.000	13.333	637.785	10529.349	9740.410
Arc 2	Rayon	-120.000 m	1.605	651.118	10541.706	9735.406
	Centre X	10492.575 m				
	Centre Y	9625.925 m				
Clothoïde 4	Paramètre	40.000	13.333	652.723	10543.166	9734.739
Droite 3	Gisement	131.2423 g	227.793	666.056	10555.038	9728.675
Clothoïde 5	Paramètre	-40.000	13.333	893.849	10755.946	9621.318
Arc 3	Rayon	-120.000 m	99.383	907.182	10767.586	9614.819
	Centre X	10705.242 m				
	Centre Y	9512.285 m				
Clothoïde 6	Paramètre	40.000	13.333	1006.565	10822.937	9535.690
Droite 4	Gisement	191.0399 g	703.668	1019.898	10825.051	9522.527
Clothoïde 7	Paramètre	-50.000	16.667	1723.567	10923.762	8825.817
Arc 4	Rayon	-150.000 m	1.191	1740.233	10925.794	8809.277
	Centre X	10776.338 m				
	Centre Y	8796.514 m				
Clothoïde 8	Paramètre	30.000	6.000	1741.425	10925.891	8808.089
Droite 5	Gisement	196.3556 g	254.678	1747.425	10926.274	8802.102
Clothoïde 9	Paramètre	60.000	18.000	2002.102	10940.845	8547.841
Arc 5	Rayon	200.000 m	6.770	2020.102	10942.145	8529.890
	Centre X	11141.100 m				
	Centre Y	8550.304 m				
Clothoïde 10	Paramètre	-60.000	18.000	2026.872	10942.949	8523.168
Droite 6	Gisement	188.4711 g	104.360	2044.872	10945.925	8505.418
				2149.232	10964.721	8402.764
Longueur totale de l'axe 2149.232 mètre(s)						

Tableau 2-6 profil en long var 01-covadis

Profil En Long Projet				
Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -0.47 %	144.265	0.000	101.006
Parabole 1	Pente -0.47 %	9.105	144.265	100.323
	Rayon -1500.000 m			
	Sommet Absc. 137.171 m			
	Sommet Alt. 100.340 m			
	Pente -1.08 %			
Pente 2	Pente -1.08 %	146.887	153.371	100.253
Parabole 2	Pente -1.08 %	0.011	300.257	98.666
	Rayon 1500.000 m			
	Sommet Absc. 316.468 m			
	Sommet Alt. 98.579 m			
	Pente -1.08 %			
Pente 3	Pente -1.08 %	232.881	300.269	98.666
Parabole 3	Pente -1.08 %	32.769	533.150	96.149
	Rayon -1500.000 m			
	Sommet Absc. 516.939 m			
	Sommet Alt. 96.237 m			
	Pente -3.27 %			
Pente 4	Pente -3.27 %	64.158	565.919	95.437
Parabole 4	Pente -3.27 %	39.093	630.077	93.342
	Rayon 1500.000 m			
	Sommet Absc. 679.057 m			
	Sommet Alt. 92.542 m			
	Pente -0.66 %			
Pente 5	Pente -0.66 %	63.978	669.077	92.576
Parabole 5	Pente -0.66 %	37.895	733.054	92.154
	Rayon -1500.000 m			
	Sommet Absc. 723.167 m			
	Sommet Alt. 92.187 m			
	Pente -3.19 %			
Pente 6	Pente -3.19 %	106.449	770.949	91.426
Parabole 6	Pente -3.19 %	43.767	877.398	88.035
	Rayon 1500.000 m			
	Sommet Absc. 925.180 m			
	Sommet Alt. 87.274 m			
	Pente -0.27 %			
Pente 7	Pente -0.27 %	95.480	917.398	87.294
Parabole 7	Pente -0.27 %	14.290	1012.878	87.034
	Rayon 1500.000 m			
	Sommet Absc. 1016.962 m			
	Sommet Alt. 87.028 m			
	Pente 0.68 %			
Pente 8	Pente 0.68 %	225.262	1027.168	87.063
Parabole 8	Pente 0.68 %	40.473	1252.430	88.596
	Rayon -1500.000 m			
	Sommet Absc. 1262.635 m			
	Sommet Alt. 88.630 m			
	Pente -2.02 %			
Pente 9	Pente -2.02 %	42.653	1292.903	88.325
Parabole 9	Pente -2.02 %	55.831	1335.556	87.464
	Rayon 1500.000 m			
	Sommet Absc. 1365.824 m			
	Sommet Alt. 87.159 m			
	Pente 1.70 %			
Pente 10	Pente 1.70 %	51.615	1391.387	87.377

Profil En Long Projet				
Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Parabole 10	Pente 1.70 %	18.171	1443.003	88.256
	Rayon -1500.000 m			
	Sommet Absc. 1468.566 m			
	Sommet Alt. 88.474 m			
	Pente 0.49 %			
Pente 11	Pente 0.49 %	183.918	1461.174	88.456
Parabole 11	Pente 0.49 %	7.480	1645.092	89.362
	Rayon -1500.000 m			
	Sommet Absc. 1652.484 m			
	Sommet Alt. 89.381 m			
	Pente -0.01 %			
Pente 12	Pente -0.01 %	140.513	1652.092	89.380
Parabole 12	Pente -0.01 %	6.254	1792.605	89.372
	Rayon 1500.000 m			
	Sommet Absc. 1792.692 m			
	Sommet Alt. 89.372 m			
	Pente 0.41 %			
Pente 13	Pente 0.41 %	89.238	1798.605	89.384
Parabole 13	Pente 0.41 %	27.411	1887.843	89.751
	Rayon 1500.000 m			
	Sommet Absc. 1881.675 m			
	Sommet Alt. 89.738 m			
	Pente 2.24 %			
Pente 14	Pente 2.24 %	98.980	1915.254	90.114
Parabole 14	Pente 2.24 %	34.801	2014.233	92.330
	Rayon 1500.000 m			
	Sommet Absc. 1980.655 m			
	Sommet Alt. 91.954 m			
	Pente 4.56 %			
Pente 15	Pente 4.56 %	100.198	2049.034	93.513
			2149.232	98.080
Longueur totale de l'axe 2149.232 mètre(s)				

Tableau 2-7 cubatures var 01-covadis

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
p1	0.000	25.00	3.93	0.00	98.163	0.000	98	0
p2	50.000	50.00	0.00	1.58	0.042	78.921	98	79
p3	100.000	50.00	0.27	1.08	13.445	54.824	112	134
p4	150.000	50.00	0.00	2.51	0.000	125.990	112	260
p5	200.000	50.00	0.00	3.26	0.000	162.775	112	423
p6	250.000	50.00	0.00	4.63	0.000	231.515	112	654
p7	300.000	50.00	0.00	1.86	0.000	93.051	112	747
p8	350.000	50.00	0.00	1.19	0.000	59.657	112	807
p9	400.000	50.00	0.00	6.07	0.000	303.350	112	1110
p10	450.000	50.00	0.00	4.36	0.000	218.092	112	1328
p11	500.000	50.00	0.00	5.05	0.000	252.567	112	1581
p12	550.000	50.00	0.00	1.92	0.000	95.905	112	1677
p13	600.000	50.00	0.00	5.06	0.000	252.904	112	1930
p14	650.000	50.00	0.18	1.78	9.099	89.791	121	2019
p15	700.000	50.00	0.00	1.83	0.000	91.321	121	2111
p16	750.000	50.00	0.00	3.99	0.000	199.446	121	2310
p17	800.000	50.00	0.00	2.07	0.000	103.538	121	2414
p18	850.000	50.00	0.00	2.42	0.000	120.899	121	2535
p19	900.000	50.00	0.00	5.74	0.000	288.246	121	2823
p20	950.000	50.00	0.00	4.26	0.000	215.730	121	3039
p21	1000.000	50.00	0.01	4.19	0.437	212.215	121	3251
p22	1050.000	50.00	0.00	1.86	0.000	92.975	121	3344
p23	1100.000	50.00	0.00	1.86	0.000	92.934	121	3437
p24	1150.000	50.00	0.00	3.18	0.000	159.240	121	3596
p25	1200.000	50.00	0.00	2.01	0.000	100.715	121	3697
p26	1250.000	50.00	0.00	0.73	0.000	36.702	121	3733
p27	1300.000	50.00	0.00	1.20	0.000	60.070	121	3793
p28	1350.000	50.00	0.22	0.34	11.118	17.041	132	3810
p29	1400.000	50.00	0.94	0.00	47.041	0.000	179	3810
p30	1450.000	50.00	0.00	1.98	0.000	98.951	179	3909
p31	1500.000	50.00	0.00	2.86	0.000	143.148	179	4053
p32	1550.000	50.00	0.00	3.03	0.000	151.391	179	4204
p33	1600.000	50.00	0.00	5.05	0.000	252.462	179	4456
p34	1650.000	50.00	0.00	1.93	0.000	96.677	179	4553
p35	1700.000	50.00	0.00	1.37	0.000	68.421	179	4621
p36	1750.000	50.00	0.00	7.58	0.000	379.152	179	5001
p37	1800.000	50.00	0.00	5.41	0.000	270.702	179	5271
p38	1850.000	50.00	0.00	2.96	0.000	148.021	179	5419
p39	1900.000	50.00	0.00	4.15	0.000	207.489	179	5627
p40	1950.000	50.00	0.00	4.26	0.000	212.889	179	5840
p41	2000.000	50.00	0.25	0.16	12.311	8.148	192	5848
p42	2050.000	50.00	0.26	0.00	13.044	0.087	205	5848
p43	2100.000	49.62	0.00	2.75	0.000	136.228	205	5984
p44	2149.232	24.62	3.92	0.00	96.377	0.000	301	5984

variante 02**Tableau 2-8 : axe en plan var 02-covadis**

Axe En Plan						
Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abcisse	X	Y
Droite 1	Gisement	178.3490 g	715.485	0.000	9959.570	10007.803
Clothoïde 1	Paramètre	81.722	44.523	715.485	10198.238	9333.298
Arc 1	Rayon	150.000 m	16.133	760.008	10215.130	9292.151
	Centre X	10347.585 m				
	Centre Y	9362.547 m				
Clothoïde 2	Paramètre	-81.722	44.523	776.141	10223.452	9278.339
Droite 2	Gisement	152.6057 g	501.163	820.664	10251.936	9244.177
Clothoïde 3	Paramètre	-103.426	50.938	1321.827	10591.515	8875.597
Arc 2	Rayon	-210.000 m	6.546	1372.765	10624.465	8836.796
	Centre X	10453.941 m				
	Centre Y	8714.234 m				
Clothoïde 4	Paramètre	103.426	50.938	1379.311	10628.202	8831.422
Droite 3	Gisement	170.0321 g	125.671	1430.249	10653.104	8787.024
Clothoïde 5	Paramètre	103.426	50.938	1555.920	10710.101	8675.021
Arc 3	Rayon	210.000 m	19.203	1606.858	10735.003	8630.623
	Centre X	10909.265 m				
	Centre Y	8747.811 m				
Clothoïde 6	Paramètre	-103.426	50.938	1626.061	10746.432	8615.200
Droite 4	Gisement	148.7688 g	253.406	1676.998	10781.660	8578.455
				1930.404	10964.277	8402.768
Longueur totale de l'axe 1930.404 mètre(s)						

Tableau 2-9 : profil en long var 02-covadis

Profil En Long Projet				
Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 0.55 %	519.211	0.000	102.034
Parabole 1	Pente 0.55 %	42.563	519.211	104.887
	Rayon -1500.000 m			
	Sommet Absc. 527.455 m			
	Sommet Alt. 104.910 m			
	Pente -2.29 %			
Pente 2	Pente -2.29 %	221.073	561.774	104.517
Parabole 2	Pente -2.29 %	33.006	782.847	99.459
	Rayon 1500.000 m			
	Sommet Absc. 817.166 m			
	Sommet Alt. 99.067 m			
	Pente -0.09 %			
Pente 3	Pente -0.44 %	561.820	815.853	99.067
Parabole 3	Pente -0.44 %	23.438	1377.673	96.610
	Rayon 1500.000 m			
	Sommet Absc. 1384.234 m			
	Sommet Alt. 96.596 m			
	Pente 1.13 %			
Pente 4	Pente 1.13 %	129.929	1401.110	96.691
Parabole 4	Pente 1.13 %	38.076	1531.040	98.152
	Rayon -1500.000 m			
	Sommet Absc. 1547.917 m			
	Sommet Alt. 98.247 m			
	Pente -1.41 %			
Pente 5	Pente -1.41 %	91.455	1569.115	98.098
Parabole 5	Pente -1.41 %	36.016	1660.570	96.805
	Rayon 1500.000 m			
	Sommet Absc. 1681.769 m			
	Sommet Alt. 96.655 m			
	Pente 0.99 %			
Pente 6	Pente 0.99 %	233.819	1696.586	96.728
			1930.404	99.038
Longueur totale de l'axe 1930.404 mètre(s)				

Tableau 2-10 : cubatures var 02-covadis

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
p1	0.000	25.00	3.91	0.00	97.862	0.000	98	0
p2	50.000	50.00	0.07	1.57	3.442	78.678	101	79
p3	100.000	50.00	3.42	0.00	171.218	0.000	273	79
p4	150.000	50.00	0.09	1.86	4.654	92.792	277	171
p5	200.000	50.00	0.00	3.28	0.000	164.149	277	336
p6	250.000	50.00	0.00	5.23	0.000	261.556	277	597
p7	300.000	50.00	0.00	6.80	0.000	340.221	277	937
p8	350.000	50.00	0.00	16.57	0.000	828.692	277	1766
p9	400.000	50.00	0.00	24.70	0.000	1234.964	277	3001
p10	450.000	50.00	0.00	19.41	0.000	970.250	277	3971
p11	500.000	50.00	0.00	16.77	0.000	838.557	277	4810
p12	550.000	50.00	0.00	17.92	0.000	896.020	277	5706
p13	600.000	50.00	0.00	18.64	0.000	932.174	277	6638
p14	650.000	50.00	0.00	18.23	0.000	911.526	277	7550
p15	700.000	50.00	0.00	12.62	0.000	631.168	277	8181
p16	750.000	50.00	0.00	12.73	0.000	640.937	277	8822
p17	800.000	50.00	0.00	18.46	0.000	924.291	277	9746
p18	850.000	50.00	0.00	18.67	0.000	933.643	277	10680
p19	900.000	50.00	0.00	19.19	0.000	959.428	277	11639
p20	950.000	50.00	0.00	10.42	0.000	520.976	277	12160
p21	1000.000	50.00	0.00	10.17	0.000	508.458	277	12668
p22	1050.000	50.00	0.00	13.10	0.000	654.913	277	13323
p23	1100.000	50.00	0.00	10.57	0.000	528.599	277	13852
p24	1150.000	50.00	0.00	12.21	0.000	610.303	277	14462
p25	1200.000	50.00	0.00	18.07	0.000	903.408	277	15366
p26	1250.000	50.00	0.00	15.12	0.000	755.802	277	16122
p27	1300.000	50.00	0.00	11.39	0.000	569.549	277	16691
p28	1350.000	50.00	0.00	14.02	0.000	702.004	277	17393
p29	1400.000	50.00	0.00	16.45	0.000	823.921	277	18217
p30	1450.000	50.00	0.00	9.30	0.000	465.122	277	18682
p31	1500.000	50.00	0.00	10.75	0.000	537.383	277	19219
p32	1550.000	50.00	0.00	12.97	0.000	648.501	277	19868
p33	1600.000	50.00	0.00	12.81	0.000	640.520	277	20509
p34	1650.000	50.00	0.00	13.96	0.000	696.866	277	21205
p35	1700.000	50.00	0.00	14.14	0.000	706.965	277	21912
p36	1750.000	50.00	0.00	13.29	0.000	664.453	277	22577
p37	1800.000	50.00	0.00	12.87	0.000	643.414	277	23220
p38	1850.000	50.00	0.00	18.68	0.000	933.771	277	24154
p39	1900.000	40.20	0.00	24.47	0.000	983.595	277	25138
p40	1930.404	15.20	0.00	4.26	0.000	64.799	277	25202

2-9 EVALUATION DES VARIANTES :devis quantitatif estimatif

variante 01

Tableau 2-11-devis variante 01

l= 2150

n°	Designation	u	quantite	pu	montant
1	decapage de la terre vegetale	m2	4300	120	516 000.00
2	remblain en materiau nselectionne y compris arrosage et compactage a l'optimum Proctor	m3	5934	350	2 076 900.00
3	deblai en tout terrain y compris evacuation	m3	301	500	150 500.00
4	couche de fondation den tuff a 90 % PROCTOR	m3	3440	800	2 752 000.00
5	COUCHE DE BASE EN GNT 0/40 a 95 % proctor	m3	2580	2000	5 160 000.00
6	couche de roulement en beton bitumineux sur une ep de 6 cms	t	1857.6	4500	8 359 200.00
7	ouvrage buse en buses cao 800	ml	60	30000	1 800 000.00
8	accotement en tuff compacte	m3	860	600	516 000.00
				montant1	21 330 600.00

devis quantitatif estimatif

variante 02

Tableau 2-12-devis variante 2

l= 1930

n°	Designation	u	quantite	pu	montant
1	decapage de la terre vegetale	m2	3860	120	463 200.00
2	remblain en materiau nselectionne y compris arrosage et compactage a l'optimum Proctor	m3	25202	350	8 820 700.00
3	deblai en tout terrain y compris evacuation	m3	277	500	138 500.00
4	couche de fondation den tuff a 90 % PROCTOR	m3	3088	800	2 470 400.00
5	COUCHE DE BASE EN GNT 0/40 a 95 % proctor	m3	2316	2000	4 632 000.00
6	couche de roulement en beton bitumineux sur une ep de 6 cms	t	1667.52	4500	7 503 840.00
7	ouvrage buse en buses cao 800	ml	100	30000	3 000 000.00
8	accotement en tuff compacte	m3	772	600	463 200.00
				montant2	27 491 840.00

2-10- CONCLUSION :

En conclusion la première variante malgré que le trace est plus important le cout reste un facteur déterminant cette variante est sur le plan financier plus économique ,elle ne présente pas de contraintes majeurs pour la réalisation et le nombre des cours d'eau traversée est inferieur a la deuxième variante

Cette variante sera développée en phase d'avant projet détailler.

CHAPITRE 3 : TRACE EN PLAN

3-1-INTRODUCTION :

Par définition, le tracé en plan représente la projection verticale sur un plan horizontal de la route dans l'espace, ce plan est en général une carte topographique ou un plan de situation ou le relief du terrain qui est représenté par les courbes de niveau. En générale, il est constitué d'alignements droits raccordés par des courbes.

Il est caractérisé par la vitesse de référence appelée aussi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaire de la route. Mais la pratique des grandes vitesses a imposé des éléments supplémentaires pour les raccordements progressifs entre les alignements droits et les courbes.

3-2 PARAMETRES CINEMATIQUES

3-2-1 TEMPS DE PERCEPTION REACTION

Le temps de perception réaction est la durée nécessaire au conducteur de prendre dans toutes situations les mesures nécessaires a sa sécurité :

Cette durée concerne les manœuvres de

- ✓ Freinage
- ✓ Dépassement
- ✓ Observation de la signalisation

La réglementation B40 adopte les valeurs suivantes

Tableau 3-1 temps de perception réaction

categorie	vitesse	environnement		
		E1	E2	E3
1-2	>80	1.8	1.8	1.8
	≤80	2.0	2.0	1.8
3-4-5	>60	1.8	1.8	1.8
	≤60	2.0	2.0	2.0

3-2-2 COEFFICIENT DE FROTTEMENT LONGITUDINAL

le coefficient de frottement longitudinal est un paramètre qui sert à calculer la distance théorique de freinage .

Selon les normes B40 :

Tableau 3-2 coefficient de frottement longitudinal

Vitesse catégorie	40	60	80	100	120	140
1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
3-4	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	-

3-2-3 COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL

Le coefficient de frottement transversal est utilisé pour la détermination

Des rayons en plan associés à un dévers donné .

Selon le B40 le coefficient de frottement transversal est donné par le tableau suivant.

TABLEAU3-3 : coefficient de frottement transversal

Vitesse catégorie	40	60	80	100	120	140
1-2	0.2	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09
3-4	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	-

3-2-4 DISTANCE DE FREINAGE

La distance de freinage est la distance que parcourt le véhicule du moment où le conducteur commence à freiner jusqu'à l'immobilisation du véhicule :

Cette distance est calculée selon la formule

$$d_o = \frac{4}{1000} \times \frac{V^2}{f_l \pm i/100}$$

f_l : coefficient de frottement longitudinal

i : rampe en %

V ; vitesse en km/h

SELON LE B40 la distance de freinage est définie comme suit :

Tableau 3-4 :distance de freinage

Vitesse catégorie	40	60	80	100	120
1-2	14	34	65	111	175
3-4-5	13	31	59	100	160

3-2-5 DISTANCE D'ARRÊT

La distance d'arrêt est la distance de freinage plus la distance parcourue par le véhicule pendant le temps de perception réception.

Elle est calculée selon la formule ;

$$d1 = d_0 + 0.56V$$

Selon LE B40 La distance d'arrêt est définie comme suit :

Tableau 3-5 : distance d'arrêt

Vitesse catégorie	40	60	80	100	120
1-2	36	67	109	161	235
3-4-5	35	64	99	150	220

3-2-6/DISTANCE DE VISIBILITE DE DEPASSEMENT MINIMALE

c'est la longueur parcourue pendant environ 15 seconde a la vitesse v
et qui correspond a une manœuvre de dépassement de 7 a 8 secondes
ce paramètre sert a calculer le rayon du profil en long **RVm**

$$dm = 4V(km/h)$$

Selon LE B40 la distance de visibilité de dépassement minimale est définie comme suit :

Tableau 3-6 : distance de visibilité de dépassement minimale

Vitesse	40	60	80	100	120
catégorie					
1-2-3-4-5	150	250	325	425	550

3-2-7 DISTANCE DE VISIBILITE DE DEPASSEMENT NORMALE

C'est la longueur parcourue pendant environ 15 seconde a la vitesse v

Et qui correspond a une manœuvre de dépassement de 11 a 12secondes

Ce paramètre sert a calculer le rayon du profil en long **RVm**

$$dn = 6V(km/h)$$

Tableau 3-7 :distance de visibilité de dépassement normale

Vitesse	40	60	80	100	120
catégorie					
1-2-3-4-5	250	350	500	625	800

3-2-8 DISTANCE DE VISIBILITE DE MANŒUVRE DE DEPASSEMENT dMd

C'est la distance permettant aux véhicules soit de freiner et abandonner le dépassement soit d'effectuer le dépassement en toute sécurité

Elle sert au calcul du rayon en point haut du profil en long des chaussées bidirectionnelles

Tableau 3-8 : distance de visibilité de manœuvre de dépassement

Vitesse	40	60	80	100	120
catégorie					
1-2-3	70	120	200	300	425
-4-5					

3-3-LES REGLES A RESPECTER POUR LE TRACE EN PLAN:

- ❖ 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 ; si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- ❖ Adapter au maximum le terrain naturel.
- ❖ Appliquer les normes du B40.
- ❖ 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.

3-4-ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

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

3-4-1-LES ALIGNEMENTS :

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint. La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- Attirent les conducteurs d'utiliser les grandes vitesses.
- De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement est justifié:

- En plaine ou, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans des vallées étroites.
- Le long de constructions existantes.
- Pour donner la possibilité de dépassement.

Donc la longueur des alignements dépend de:

- La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

Règles concernant la longueur des alignements

- ❖ 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 **cinq (5) secondes** à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs de cercle.

Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en c ou en ove.

V_B: vitesse de base en **km/h**

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

L_{min} : longueur minimale (**m**)

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

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

Selon B40, entre deux courbes de même sens il faut avoir une longueur minimale de **L_{min} = 5v**, et entre deux courbes de sens contraire on a : **L_{min} = 3v**. On peut même annuler l'alignement droit entre deux courbes de sens différent (courbe en « s »)

Remarque :

La longueur minimale des alignements droits peut ne pas être respectée quelques fois en raison de la nature difficile du terrain naturel

❖ Avantages :

Pendant longtemps, le tracé en alignement droit a été considéré comme le meilleur parce que :

- C'est le plus court chemin.
- Absence des forces centrifuges.
- Bonnes conditions de visibilité.
- Dépassements aisés.
- Construction facile.

Il présente quand même quelques inconvénients tels que :

- La monotonie de conduite.
- La vitesse excessive.
- L'éblouissement par phares de nuit.
- L'appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- La mauvaise adaptation de la route au paysage.

3-4-2-ARCS DE CERCLE:

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 préconisé.

3-4-2.1-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'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente.

a)-Rayon horizontal minimal absolu (RHM) :

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal.

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

b)-Rayon minimal normal (RHN):

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant V_B de 20km/h de rouler en sécurité.

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

c)-Rayon au dévers 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_B serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

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

$d_{\min} = 3\%$ en catégorie 3 – 4

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

d)-Rayon minimal non déversé (RHnd):

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse V_B une courbe de devers égal à $d_{\min}$ vers l'extérieur reste inférieure à la valeur limitée.

$$RHnd = \frac{V_B^2}{127 \times 0.0035}$$

Tableau 3-9: rayons du tracé en plan

Paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V	60
Rayon horizontal minimal (m) ABSOLU	RHm (7%)	120
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	240
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	450
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	600

e)-Sur largeur:

Un long véhicule à deux (02) essieux, circulant dans un virage, balaie en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit

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

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

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

R : rayon de l'axe de la route .

3-4-3-LES COURBES DE RACCORDEMENT :**3-4-3.1-Rôle et nécessité des courbes de raccordement :**

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

- Stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.

3-4-3.2-Types de courbe de raccordement:

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

-  Parabole cubique
-  Lemniscate
-  Clothoïde

a) 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).

b) 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.

c) Clothoïde :

Parmi les courbes susceptibles de satisfaire à cette condition de variation continue du rayon de courbure, c'est la Clothoïde qui a été retenue en matière de tracé routier.

Cette courbe est une spirale dont le produit, en chaque point du rayon de courbure par la longueur de l'axe (la développée), a une valeur constante égale à A^2 . L'équation paramétrique de cette courbe est donc : **$A^2 = RL$**

La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

c).1-Expression mathématique de la Clothoïde:

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L.

$$K = C.L: K = \frac{1}{R} \Rightarrow L.R = \frac{1}{C} \Rightarrow \frac{1}{R} = C.L$$

$$\text{On pose: } \frac{1}{C} = A^2 \Rightarrow \boxed{L.R = A^2}$$

c).2-Eléments de la Clothoïde :

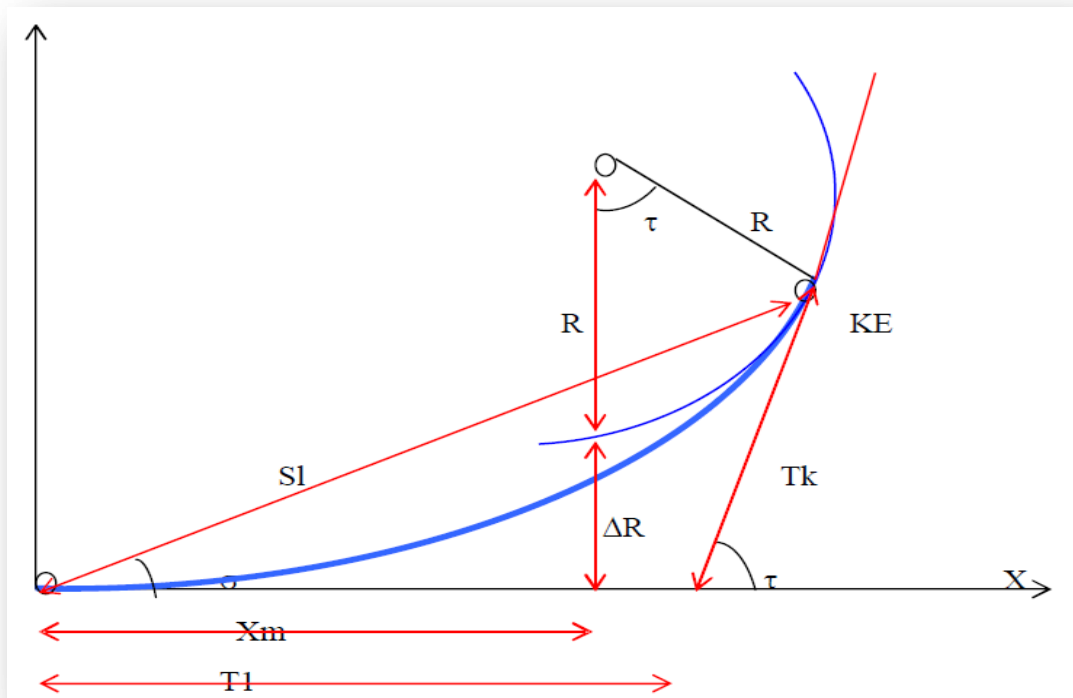


FIGURE 3-1: clothoide

R : Rayon du cercle.

L : Longueur de la branche de Clothoïde.

A : Paramètre de la Clothoïde.

KA : origine de la Clothoïde.

KE : extrémité de la Clothoïde.

ΔR : ripage.

τ : Angle des tangentes.

TC : tangente courte.

TL : tangente longue

☐: Angle polaire.

SL: corde KE -KA.

M : centre du cercle d'abscisse **XM**.

Xm: abscisse du centre du cercle **M** à partir de **KA**.

Ym: ordonnée du centre du cercle **M** à partir de **KA**.

X: abscisse de KE

Y: ordonnée de KE

3-5 LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT :

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.

$\tau \geq 3^\circ$ soit $\tau \geq 1/18$ rads Tapez une équation ici.

$\tau = L/2R > 1/18$ rads $\rightarrow L > R/9$ soit $A > 1/3$

$$R/3 \leq A \leq R$$

Règle générale (B40)

✓ $R \leq 1500$ m $\varnothing R = 1$ m (éventuellement 0.5 m) $L = \sqrt{24 R \Delta R}$

✓ $1500 < R \leq 5000$ m $L \geq R/9$

✓ $R > 5000$ m $\varnothing R = 2.5$ m $L = 7.75 \sqrt{R}$

b)- Condition 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.

VB: vitesse de base (km/h)

R: rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

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

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.

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

L : longueur de raccordement.

l: Largeur de la chaussée.

$\varnothing d$: variation de dévers.

La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter

pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demi chaussée extérieure au virage.

Cette variation est limitée à 2%.

$$L \geq \frac{5 \times \Delta d \times V_B}{36}$$

3- 6-COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

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

a)-Courbe en S :

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

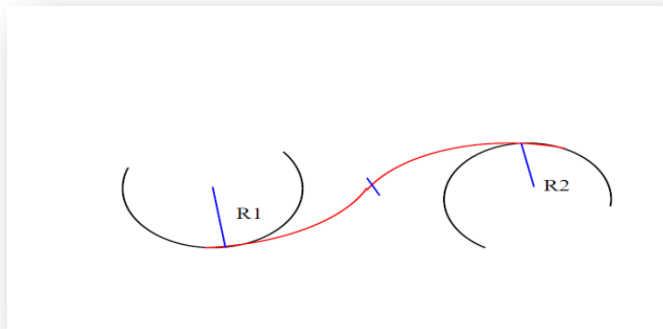


FIGURE 3-2 courbe en s

b)-Courbe à sommet :

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

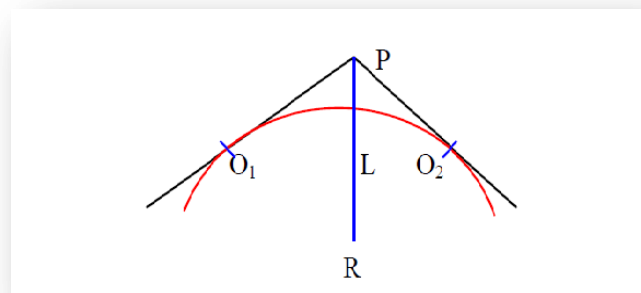
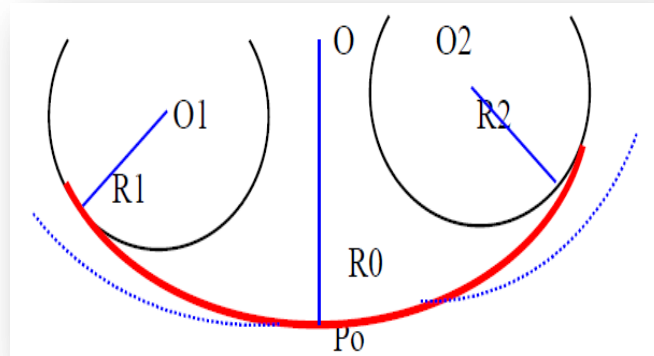


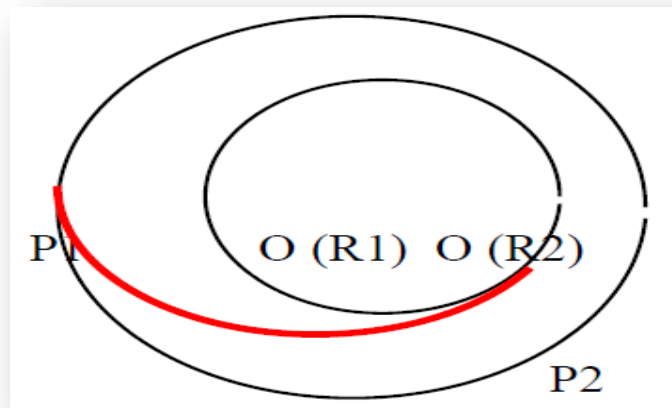
FIGURE 3-3 :courbe a sommet

c)-Courbe en C :

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

**FIGURE 3-4 :courbe en c****d)-Courbe en Ove :**

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

**FIGURE 3-5 courbe en ove**

3-7- NOTION DE DEVERS :

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

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

a)-Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à $d_{\min}=2.5\%$

b)-Devers en courbe :

Le devers en courbe permet :

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

c)-Rayon de courbure :

Pour assurer une stabilité du véhicule et réduire l'effet de la force centrifuge, on est obligé de d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur d'une pente dite devers, exprimée par sa tangente; d'où le rayon de courbure.

d)-Calcul des devers :

Dans les alignements droits et dans les courbes de $R \geq R_{Hnd}$ le devers est égal à 2.5% et pour les courbes de rayon $R < R_{Hnd}$ un calcul de devers peut être fait par l'interpolation « $1/R$ ».

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

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

Les rayons compris entre **RHd** et **RHnd** sont au devers minimal mais des rayons supérieurs à **RHnd** peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

Raccordement de devers :

En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (**2.5%**), en Courbe ils ont des valeurs supérieures (**de 3 à 7%**).

Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des

Clothoïdes :

- Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la **Clothoïde** jusqu'au début de l'arc de cercle.
- Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement droit au devers de l'arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé en général à une distance **Dmin**.

Appelée longueur de gauchissement.

$$D_{\min} = \frac{5}{36} \times v_B \Delta d$$

- Pour les courbes en S, il est souhaitable de prendre le devers nul au point d'inflexion.
- Pour les courbes de raccordement de devers entre deux courbes de même sens le devers peut unique peut être conservé.

3-8-LA VITESSE DE REFERENCE (DE BASE) :

La vitesse de référence (**Vr**) est une vitesse prise pour établir un projet de route,.

Elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route.

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

a)-Choix de la vitesse de référence:

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

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

b)-Vitesse de projet:

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

On entend par conditions normales:

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

3-9- PARAMETRES FONDAMENTAUX :

D'après le règlement des normes algériennes **B40**, pour un environnement **E2** et une catégorie **C4** avec une vitesse de base de **60km/h**, on définit les paramètres suivants :

Tableau 3-10: Paramètres fondamentaux (1)

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	60
Longueur minimale (m)	Lmin	139
Longueur maximale (m)	Lmax	1667
Devers minimal (%)	Dmin	2.5
Devers maximal (%)	Dmax	7
Temps de perception réaction (s)	t1	2.00
Frottement longitudinal	fl	0.46
Frottement transversal	ft	0.18
Distance de freinage (m)	do	31
Distance d'arrêt (m)	d1	64
Distance de visibilité de dépassement minimale	dm	250
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	dn	350
Distance de visibilité de manoeuvre de dépassement (m)	dmd	120

3- 10-CALCUL D'AXE :

L'opération de calcul d'axe n'aura lieu, qu'après avoir déterminé le couloir par le quel passera la voie.

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

- Calcul de gisements
- Calcul de l'angle entre alignements
- Calcul de la tangente **T**
- Calcul de la corde **SL**
- Calcul de l'angle polaire **α**
- Vérification de non chevauchement
- Calcul de l'arc de cercle
- Calcul des coordonnées des points singuliers
- Calcul de kilométrage des points particuliers

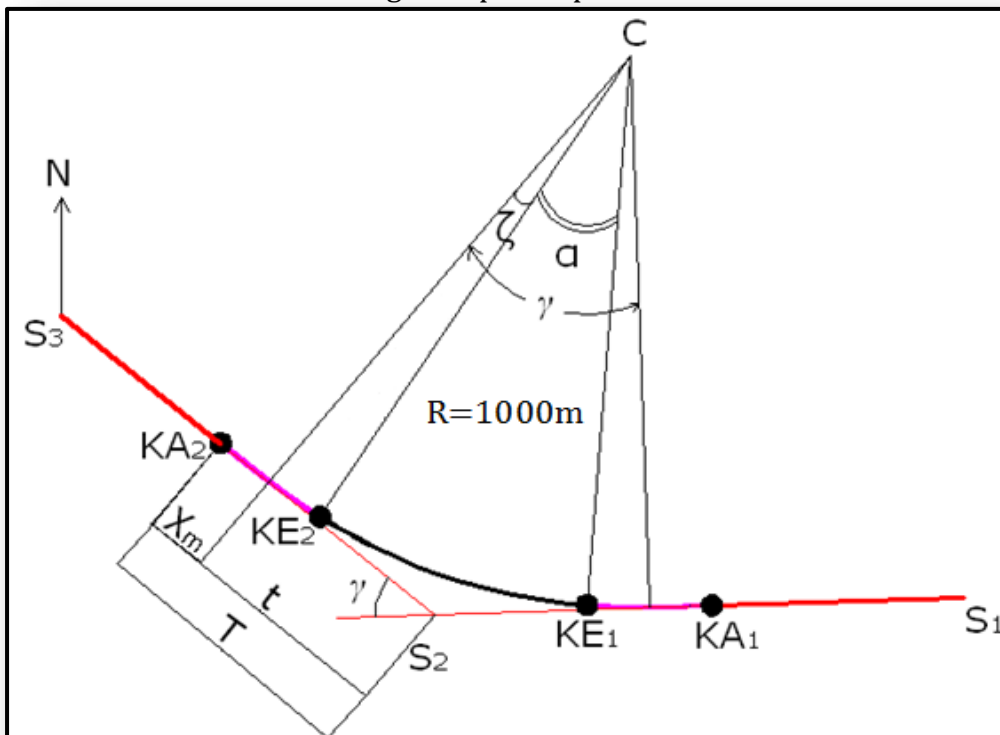


Figure 3-6 Calcul de courbe avec clothoide

Exemple de calcul manuel

- **Courbe avec Clothoïde :**

On prendra comme exemple de calcul manuel le premier raccordement courbe clothoïde courbe du projet .

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit:

Tableau 3-11 : coordonnées des sommets et rayon.

$V_B = 60 \text{ km/h}$	$x(m)$	$Y(m)$	$R_1(m)$
P₁	9965.315	10008.911	250
S	10251.787	9823.137	
P₂	10307.415	9804.362	

❖ **Détermination de L :**

▪ **Condition de (confort dynamique+ gauchissement) :**

$$L \geq \frac{5}{36} \cdot \Delta d \cdot V_B$$

$R_{HN} \leq R \leq R_{Hd}$:

$$\Delta d = d + 2.5$$

$$V_B = 60 \text{ km/h}, R = 250, d = 3.81 \% \Rightarrow \Delta d = 3.81 + 2.5 = 6.31 \%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 6.31 \times 60 = 52.58 \text{ m}$$

$$L \geq 52.58 \text{ m}$$

Condition de confort optique

❖ **Calcul du paramètre A :**

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

$$A = \sqrt{L \cdot R} = 115.10 \text{ Donc on prend : } A = 116$$

$$L = A^2 / R = (116)^2 / 250 = 53.82 \text{ m on prend } L = 54 \text{ m}$$

La condition $R/3 \leq A_{min} \leq R$ elle est vérifiée, $(250/3 \leq A_{min} \leq 250)$

❖ **Calcul de ΔR :**

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} = \frac{54^2}{24 \times 250} \Rightarrow \Delta R = 0.486 \text{ m}$$

Calcul des gisements

Le gisement d'une direction est l'angle que fait cette direction avec

Le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

$$P1S \quad \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X1| = |XS - XP| = 285.863 \\ |\Delta Y1| = |YS - YP| = 185.773 \end{array} \right.$$

$$SP2 \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta X1 = |XP2 - XS| = 56.236 \\ |\Delta Y1| = |YP2 - YS| = 18.775 \end{array} \right.$$

$$G \frac{S}{P1} = 100 + \text{ARCTG} \left| \frac{\Delta Y1}{\Delta X1} \right| = 136.705 \text{ grades}$$

$$G \frac{P2}{S} = 100 + \text{ARCTG} \left| \frac{\Delta Y2}{\Delta X2} \right| = 120.524 \text{ grades}$$

Calcul de l'angle γ

$$\gamma = G \frac{S}{P1} - G \frac{P2}{S} = 16.181 \text{ grd}$$

$$\gamma/2 = 8.090 \text{ grd}$$

CALCUL DE L'ANGLE τ

$$\tau = \frac{L}{2R} \cdot \frac{200}{\pi} = 6.878 \text{ grds}$$

verification de la condition de non chevauchement

$$\tau < \gamma/2 \Rightarrow \text{condition verifiee}$$

calcul des distances

$$P1S = \sqrt{\Delta x1^2 + \Delta y1^2} = 340.924 \text{ m}$$

$$SP2 = \sqrt{\Delta x2^2 + \Delta y2^2} = 59.287 \text{ m}$$

Calcul de l'abscisse du centre du cercle X_m

$$X_m = l/2 = 27 \text{ m}$$

Calcul de l'abscisse KE

$$X = l(1 - \frac{L^2}{40R^2}) = 53.93 \text{ m}$$

Calcul de l'origine KE

$$Y = \frac{L^2}{6R} = 1.94 \text{ m}$$

Calcul de la tangente

$$T = Xm + (R + \Delta R) \text{tg} \gamma / 2 = 58.98 \text{ m}$$

Calcul de SL

$$Sl = \sqrt{x^2 + y^2} = 53.97 \text{ m}$$

Calcul de l'angle σ

$$\sigma = \text{arctg}(y/x) = 2.29 \text{ grd}$$

calcul de l'arc

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 2.42 \text{ grds}$$

longueur de l'arc KE1-KE2

$$KE1-KE2 = \frac{R \cdot \alpha \cdot \pi}{200} = 9.51 \text{ m}$$

Calcul des coordonnees des points singuliers

$$KA1 \begin{cases} XKA1 = xp1 - (SP1 - T) \sin(G \frac{S}{P1} - 200) = 10201.595 \text{ m} \\ YKA1 = Yp1 - (SP1 - T) \cos(G \frac{S}{P1} - 200) = 9855.092 \text{ m} \end{cases}$$

$$KE1 \begin{cases} XKE1 = xKA1 + (SL) \sin(G \frac{S}{P1} - \sigma) = 10247.901 \text{ m} \\ YKE1 = YKA1 + SL \cdot \cos(G \frac{S}{P1} - \sigma) = 9799.600 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{KA2} \begin{cases} \text{XKA2} = \text{Xs} + \text{T} \cdot \sin\left(200 - G \frac{p^2}{s}\right) = 10307.115 \text{ m} \\ \text{YKA2} = \text{Ys} - \text{T} \cdot \cos\left(200 - G \frac{p^2}{s}\right) = 9804.412 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{KE2} \begin{cases} \text{XKE2} = \text{xKA2} - (\text{SL}) \sin\left(G \frac{p^2}{s} + \sigma\right) = 10256.556 \text{ m} \\ \text{YKE2} = \text{YkA2} - \text{SL} \cdot \cos\left(G \frac{p^2}{s} + \sigma\right) = 9823.296 \text{ m} \end{cases}$$

Les résultats de calcul d'axe sont joints en annexe

CHAPITRE 4 : PROFIL EN LONG

4-1 DÉFINITION :

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

4-2-RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACÉ DU PROFIL EN LONG :

Il est nécessaire de respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur:

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

4-3-LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG :

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

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

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

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

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

4-5-DÉCLIVITÉS :

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

4-5.1-Déclivité Minimum :

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

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

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

4-5.2-Déclivité Maximum :

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

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

Donc, La déclivité maximale dépend de :

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

TABEAU 4-1: I_{max} Selon le B40

V _r Km/h	40	60	80	100	120	140
I max %	8	7	6	5	4	4

Pour notre cas la vitesse **V_r = 60Km/h** donc la pente maximale **I_{max} = 7%**.

4-6-RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

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

4.6.1-Raccords 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.

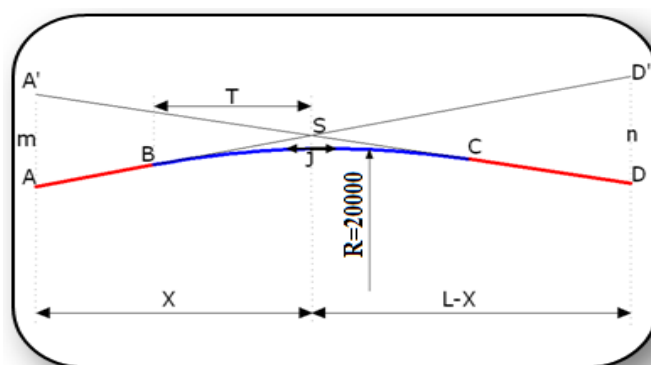


FIGURE 4-1 raccords en angle saillant

a)-Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte convexité, le véhicule subit une accélération verticale importante qui modifie sa stabilité et gêne les usagers /40 pour catégorie 1, 2g / 30 pour catégorie 3, 4 et 5. Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à : $V_r^2 / R_v < g / 40$ avec : $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$R_v = 0.3 V_r^2 \text{ -----pour cat. 1-2}$$

$$R_v = 0.23 V_r^2 \text{ -----pour cat. 3- 4 -5}$$

Dans notre cas : $R_{v\min} = 0.23 V_r^2$ Avec: R_v : rayon vertical (m)

V_r : vitesse référence (Km/h)

b)-Condition de visibilité :

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

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

Le rayon de raccordement est donné par l'expression :

$$R_v = \frac{d_1^2}{2 \times (h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 \times h_1})}$$

Avec :

D₁: distance d'arrêt (m)

h₀ : hauteur de l'oeil(m)

h₁: hauteur de l'obstacle (m)

Dans le cas d'une route unidirectionnelle « bretelles » : $h_0 = 1.1$ m, $h_1 = 0.15$ m
On trouve : $0.24 \times d_1^2$

4.6.2- Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :

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

Cette condition s'exprime par la relation :

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

Avec : **R_v'**: rayon minimum du cercle de raccordement. **d₁** : distance d'arrêt.

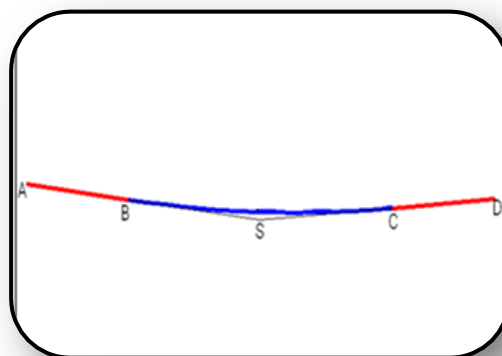


FIGURE 4-2 : raccordements en angle rentrant

Condition esthétique :

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

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

Avec : **d** : changement des devers. **R_{vmin}**: rayon vertical minimal

4.7- CARACTÉRISTIQUES DES RAYONS EN LONG :

Pour le cas du projet, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivants **(selon le B40)** :

-TABLEAU 4-2 Les rayons- verticaux

Catégorie		C ₄
Environnement		E ₂
Vitesses de base(Km/h)		60
Rayon en angle saillant RV	Route unidirectionnelle : (2x2 voies)	
	RVm1 (minimal absolu) en m	1600
	RVn1 (minimal normal) en m	4500
Rayon en angle rentrant RV'	Route unidirectionnelle : (2x2 voies)	
	RVm' (minimal absolu) en m	1500
	RVn' (minimal normal) en m	2200
Déclivité maximale I _{MAX} (%)		7

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

CHAPITRE 5 : PROFIL EN TRAVERS

5-1- DÉFINITION :

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « **profil en travers** » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

5.2- LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS :

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

a)-La chaussée :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules.

La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

b)-La largeur roulant :

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

c)-La plate forme :

C'est la surface de la route située entre le fossé 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.

d)-Assiette :

Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

e)-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.

f)-Les accotements :

Les accotements sont les zones latérales de la plate forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

g)-Le terre-plein central :

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

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

h)-Le fossé :

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

5.3-CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :

Ils existent deux types de profil :

- Profil en travers type ;
- Profil en travers courant.

a)-Le profil en travers type :

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

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

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

b)-Le profil en travers courant :

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

5.4-PROFILEN TRAVERS DE PROJET

Le profil type projet liaison routière EL HAMEL-RN46 et après définition du gabarit a la lumière de l'étude de capacité du trafic est donc compose de Deux voies de 3.00 metres de largeur bidirectionnelles et d'accotement de 1.00 pour des raisons économiques les fosses seront dans un premier temps seront de type fosses en terre ,les talus en remblai auront une pente de 3/2 et les talus en déblais auront une pente de 1/1

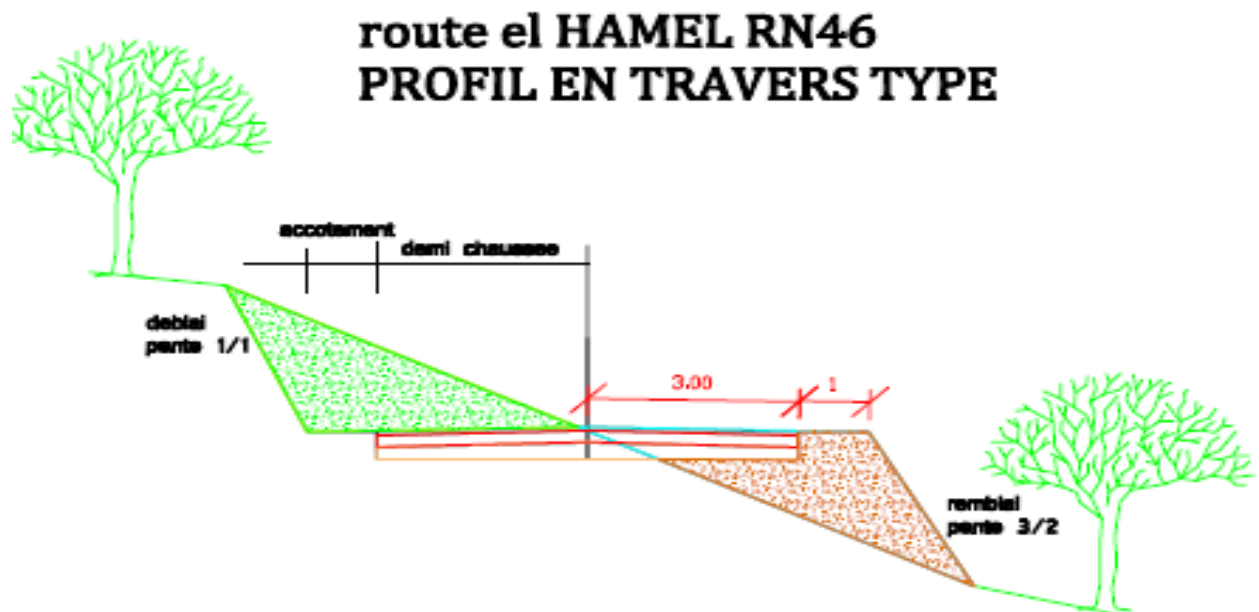


FIGURE 5-1 profil en travers type

Les résultats de calcul sont joints en annexe

CHAPITRE 6 : LES CUBATURES

6-1-INTRODUCTION :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

6-2- CUBATURES DES TERRASSEMENTS :

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

6.2-1- MÉTHODE UTILISÉE :

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

A/ Description De La Méthode :

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

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

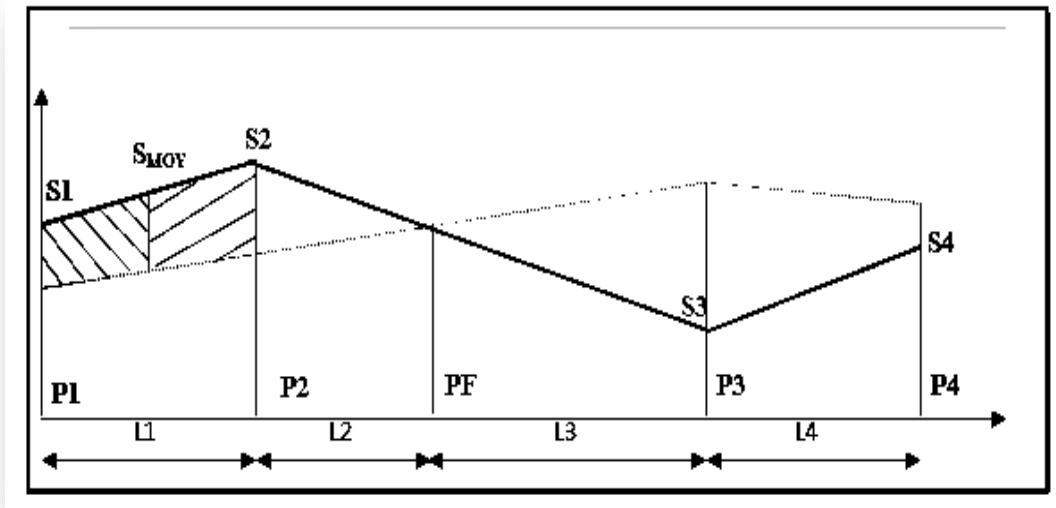


FIGURE 6-1 calcul des cubatures

Où l , S_1 , S_2 et S_0 désignant respectivement :

- distance entre deux profils.
- Surface du profil 1
- Surface du profil 2

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

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

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

$$V = \frac{L_1}{6} (S_1 + S_2 + 4 \times S_{MOY})$$

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

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

Donc les volumes seront :

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

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

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

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

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

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

6-2-2-MÉTHODE CLASSIQUE:

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

Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure). Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel autoPiste nous avons utilisé la méthode de **GULDEN** et les résultats obtenus sont en annexe mais ici (ci – dessous) nous donnons les résultats final du volume de remblais et déblais.

Calcules automatiquement par le logiciel autopiste de covadis

- **Le volume de déblais est de: $V_D = 27104m^3$**
- **Le volume de remblais est de: $V_R = 37792m^3$**

Les résultats de calcul sont joints en annexe

CHAPITRE 7 : STRUCTURE DE CHAUSSEE

7.1-INTRODUCTION :

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier car la qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet, une fois réalisée, la chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation: action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,...etc.

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie.

La qualité de la construction de chaussées joue à ce titre 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. Enfin, on examinera les différentes méthodes de dimensionnements avec une application au projet.

7.2-LA CHAUSSEE :

9.2.1- 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 .

7.2.2-LES DIFFERENTES COUCHES DE CHAUSSEE :**a)- Couche de surface :**

Cette couche en contact direct avec le pneumatique de véhicule 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 (bruit et uni).

Rôle de couche de liaison :

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

b)- Couche de base :

C'est une couche intermédiaire, permet le passage progressif entre **CR** et **CF**, Elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

c)- 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** ».

d)- 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-contaminante peut être intercalée entre

la couche de forme et la couche de fondation qui s'appelle « **sous-couche** ».

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

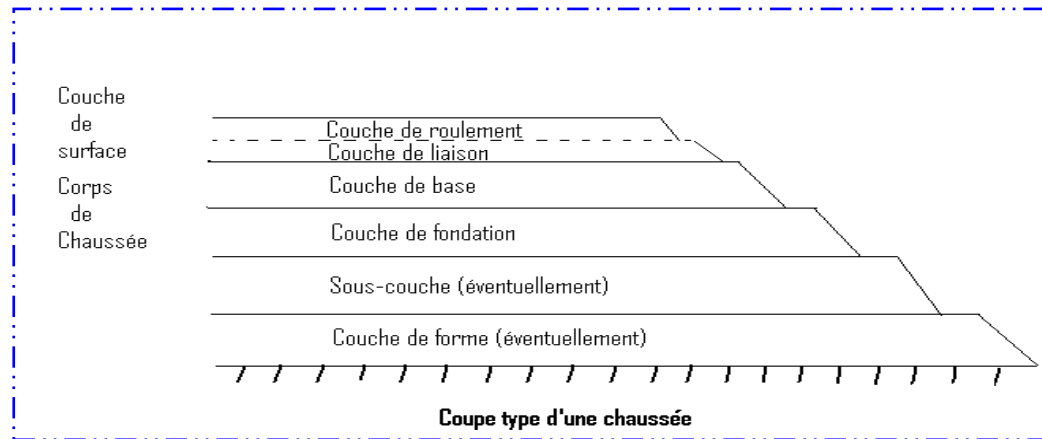


FIGURE 7-1 coupe type de chaussée

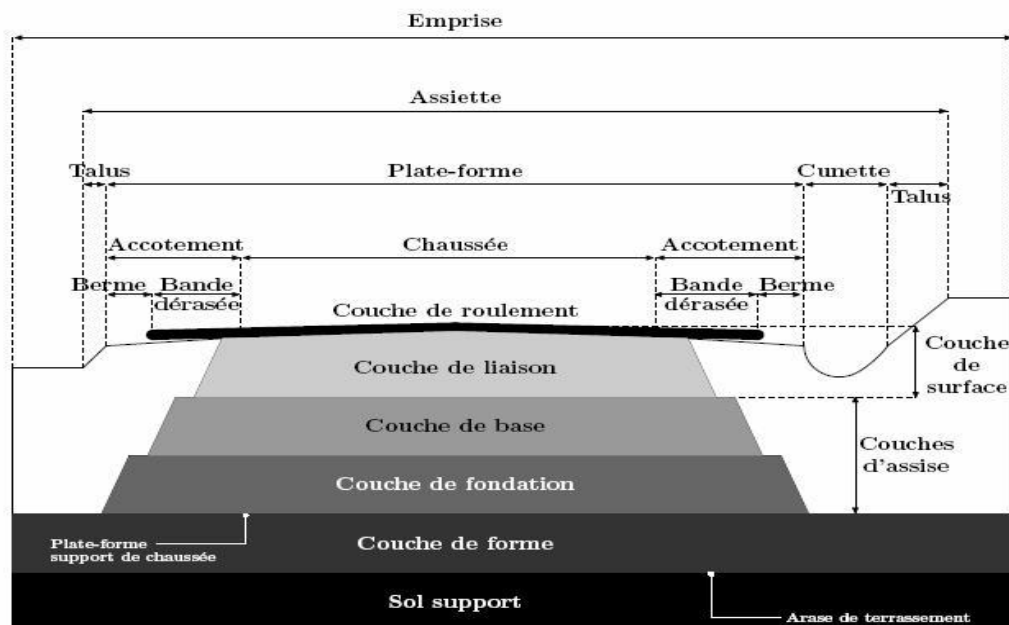


FIGURE -7-2 coupe transversale de chaussée

7.2.3-LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :

Il existe trois types de chaussée:

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

a)-Les chaussées souples :**- Les chaussées traditionnelles :**

qui constituent l'immense majorité des route actuelles, elles sont composées en couche de base et en couche de fondation de graves roulées ou concassées stabilisées mécaniquement « **hérisson** » ou tout-venant d'oued en fondation, macadam ou tout-venant concassé en couche de base, la couche de roulement a généralement reçu une imprégnation au liant hydrocarboné, elles sont revêtues d'un enduit superficiel monocouche ou bicouche, elles sont exceptionnellement revêtues d'un enrobé à chaud (béton bitumineux) et couramment , pour les route de sud ,d'un enrobé à froid .

Certaines chaussées traditionnelles, dans les zones de climat semi-aride, sont constituées en couche de base et/ou en couche de fondation d'encroûtements calcaires (**tufs**), elles sont revêtues d'un enduit superficiel.

- Les chaussées à couches hydrocarbonées épaisses:

Ce sont des chaussées à couche de base traitée au bitume, l'épaisseur totale des couches de base et de surface en enrobés et supérieure à **20 cm**, ce type de chaussée n'existe pratiquement pas en algérien.

b)-Les chaussées semi –rigides :

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (et quelquefois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, laitier granulé...)
- La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelquefois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé hydrocarboné sur la couche de base traitée dont l'épaisseur strictement minimale doit être de **15 cm**, Ce type de chaussée, actuellement n'existe pas en Algérie.

- Les chaussées comportant une couche de base et/ou une couche de fondation en sable gypseux, on les rencontre fréquemment dans les zones arides.

c)- Les chaussées rigides :

Elles sont constituées d'une dalle de béton de ciment, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

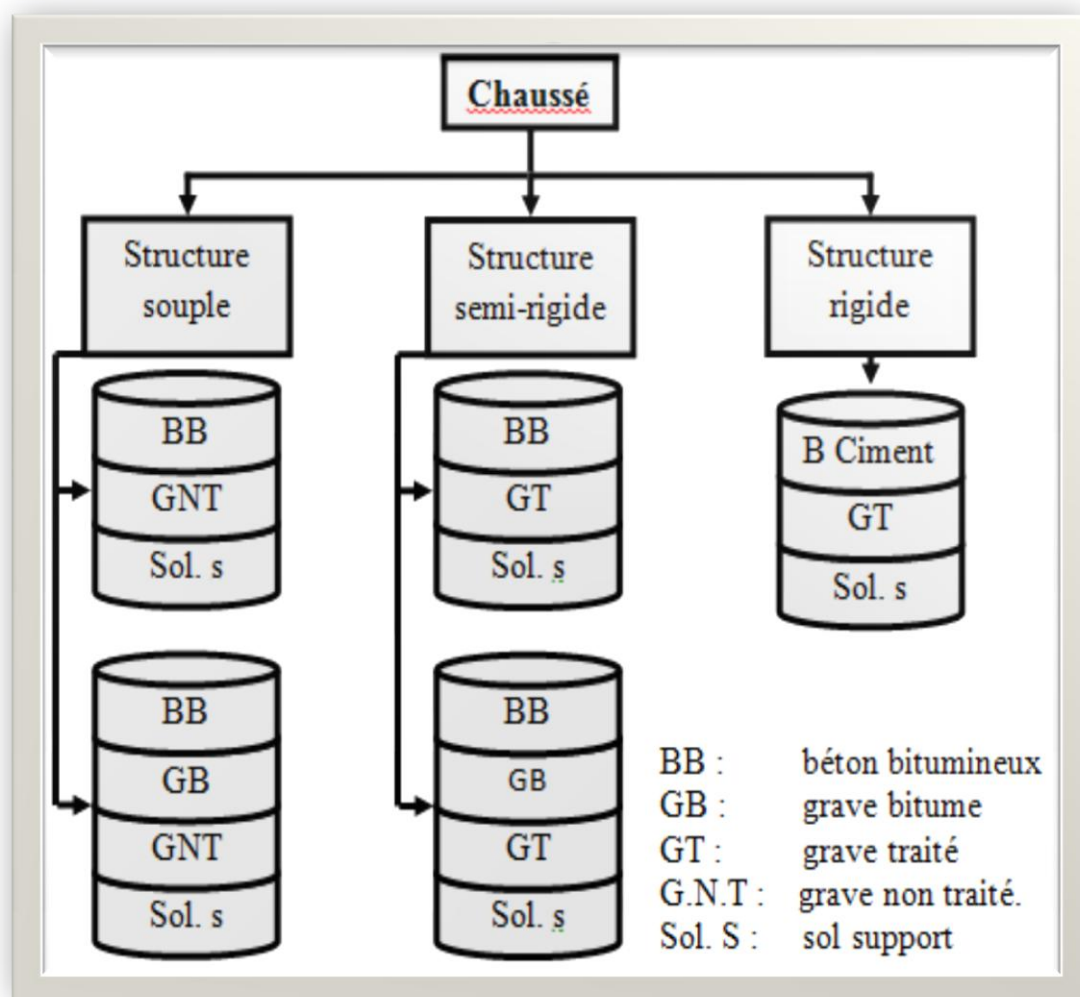


FIGURE 7-3 categories de chaussee

7.3-LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

On distingue deux familles des méthodes :

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

Pour cela on intéresser aux méthodes empiriques les plus utilisées.

7.3.1-LES FACTEURS DETERMINANTS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSEES :

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

a)-Trafic :

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

Le trafic des poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes;

Le trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par:

$$N = T . A . C$$

N: trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C: facteur de cumul.

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

τ :Taux de croissance du trafic.

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

b)-Le climat et l'environnement :

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

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

Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support et donc sa portance ainsi que les possibilités de réemploi des matériaux de déblai en remblai.

c)-Le sol support :

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

Les plates-formes sont définies à partir :

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

d)-Les matériaux :

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

7.3.2 METHODES DE DIMENSIONNEMENT:**Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):**

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice **CBR** (sol support)

P: charge par roue $P = 6.5 \text{ t}$ (essieu 13 t)

Log: logarithme décimal

TJMA (N): désigne le nombre journalier de camion de plus **1500 kg** à vide

$$\text{TJMA} = \text{TH} \cdot \% \text{PL}$$

T_H : trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans. On prendra $T_{2040} =$

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

T0: trafics actuel (v/j)

m: année de prévision

P: charge par roue $P = 6.5 \text{ t}$ (essieu 13 t)

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

$c_1 \times e_1$: couche de roulement

$c_2 \times e_2$: couche de base

$c_3 \times e_3$: couche de fondation

Où: c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

❖ **Coefficient d'équivalence :**

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

Tableau 7-1 :Coefficient d'équivalence -catalogue lcpc

Matériaux	Coefficient d'équivalence (a _i)
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.60 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse -T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.80 à 0.9

-APPLICATION DE LA Méthode CBR :

- chaussée unidirectionnelle à deux voies
- $N_{PL1} \% PL \times TJMA_{2040}$.

$$TJMA_{2016} = 7086v/j$$

$$TJMA_{2036} = 15528v/j \Rightarrow TJMA_{2036} = 15528 \times 0.5 = 7764V/J/sens.$$

$$N_{PL} = 0.90 \times (7764 \times 0.25) = 1747 \text{ pl/j/sens.}$$

On applique la méthode CBR :

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{p}) \times (75 + 50 \log TJMA)}{I_{CBR} + 5}$$

$$= E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{p}) \times (75 + 50 \log TJMA)}{I_{CBR} + 5} \approx 36cm$$

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe « e₁ » et « e₂ » et on calcule « e₃ », généralement les épaisseurs adoptées sont :

$$BB = 6 - 8 \text{ cm}; \quad GB = 10 - 20 \text{ cm}; \quad GNT = 15 - 25 \text{ cm}; \quad \text{tuff } 15 - 30 \text{ cm}$$

$$\text{On a : } E_{eq} = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

$$\text{Donc l'épaisseur équivalente: } c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3 = 36cm$$

Tableau7-2:Structure des couches-resultat

Nom de la couche	Matériaux	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence	Épaisseur Equivalente (cm)
Roulement	BB	6	2	12
Base	GNT	15	1.5	23
Fondation	TUFF	15	1	15
TOTAL		36		50

Notre structure comporte :

6 BB	• Couche de Roulement
15GNT	• Couche de Base
15 TUFF	• Couche de Fondation

CHAPITRE 8 :CARREFOURS

8-1. INTRODUCTION :

Tout carrefour est une partie important d'une route. L'efficacité, la vitesse, la sécurité, le coût d'exploitation et la capacité en dépendants.

Le carrefour à niveau est le lieu de l'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau.

On classe les carrefours en quatre types :

- les carrefours à trois branches
- les carrefours à branches multiples
- les carrefours giratoires
- les carrefours à quatre branches

8-2. DONNEES A PRENDRE EN COMPTEPOUR L'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR :

Les choix d'un aménagement de carrefour doivent s'appuyer sur un certain nombre des données essentielles concernant :

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

8-3. PRINCIPE GENERAUX D'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR :

- Les cisaillements doivent ce produire sous un angle de 90 ± 20 a fin d'obtenir de meilleur condition de visibilité et la prédication des
- Vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée min
- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques, les courants non Prioritaire.
- Regrouper les points d'accès à la route principale.
- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Soigner tout particulièrement la signalisation horizontale et verticale

8-3.1. La visibilité :

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possible, à cet effet on se rapproche aux vitesses d'approche à vide.

En cas la visibilité insuffisante il faut prévoir :

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

8-3.2. Les îlots :

Les îlots sont aménagés sur les bras secondaires du carrefour pour séparer les directions de la circulation, ou aussi de limiter les voies de circulation.

Ilot séparateur : les éléments principaux de dimensionnement sont :

- Décalage entre la tête d'îlot séparateur de la route secondaire et la limite de la chaussée de la route principale : 1m.
- Décalage de îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1m.
- Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5 m à 1m.
- Longueur de l'îlot : 15 m à 30 m.

-8-3.3. Ilot directionnel :

Les îlots directionnels sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrées et de sortie. Leur nez sont en saillie et ils doivent être arrondies avec des rayons de 0.5 à 1 m

8-3-4-Les couloirs d'entrée et de sortie :

Longueur de couloirs	{	entrée 4 m (accotement dérasé 1.5m)
	}	Sortie 5 m (accotement dérasé 0.5m)

8-4. Choix de type de carrefour :

Pour le carrefour du projet on choisit un carrefour giratoire de quatre branches

Pour les raisons suivantes :

Facilite d'exécution ce type de carrefour auparavant.

- Le trafic sur la route nationale est important
- Notre carrefour sera implanté a l'intersection de chemin de wilaya 09
Et de la route nationale 46
- L'avantage de sécurité.

Le type de carrefour adopte est un carrefour a quatre branches

Les sorties respectives sont

Branche 01 principale route nationale 46 VERS BOUSAADA

Branche 02 principale route nationale 46 VERS DJELFA

Branche 03 secondaire chemin de wilaya 09 vers MJEDEL

Breanche 04 secondaire projet liaison el HAMEL

8-5.CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUE DE CARREFOUR GIRATOIRE :**5.1. Forme et dimension de l'îlot central :****➤ La forme :**

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

➤ Dimensions :

En milieu interurbain, une valeur de rayon de l'îlot central 15 à30 m en général suffisante pour notre cas, on a prit l'îlot central 30m et le rayon l'extérieure 38m

5.2. Chaussée annulaire :**➤ Largeur :**

En milieu interurbain ou périurbain, une chaussée annulaire de 8 m de large, constituée de deux vois matérialisées de 4 m est suffisante.

Il faut éviter les vois supplémentaire de torné à droite, direction qui pose des problèmes de priorité..

➤ **Dévers :**

On a choisit un dévers uniforme de 2,5 % vers l'extérieur

5.3. Géométrie de l'entrée :

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

Rayon d'entrer de 15 à 20 m, largeur de 4m

Pour notre cas on prend un rayon de 15m avec une largeur d'entrée de 4m

5.4. Géométrie de sortie :

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

- Un rayon de sortie de 15 à 40 m
- Une largeur de sortie de 5 m

5.5. Visibilité :

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

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

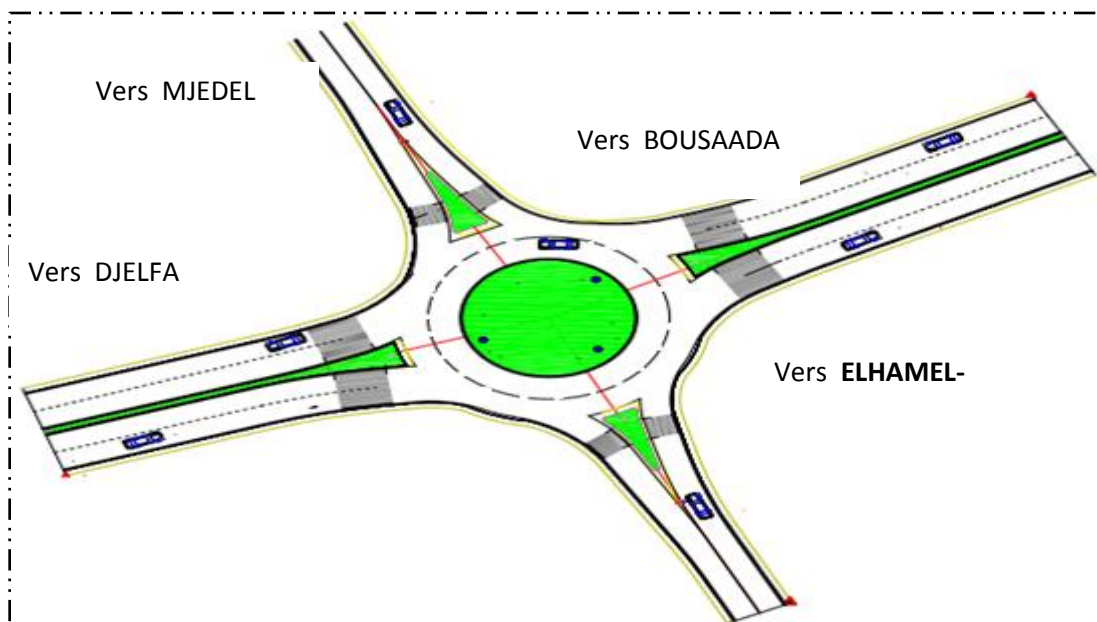


FIGURE 8-1 carrefour a 4 branches

CHAPITRE 9 : ASSAINISSEMENT

9.1-INTRODUCTION:

L'évacuation des eaux pluviales est l'une des préoccupations fondamentales dans le domaine des routes, car la présence d'eau sous chaussée à plusieurs inconvénients, inondation, glissement de terrain, érosion, instabilité des talus, et dégradation de chaussée.

L'Assainissement est l'ensemble des dispositions prise pour évacuer l'eau loin de la route

9.2-OBJECTIF DE L'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'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

9.3-DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES:

9-3. 1- Nécessité Du Drainage Des Eaux Souterraines :

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

Il faut donc veiller à éviter :

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

9.3.2-Protection Contre La Nappe Phréatique :

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

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

Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

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

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

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

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

9.4- DRAINAGE DES EAUX SUPRFICIELLES:

Un réseau est constitué d'un assemblage d'ouvrages élémentaires, linéaires ou ponctuels superficiels ou enterrés. Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et de les canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière; il peut également contribuer au rétablissement d'un écoulement naturel de faible importance, coupé par la route.

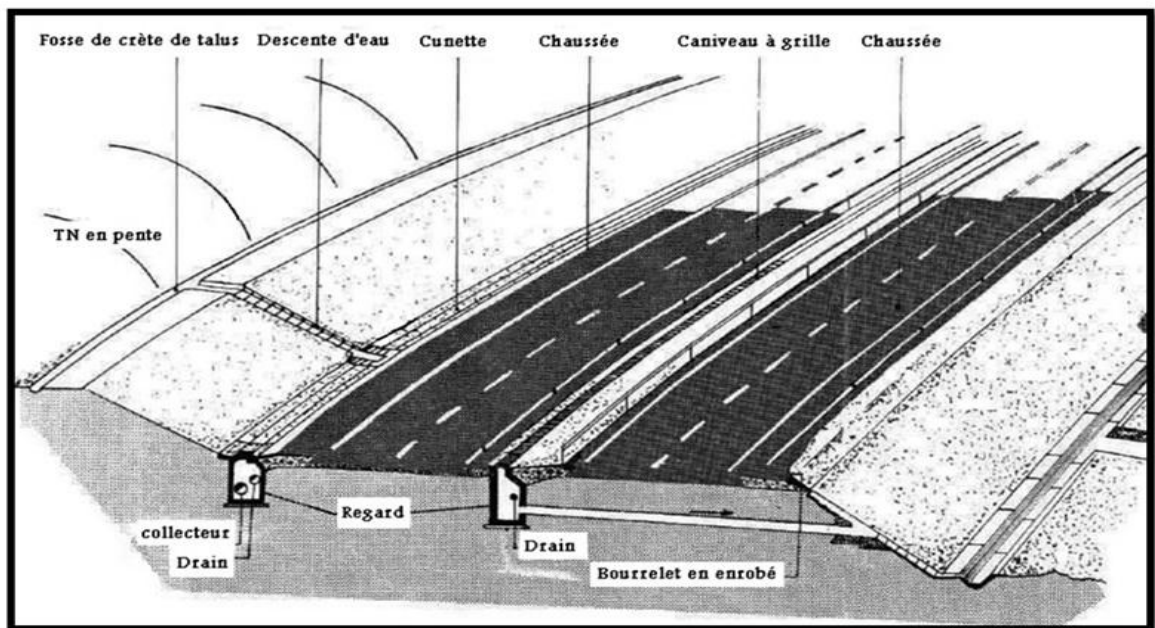


FIGURE 9-1 éléments d'assainissement

9.5- L'ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE :

La détermination du débouché à donner 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 et avec un moindre coût.

9.6- DÉFINITIONS DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

9.6.1- BASSIN VERSANT :

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

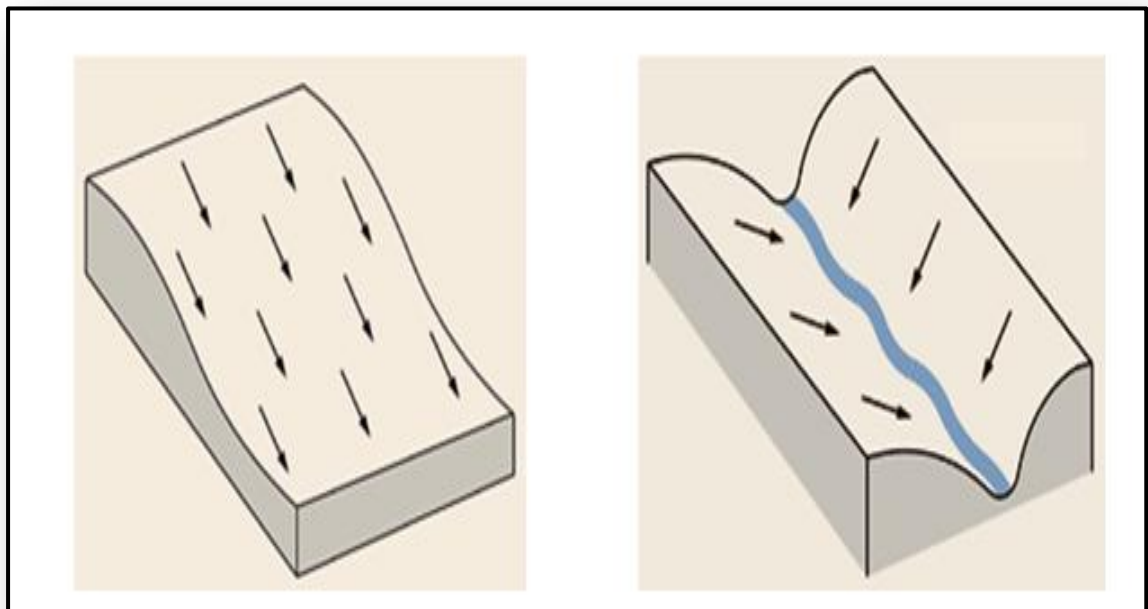


FIGURE 9-2-bassins versants

9.6.2- COLLECTEUR PRINCIPAL (CANALISATION):

Conduite principale récoltant les eaux d'autres conduites, dites collecteurs Secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, entre les regards avec un diamètre et une pente constante.

9.6.3- FOSSES DE CRETES :

Outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des puits.

9.6.4- DESCENTE D'EAU:

Draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

9.6.5 REGARD:

Il est constitué d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour 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.

9.7-ETUDE HYDROLOGIQUE

L'hydrologie est une science qui étudie la phase le cycle d'eau qui est lie avec l'arrivée de celle-ci sur la surface de la terre. Elle englobe l'étude des précipitations, l'écoulement et les eaux de surface souterrains. C'est une science particulière car elle regroupe plusieurs sciences d'engineering des ressources des eaux et eaux relatif aux inondations très diversifiées et apour but de répondre aux problèmes concernant la ressource en eau. Les études hydrologiques donc sont indispensables. Elles ont pour objectif d'étudier les conditions des ressources en eau d'une part et d'autre part d'estimer la crue contre laquelle il est nécessaire de protéger l'ouvrage.

- Collecte des données cartographiques;
- Collecte des données pluviométriques;
- Traitement cartographique;
- Estimation du temps de concentration;
- Estimation des pluies de courte durée;
- Estimation des débits d'apport (Q_a) ;
- Estimation de débit de Saturation (Q_s).

9.7.1- COLLECTE DES DONNEES CARTOGRAPHIQUES :

L'exutoire de calcul correspondant exactement à l'intersection du talweg et le tracé de route. La carte topographique d'Algérie utilisée est: carte –d'EL bayadh, à l'échelle 1/50 000.

9.7.2- COLLECTE DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES:

Les caractéristiques de la pluie interviennent dans l'estimation des débits d'apport provenant du bassin versant routier ainsi que du bassin versant naturel intercepté à l'aide des différentes méthodes de calcul, les plus utilisées étant la formule rationnelle.

Les données pluviométriques disponibles pour la région du projet sont obtenues dans les documents de L'A.N.R.H (l'Agence Nationale des Recherches Hydrauliques).

9.7.3- DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES MORPHOMETRIQUES:

a)- Surface du bassin versant :La surface du bassin versant est la projection de la surface sur un plan horizontale, les surfaces des bassins versants sont mesurées à l'aide du logiciel **Autocad**.

b)- La longueur principale de talweg :Les longueurs des thalwegs sont mesurées par curvimètre numérique à l'aide du logiciel **Autocad**.

c)- La pente moyenne du talweg :La pente du talweg est exprimée par le rapport suivant :

$$I = (H_{\max} - H_{\min}) / l_{c.e}$$

Avec :

H_{max} : altitude maximale (m).

H_{min} : altitude minimale (m).

l_{c.e} : longueur du talweg (km).

9.7.4- ESTIMATION DU DEBIT CRITIQUE MAXIMUM DES CRUES A L'EXUTOIRE :

Pour l'estimation des eaux pluviales, on fait un découpage de l'aire de notre zone d'étude en sous bassins, en suivant des critères bien précis, en suite on attribue à chaque sous bassin un coefficient de ruissellement pondéré en fonction de la nature du sol à drainer et l'occupation de leur superficie.

➤ Formule de Mallet-Gauthier :

En raison de sécurité, on retiendra les valeurs trouvées par la formule de **MALLET – GAUTHIER**.

$$Q_{\max \%} = 2K \log(1 + AP) \frac{S}{\sqrt{L_p}} \sqrt{1 + 4 \log T - \log S}$$

S: superficie du bassin versant (Km²).

L_p: longueur du talweg principal (Km).

A: coefficient régional pris égal à 25.

k: constante qui dépend des caractéristiques du bassin versant pris égal à 1.5.

P: précipitation moyenne interannuelle (pour notre cas P=0.35).

T: période de retour en années.

9.7.5- ESTIMATION DES PLUIES DE COURTE DUREE :

La pluie de courte durée est déterminée par la relation suivante :

$$P_{t, p\%} = P_{j, p\%} (t_c / 24)^b$$

La pluie journalière d'une fréquence donnée P_{j, p%} est exprimée par la loi log-normale :

$$P_j = \frac{p_{j\text{moy}}}{\sqrt{cv^2 + 1}} e^{u \sqrt{\ln(1/(cv^2 + 1))}}$$

Avec :

P_{t, p%} : La pluie durant t_c de fréquence P% ;

P_{j, p%} : La pluie journalière de fréquence P% ;

t_c : La durée, heure ;

b : Le paramètre climatique : b = 0,27;

$P_{\max,j}$: La pluie journalière maximale moyenne : $P_{\max,j} = 36,2$;

C_v : Le coefficient de variation de la pluie maximale : $C_v = 0,49$;

$\mu_{p\%}$: La constante de Gauss.

Tableau 9-1: Les constantes de Gauss pour différentes fréquences.-tfe-enstp-

Fréquence	1 %	2 %	5%	10 %
Période de retour (années)	100	50	20	10
Constante de Gauss	2.33	2.05	1.64	1.28

Important :

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

9.7.6 ESTIMATION DU TEMPS DE CONCENTRATION :

C'est le temps que met la particule d'eau la plus éloignée pour arriver à l'exutoire, il existe plusieurs formules. Dans le contexte algérien et pour les grands bassins versants, il peut être calculé par l'ancienne formule de **GIANDOTTI** (1937) soit :

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L_{cp}}{0.8\sqrt{H_{moy} - H_{min}}}$$

Avec :

S : surface du bassin versant (Km²) ;

L_{cp} : longueur de cours d'eau principal (Km) ;

T_c : temps de concentrations exprimé en heure

H_{moy} : altitude moyenne (m) ; H_{min} : altitude minimale (m)

9-7.7- VITESSE DE RUISSELLEMENT :

On entend par ruissellement, l'écoulement par gravité à la surface du sol, suivant la pente du terrain, et dans le micro-réseau hydrographique, des eaux météoriques qui ont échappé à

l'infiltration, à l'évaporation et au stockage superficiel.

Cette vitesse est déterminée par la formule suivante :

$$V_r = \frac{L}{T_c}$$

L : Longueur du thalweg principal (Km)

T_c : Temps de concentration (h)

9-7.8- Estimation des débits d'apport (Qa) :

Le calcul du débit maximum limite, de fréquence donnée, à l'intensité moyenne I de la pluie, et de durée " t " égale au temps de concentration est effectué par une formule donnant un débit de la méthode dite rationnelle et elle est donnée par:

$$Q_a = 1/3.6 \times C \times I_{tc} \times A$$

Avec :

Q_a : débit d'apport en m³/s ;

C : coefficient de ruissellement ;

I : intensité de l'averse de durée égale au temps de concentration en mm/h ;

A : superficie de la surface drainée Km².

➤ Coefficient de ruissellement C :

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants :

- la couverture végétale.
- la forme.
- la pente et la nature du terrain

Tableau 9-2: Coefficient de ruissellement. tfe enstp

Type de chaussée	C	Valeur prises
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 à 0.95	0.95
Accotement	0.15 à 0.4	0.4
Talus	0.1 à 0.3	0.3
Terrain naturel	0.00 à 0.2	0.2

➤ **Intensité de l'averse :**

$$I = P_j (\%) / t_c$$

9-7.9- Estimation des débits maximums (saturation):

Le débit de saturation est donné par la formule de **MANNING - STRICKLER** :

$$Q_s = K \cdot S_m \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Ou

K: coefficient de MANNING STRICKLER qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage.

Avec :

Paroi en terre : K=30 ;

Paroi en béton : K=70 ;

I : pente longitudinale de l'ouvrage ;

Rh : Rayon hydraulique = section mouillée / périmètre mouillé

S_m : section mouillée (m²).

➤ **Périmètre mouillé:**

Le périmètre mouillé P_m est défini comme la partie du contour de la section d'écoulement qui est en contact avec l'eau. C'est fondamentalement l'endroit où s'exerce l'effet de la rugosité de paroi sur l'écoulement. La partie du contour de la section d'écoulement qui est en contact avec l'air est la largeur au miroir T.

➤ **Section d'écoulement :**

L'aire de la section d'écoulement S_m se calcule comme l'aire de la surface comprise à l'intérieur du contour total de la section d'écoulement (périmètre mouille et largeur au miroir). Cela se calcule facilement pour les sections de forme simple.

Pour les sections plus compliquées, comme pour les rivières, on procédera à une intégration numérique

9.8-APPLICATION AU PROJET :

a)-Collecte des données pluviométriques :

- la lame de pluie journalière moyenne maximale $P_{\max, j} = 36.2\text{mm}$
- le coefficient de variation des pluies maximales journalières $C_v = 0.49$
- le coefficient climatique $b = 0.27$

b)-Traitement cartographique :

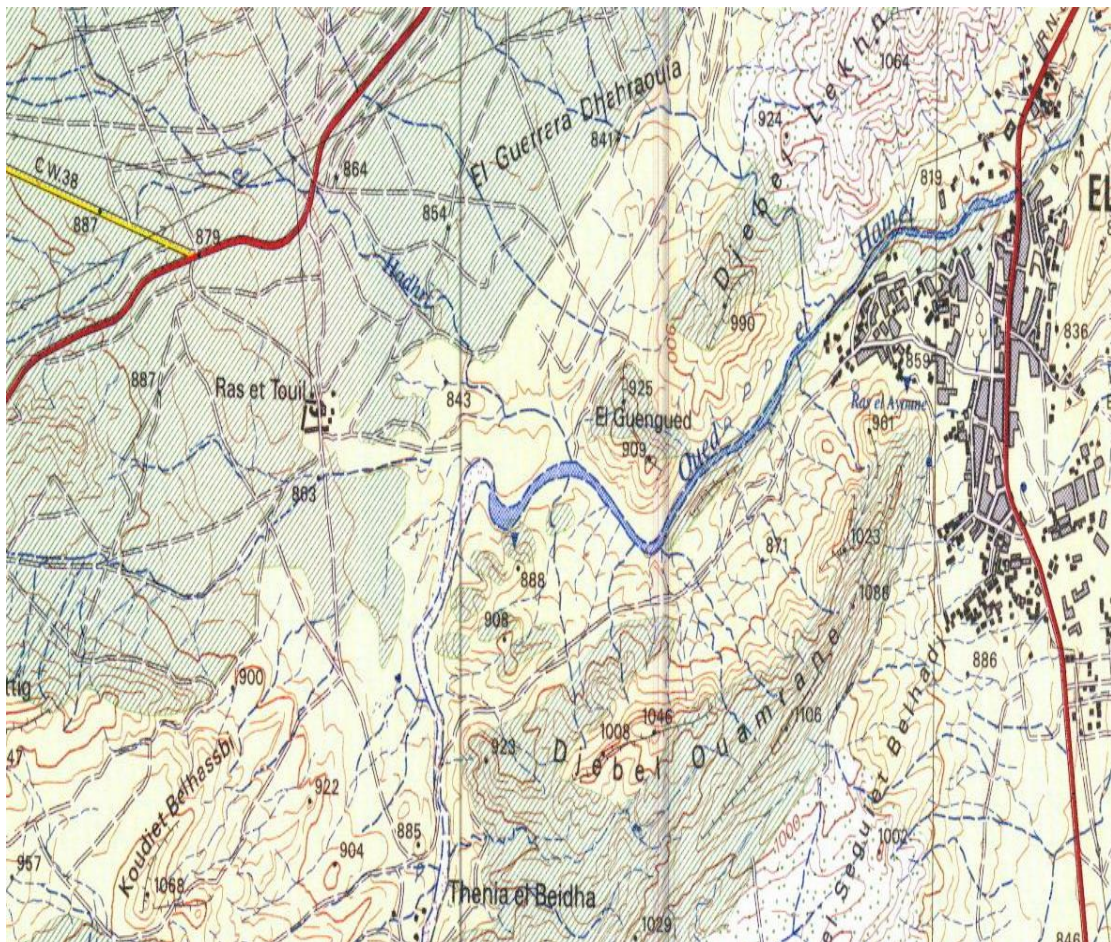


FIGURE 9-3 : carte topographique des sous bassins

Tableau 9-3 :Temps de concentration et vitesse de ruissellement.

BV	P	s	hmax	hmin	hmoy	long	TC	vr
	(km)	(km ²)	(m)	(m)	(m)	km	h	m-s
1	0.87	0.05	882	880	881	0.261	1.607409	0.1623731
2	0.85	0.05	882	880	881	0.255	1.596159	0.1597585
3	4.65	0.98	920	863	891.5	2.2	1.6998559	1.2942273
4	3.69	0.36	1050	863	956.5	1.107	0.5249086	2.1089384
5	4.016	0.28	1068	863	965.5	1.2048	0.4844568	2.486909
6	3.146	0.43	1060	860	960	0.9438	0.5048344	1.8695238
7	2.88	0.32	1040	860	950	0.864	0.4689054	1.8425892
8	1.027	0.03	880	860	870	0.3081	0.4565421	0.6748556
9	1.415	0.1	904	885	894.5	0.4245	0.7712254	0.5504227
10	1.999	0.18	923	910	916.5	0.5997	1.273091	0.4710582
11	1.478	0.08	1008	910	959	0.4434	0.3207984	1.3821766
12	1.735	0.08	1008	910	959	0.5205	0.3414502	1.5243806
13	1.735	0.12	1046	920	983	0.5205	0.3411745	1.5256124
14	1.44	0.11	1046	915	980.5	0.432	0.3049857	1.4164599
15	2.176	0.17	1100	870	985	0.6528	0.3063794	2.1306917
16	1.975	0.13	1106	870	988	0.5925	0.268229	2.2089331
17	2.382	0.15	1100	850	975	0.7146	0.2930471	2.4385155
18	2.414	0.37	1088	860	974	0.7242	0.4120281	1.7576471
19	1.394	0.11	1023	860	941.5	0.4182	0.2705482	1.5457505
20	1.575	0.113	961	860	910.5	0.4725	0.3611863	1.308189

d)- dimensionnement des buses et dalots :**✚ Pour les buses :**

Pour un débit inférieur à $10\text{m}^3/\text{s}$, et pour $T=10\text{ans}$.

$Q_{10\%}=Q_{\text{sat}}$.

$$Q_s = K \cdot S_m \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$K=70$ pour les buses.

S_m : surface mouillée = $0.86 \pi R^2$ (pour une hauteur de remplissage égale à $0.8 D$) ;

P_m : périmètre mouillé = $0.36 \pi R$.

R_h : rayon hydraulique = $0.61 R$.

I : la pente de pose pour notre cas ; $I=1\%$.

Tableau 9-4 : Calcul des ouvertures circulaires pour l'évacuation des débits.

Essais	R(m)	S_m	R_h	$Q_s (\text{m}^3/\text{s})$
1	0.5	0.6751	0.305	2.14
2	1	2.7	0.61	13.6

une buse de diamètre d'1 m ($R=0.5\text{m}$) peut évacuer $2.14 \text{ m}^3/\text{s}$

c)- Estimation du débit critique maximum des crues á l'exutoire par la formule de Mallet-Gauthier :

Tableau9-5: les débits decennaux pour les différents bassins versants.

BV	P	s	long	Qmax	Q	diam	nombre
	(km)	(km2)	km	10%	φ500	adopte	buses
1	0.87	0.05	0.261	0.60437	2.14	600	1
2	0.85	0.05	0.255	0.6412	2.14	600	1
3	4.65	0.98	2.2	3.99135	2.14	600	2
4	3.69	0.36	1.107	2.41942	2.14	600	2
5	4.016	0.28	1.2048	1.89884	2.14	600	1
6	3.146	0.43	0.9438	2.95794	2.14	600	2
7	2.88	0.32	0.864	2.36669	2.14	600	2
8	1.027	0.03	0.3081	0.38499	2.14	600	1
9	1.415	0.1	0.4245	1.05179	2.14	600	1
10	1.999	0.18	0.5997	1.60508	2.14	600	1
11	1.478	0.08	0.4434	0.85147	2.14	600	1
12	1.735	0.08	0.5205	0.81445	2.14	600	1
13	1.735	0.12	0.5205	1.16925	2.14	600	1
14	1.44	0.11	0.432	1.13954	2.14	600	1
15	2.176	0.17	0.6528	1.48917	2.14	600	1
16	1.975	0.13	0.5925	1.2095	2.14	600	1
17	2.382	0.15	0.7146	1.29854	2.14	600	1
18	2.414	0.37	0.7242	2.82659	2.14	600	2
19	1.394	0.11	0.4182	1.14955	2.14	600	1
20	1.575	0.113	0.4725	1.13887	2.14	600	1

➤ **Pour les dalots :**

Pour un débit supérieur a $10\text{m}^3/\text{s}$, et pour $T=100\text{ans}$.

On dimensionne pour le BV1 sachant que $Q_{2\%}=17.85\text{ m}^3/\text{s}$.

On fixe la hauteur d'après la configuration du profil en long et on calcule la travée

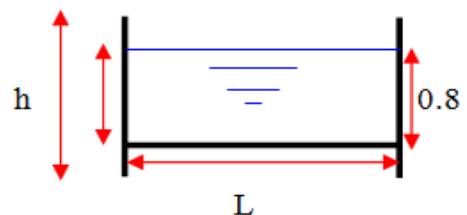
nécessaire et en fixe aussi la hauteur de remplissage

à $H_r = 0.8h$

$$Q_{1\%} = Q_s = K \cdot S_m \cdot I^{1/2} \cdot R_h^{2/3}$$

Section mouillée: $S_m = L \times (0.8 h)$.

Périmètre mouillé : $P_m = L + 2(0.8 h)$.



Rayon mouillé : $R_h = S_m / P_m$.

Avec : $I = 1\%$ et $k=70$.

On fixant la longueur $L= 4$ m on trouve h .

Tableau 9-6: Calcul des ouvertures de dallot pour l'évacuation des débits

essais	$h(m)$	S_m	P_m	R_h	$Q_s(m^3 /s)$
1	1	2.4	4.6	0.5217	10.88
2	1.5	3.6	5.4	0.6666	19.23
3	2	4.8	6.2	0.7741	28.33

CHAPITRE 10. OUVRAGE D'ART-DALLOT

10-1 INTRODUCTION :

La conception d'un pont doit satisfaire à un certain nombre d'exigences puisqu'il est destiné à offrir un service à des usagers. On distingue les exigences fonctionnelles qui sont des caractéristiques permettant au pont d'assurer sa fonction d'ouvrage de franchissement, et les exigences naturelles qui sont l'ensemble des éléments de son environnement influant sur sa conception.

10.1-1. L'EXIGENCE FONCTIONNELLE :

Ces exigences concernent :

➤ . LE TRACE EN PLAN :

- L'ouvrage: Sur l'axe liaison routière El Hamel - RN 46 au PK (3+440) d'une portée de 60 m et d'une largeur de 8 m (l'ouvrage est un passage supérieur au-dessus d'oued DERMEL).

➤ . LA LIGNE ROUGE :

La ligne rouge de la liaison routière el Hamel et RN 46 passe au dessus de l'ouvrage.

➤ . LA CHAUSSEE :

La largeur roulable $L = 8\text{m}$.

➤ LES TROTTOIRS :

Deux trottoirs de 1 m de largeur chacun sont prévus. Chaque trottoir doit être équipé d'un garde -corps et d'une glissière de sécurité, leur rôle est de protéger les piétons.

➤ GABARIT A RESERVER :

On appelle gabarit le minimum à dégager au-dessus de la voie franchie, mesuré perpendiculairement à cette voie.

En ALGERIE, il est réglementé que le passage sur :

Les autoroutes et les routes expresses doivent respecter un gabarit de 5,25 m

Les routes ordinaires doivent respecter un gabarit de 4.50 à 4.80 m

Pour notre ouvrage le gabarit : 4.80 m.

10-1-2.LES EXIGENCES NATURELLES :

La reconnaissance de la nature du sol est souvent décisive pour le choix entre plusieurs types d'ouvrages. Elle conditionne le type de l'ouvrage et l'emplacement des fondations des appuis.

a-. Les ponts dalots (cadre fermé) :

➤ . Classe de pont :

Les ponts sont rangés en trois classes suivant leur largeur rouable L_r et leur destination.

Pont de la 2^{ème} classe $5.5 \leq L_r \leq 7 \text{ m}$

Le pont cadre en étude est la 2^{ème} classe.

➤ . Choix du type d'ouvrages :

Notre objectif est de déterminer le type d'ouvrage qui apparaît à première vue comme le meilleur et qui fait ensuite l'objet d'étude plus approfondie. C'est une opération de synthèse dans laquelle interviennent de nombreux paramètres.

b. Les ponts en béton armé :

- Les pont dalle en B.A :

La dalle en B.A est la plus intéressante pour les portées déterminantes allant jusqu'à 15 m, elle peut rester compétitive jusqu'à 18 m de portée voir 20 m avec une section transversale en encorbellement latéraux (ce qui permet d'alléger le poids propre).

Avantages :

- Permet de réemploi des coffrages.
- Coffrage simple.
- Ne nécessite pas une main d'œuvre qualifiée
- Moins épais que les ponts à poutres en B.A.
- S'adapte mieux pour les ponts biais.

Inconvénients :

- Consomme plus de béton et d'acier par rapport à un pont à poutres en B.A.
- Portée limiter 20m.
- Echafaudage important.
- Déconseillé pour les travées continues.

c- Etude du mur de soutènements

➤ Définition :

Un mur de soutènement est un ouvrage en béton, béton armé ou en maçonnerie, il est destiné à confronter les pressions de poussée des terres qui les soutiens, il se compose de trois parties essentielles, levoile, le talon est le patin.

➤ :Rôle des ouvrages de soutènement :

Les ouvrages de soutènement sont des constructions destinées à prévenir les éboulements et les glissements.

Les ouvrages définitifs mis en place pour exercer leur fonction à long terme.

Les éléments résistants d'un mur de soutènement sont :

- Un voile en béton armé percé d'orifices ou barbacanes pour empêcher l'eau de s'accumuler derrière le mur.
- Un mur en maçonnerie (pierre, brique....).

➤ : Les murs en béton armé :

Les murs de soutènement en béton sont les plus courant en génie-civil, ils constituent (3/4) des ouvrages de soutènement, ils peuvent avoir plusieurs formes.

- Les murs en T renversé :

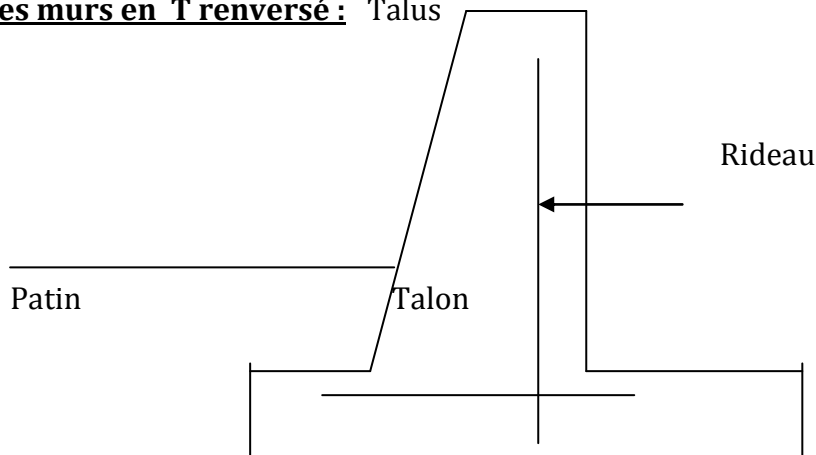


Figure 10-1-geometrie mur de soutènement

Ce type de mur s'adapte à la plus part des cas usuels. Il est économique sans grande modification de sa forme jusqu'à une hauteur de 10 m et Vu leur poids moins important comparativement aux murs poids. Ce mur exerce sur le sol de fondation des pressions (contraintes) modérées. On peut dire que pour des hauteurs supérieures à 3m le mur en béton armé est plus économique que le mur poids.

➤ Choix du mur de soutènement :

Dans notre projet on a choisi un mur en **T renversé** car ce type s'adapte à la plus part des cas usuels et vu les raisons suivantes :

- Il est économique par rapport au mur poids jusqu'à une de 10m et plus.
- Ce mur exerce sur le sol de fondations des pressions (contraintes) modérées.
- Son poids est moins important comparativement aux murs poids.

On dans notre projet 04 murs de soutènement:

PK 03+480.000 AU PK 03+505.000 longueur = 23 m pour seule.

PK 03+420.000 AU PK 03+427.000 longueur = 10 m pour les trois.

8- La conclusion :

Vu les avantages et les inconvénients de chaque type et vue les conditions techniques exiger par le site, le choix de notre ouvrage se portera sur :

Ouvrage d'un pont dalot multicellulaire (Cadre fermé).

Pour améliorer les côtés économiques de l'ouvrage et faciliter les étapes de construction et l'entretien.

10-2/PREDIMENSIONNEMENT DE PONT DALOT :

12-2-1 : La dalle :

avec $L = 4.00 \text{ m}$

$L/16 \geq h \geq L/10$ Donc $0.25 \geq h \geq 0.40$ on prend $h = 30 \text{ cm}$

Pour un panneau rectangulaire de largeur l_x et de longueur l_y , le sens de portée est défini par- le rapport $\alpha = l_x / l_y$. Si ce rapport $\alpha < 0,4$ alors le panneau porte uniquement dans le sens de la petite portée (largeur l_y ; sinon il porte dans les deux sens.

12-2-2 : Le voile :

Les voiles sont considérés comme des éléments satisfaisants la condition de R.P.A 99 V2003, ; $L \geq 4a$: L : La longueur du voile. a : L'épaisseur du voile.

$$h_e = 4.00 \text{ m} \rightarrow a \geq 4.00/20 = 0,20 \text{ m}$$

12-2-3 Dimensionnement de radier :

Soit σ , la contrainte admissible du sol , communément appelé taux de travail du sol.

Il sera retenu une superficie de 160 m^2 , soit $B = 10.94 \text{ m}$ et $L = 20 \text{ m}$ en forme losange.

L'épaisseur est choisie de telle sorte que la résistance à l'effort tranchant puisse être assurée sans qu'on ait besoin d'armatures d'effort tranchant .

$$h' = 40 \text{ cm}$$

10-3/DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

- Epaisseur du tablier = 0.30m
- Epaisseur du radier = 0.40 m
- Epaisseur des piliers = 0.40 m
- Largeur de la plateforme routière (entre gardes roues) = 6.00 m
- Dimensions intérieures d'une cellule = 3.50x4.00 m
- Portée du tablier = 3.54 m
- Revêtement en béton bitumineux (BBSG 0/10) épaisseur 6cm

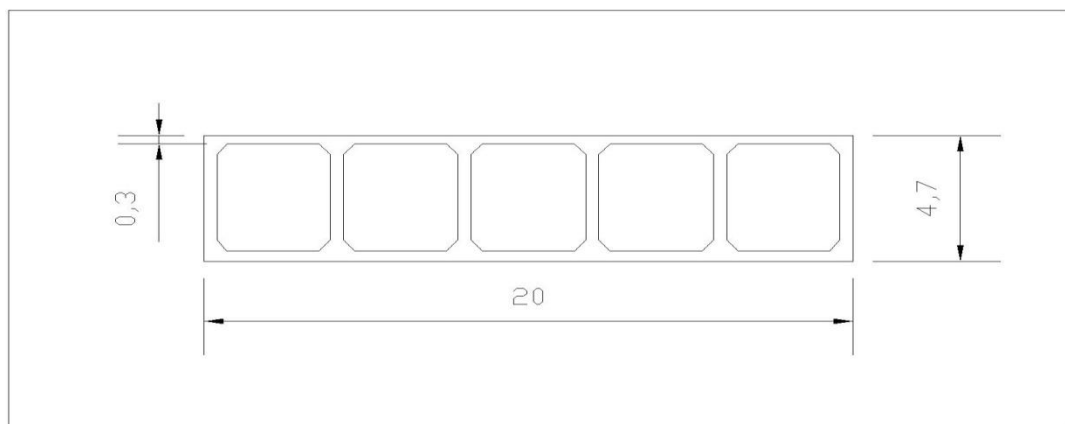


Figure 10-2 coupe longitudinale

Deux joints de dilation subdivisent le dalot en 3 parties : deux parties extrêmes symétriques de 2 cellules chacune (20.00mx2) et une partie intermédiaire de 3 cellules (20.00m).

Les calculs seront faits séparément pour une partie extrême (les deux étant symétriques) et la partie intermédiaire.

Des goussets sont prévus aux jonctions traverses-piédroits et destinés à améliorer l'encastrement des traverses sur les piédroits et à résorber les concentrations de contraintes. De plus, la réaction élastique du sol sur les piédroits conduit à une augmentation des moments négatifs à l'encastrement traverse-piédroit; les goussets permettent la reprise de ces efforts non pris en compte dans le calcul.

10-4/HYPOTHESES DE CALCUL

10-4-1Matériaux

10-4-1Béton

- Classe du béton = C25/30
- Dosage = 400 kg/m³
- Résistance à la compression $f_{c28} = 25$ MPa
- Résistance à la traction $f_{t28} = 0.6 + 0.06f_{c28} = 2.1$ MPa
- Densité = 2.5 t/m³
- La fissuration est préjudiciable

10-4-2 Acier

- Acier de Haute Adhérence (HA) FE 400
- Enrobage = 3.5 cm

10-4-3 Granulats

Le diamètre du plus gros granulats est de 25 mm

10-4-4 REGLEMENTATIONS

Le calcul est fait conformément à la réglementation française :

- Fascicule n° 61 : Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art, Titre II - programmes de charges et épreuves des ponts-routes,
- Fascicule n° 62 - Titre I - Section I - Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites - BAEL 91 révisé 99.

10-4-5-TERRAIN

12-6-1 SOL DE FONDATION

- Nature = sol sablo-limoneux
- Module de réaction = 10000 t/m^2 (sol sablo-limoneux normalement consolidé ou serré)
- Contrainte admissible du sol est prise égal à $25 \text{ t/m}^3 = 2.5 \text{ bars}$ suivant essais au pénétromètre dynamique = 2 kg/cm^2 à 0.82m de profondeur. Cette portance devra être reconstituée sur toutes les couches supérieures par purge des matériaux de mauvaise tenue et substitution par des matériaux de bonne tenue.
- Coefficient de frottement terrain/fondation = 0.58

10-6-2-REMBLAIS

- Nature = latéritique
- Poids volumique = 2 t/m^3
- Angle de frottement interne = 38 degrés
- Angle de transmission des charges = 45 degrés
- Cohésion (non prise en compte) = 0 t/m^3

10-5 MÉTHODE DE CALCUL

La méthode de calcul utilisé est celle des éléments finis triangulaires du type lamelle épaisse tridimensionnelle.

10-6-CHARGES

10-6-1CHARGES PERMANENTES

a-Poids propre

Partie extrême (20 m)

$$\text{Dalle} = 10.94 \times 0.30 \times 2.5 = 8.20 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Trottoir} = 1.00 \times 0.2 \times 2.5 = 0.5 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Gardes corps (10kg/m)} \quad P = 0.1 \text{ t/ml}$$

$$\text{Revêtement BBSG 0/10 épaisseur 6 cm (2.2t/m}^3) = 0.06 \times 2.2 = 0.132 \text{ t/m}$$

b-Poussée des terres

La poussée des terres est également prise en compte dans les calculs par le logiciel.

c-Charges variables**d-Poussée hydrostatique**

La poussée hydrostatique est aussi prise en compte dans les calculs par le logiciel.

10-6-2 CHARGES ROUTIERES

Le tableau 4-22 ci-dessous donne un rappel des charges d'exploitation à prendre en compte dans les calculs suivant la classe du pont et selon le Fascicule 61 - Titre II.

Tableau 10-1: les charges - Fascicule 61 - Titre II

Classe	Nombre de voies	Largeur de la route	Charges civiles à prendre en compte	Charges militaires	Charges exceptionnelles
1	3 Voies	≥ 7 m	A(l) +Bc+Br+Bt	Mc120	D et E
2	2 Voies	Entre 5,50 et 7 m	A(l) +Bc+Br+Bt	Mc120	D et E
3	1 à 2 Voies	$\leq 5,50$ m	A(l) +Bc+Br		

Les charges routières prises en compte dans le calcul de l'ouvrage sont les charges A, B, les charges militaires (Mc120) et les charges sur remblais.

Il convient de noter que dans le cadre du F61, II, les effets des charges A, B ne se cumulent pas, mais le programme peut effectuer le cumul de ces effets.

a) Charges de type A

Les charges de type A sont des charges uniformément réparties sur la voie chargée.

Largeur roulable :

La largeur roulable est la largeur comprise entre dispositifs de retenue ou bordures.

La largeur rouable $L_r = 6.00$ m

Classe de pont :

Le pont-cadre est de la deuxième classe : $L_r \leq 7.00$ m

La largeur chargeable :

Elle est définie par la formule

$$L_c = L_r - n \times 0.5.$$

Avec :

L_c : largeur chargeable en m.

n : nombre de dispositifs de retenue : $n \leq 2$.

Il n'est pas prévu de dispositifs de retenues d'où : $n = 0$ et $L_r = L_c = 6.00$ m

Nombre de voies :

Par convention, les chaussées comportent un nombre de voies de circulation égal à la partie entière du quotient par 3 de leur largeur chargeable : $N_v = E(L_c/3) = E(6/3) = 2$.

La largeur d'une voie :

Par convention, les voies de circulation d'une même chaussée ont des largeurs égales au quotient de la largeur chargeable par le nombre de voies : $v = L_c / N_v = 6/2 = 3.00$ m

Calcul de la charge $A(l)$:

Elle est donnée en fonction de la longueur chargée l par :

$$A(l) = \text{Max} \left[0.23 + \frac{36}{1 + 12}, 0.4 - 0.2 \frac{l}{1000} \right]$$

La valeur obtenue est multipliée par les coefficients a_1 et a_2 .

Les coefficients a_1 et a_2 dépendent de la classe du pont et du nombre de voies chargées.

Les valeurs de a_1 sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10-2valeurs de a_1 Fascicule 61 - Titre II.

Valeurs de a_1	Nombre de voies chargées	1	2	3	4	> 4
Classe du pont	1 ^{ère}	1	1	0.9	0.75	0.7
	2 ^{ème}	1	0.9	-	-	-
	3 ^{ème}	0.9	0.8	-	-	-

Nous prenons $a_1 = 0.9$ pour les 2 voies chargées.

Les valeurs de a_2 sont définies par la formule suivante : $a_2 = v_0 / v$

Avec v : largeur d'une voie.

Les valeurs de v_0 sont données dans le tableau 3.3 ci-dessous :TAB4-26

Tableau 10-3 valeurs de v_0 Fascicule 61 - Titre II.

Classe du pont	1 ^{ère}	3.5
	2 ^{ème}	3
	3 ^{ème}	2.75

$$a_2 = 3.00/2 = 1.5$$

Les valeurs données aux coefficients a_1 et a_2 tiennent compte des majorations pour effets dynamiques.

Pour la partie extrême du dallot :

$$A(l) = \text{Max} (0.23 + 36 \sqrt{4 + 12 * 0.4 - 0.2 * 4} \sqrt{1000})$$

$$A(l) = 1.13$$

$a_1 = 0.9$; $a_2 = 1.5$; d'où $A(l)$ pondéré des coefficients a_1 .

Pour une voie chargé $A1(l)$: $1.13 * 1 * 1 * 3 = 3.39 \text{ t/m}^2$.

Pour deux voies chargés $A2(l)$: $1.13 * 1 * 1 * 6 = 6.78 \text{ t/m}^2$.

b) Charge routière Bc

Conformément au Fascicule 61 Titre II, il peut être disposé 2 camions Bc accolés par voie maximum.

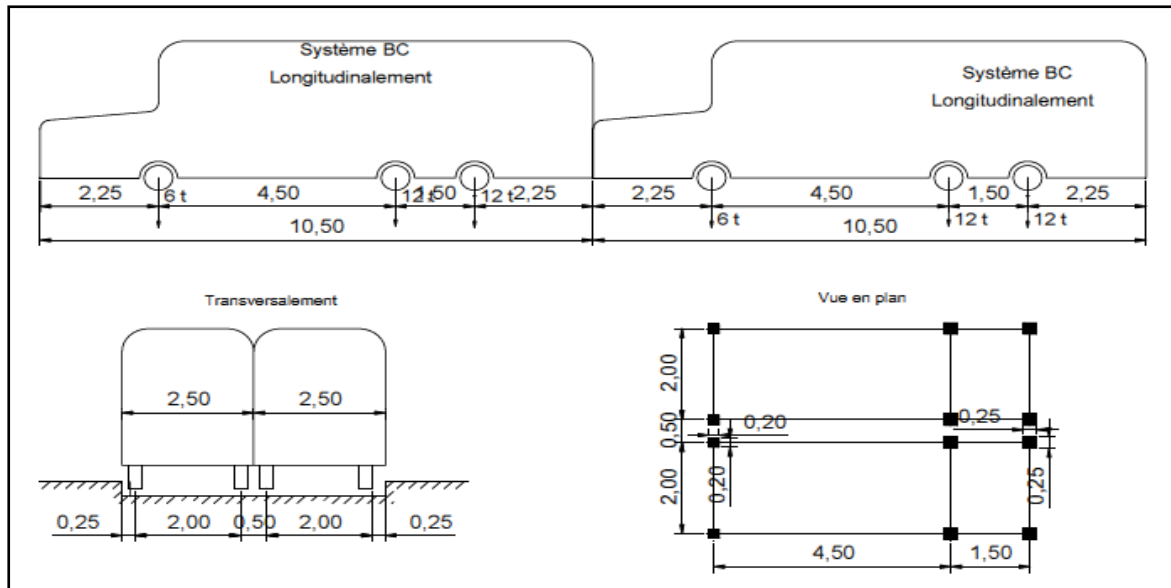


Figure 10-3-Système de charge Bc

Coefficients bc

Les coefficients bc dépendent de la classe du pont et du nombre de files considérées. TAB 4-27

Tableau 10-4 coefficients bc Fascicule 61 Titre II

Valeurs de b_c	Nombre de files considérées	1	2	3	4	> 4
Classe du pont	1 ^{ère}	1.2	1.1	0.95	0.8	0.7
	2 ^{ème}	1	1	-	-	-
	3 ^{ème}	1	0.8	-	-	-

D'où : $b_c = 1.00$ pour 3 files de camions.

$$S = 1.00 \times 30 \times 2 \times 3 = 180 \text{ t.}$$

L : Longueur de l'élément en travée.

S : Charge B maximale qu'on peut placer sur le pont multipliée par bc : 1,2 pour 1 file

Et 1,1 pour 2 files

G : poids total de l'ouvrage (de la travée considérée).

$G = 183.32 \text{ t}$

Tableau 10-5 charges bc Fascicule 61 Titre II

Nbre de voies chargées	Bc	δbc	Charges par avant (t)	Charges par arrières (t)
1	1.2	1.17	$6 \times 1.2 \times 1.17 = 8.42$	$12 \times 1.2 \times 1.17 = 16.85$
2	1.1	1.17	$2 \times 6 \times 1.1 \times 1.17 = 15.44$	$2 \times 12 \times 1.1 \times 1.17 = 30.88$
3	0.95	1.17	$3 \times 6 \times 0.95 \times 1.17 = 20.00$	$3 \times 12 \times 0.95 \times 1.17 = 40.014$

c-Charge routière Bt

Le système Bt ne s'applique qu'aux ponts de la 1ère et de la 2ème classe. Il

convient de respecter les règlements suivants :

- Dans le sens longitudinal, un seul tandem est disposé par file.
- Dans le sens transversal, un seul tandem est supposé circuler sur les ponts à une voie. Alors que pour les ponts supportant deux voies ou plus, on ne peut placer que deux tandems au plus sur la chaussée, côte à côte ou non, de manière à obtenir l'effet le plus défavorable.

Les caractéristiques du système sont présentées dans la figure ci-dessous :

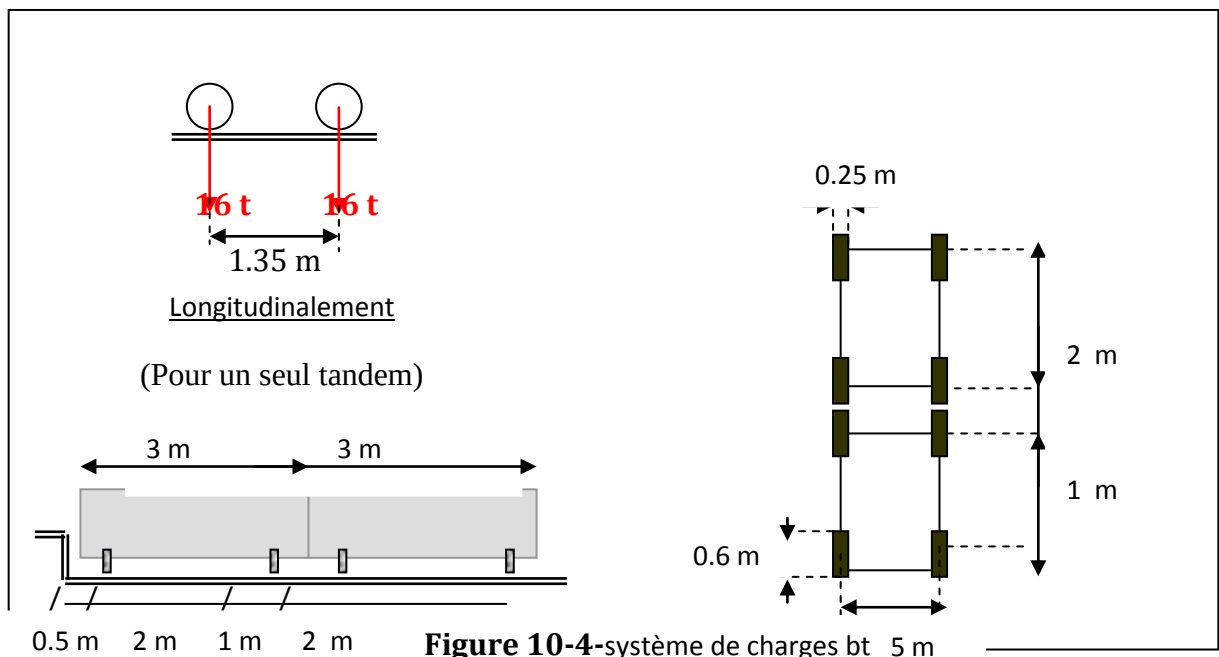


Figure 10-4-système de charges bt

Coefficients bt

Les coefficients bt dépendent de la classe du pont.-TAB 4-9

Tableau 10-6 coefficients bt Fascicule 61 Titre II

Valeurs de b_t		
Classe du pont	1 ^{ère}	1
	2 ^{ème}	0.9

$b_t = 0.9$

$$S = 32 \times 2 \times 1 = 64 \text{ t}$$

$$\delta = 1.26$$

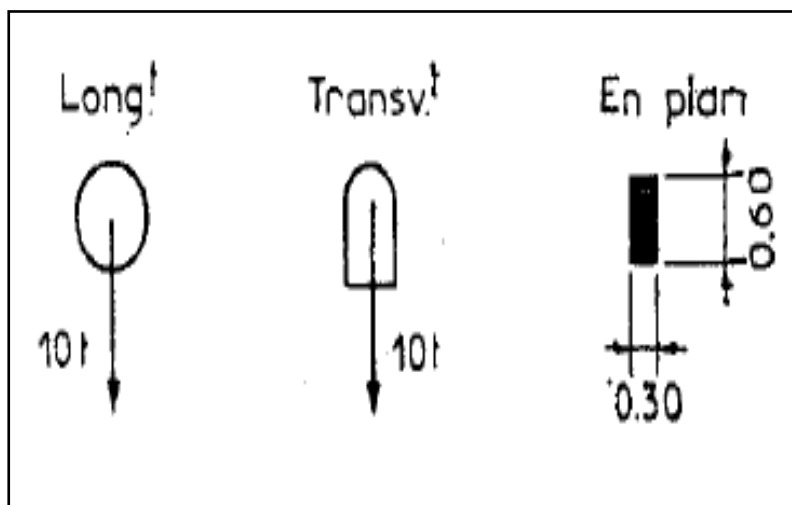
Tableau 10-7 charges bt Fascicule 61 Titre

Nbre tandems	Bt	δ	Charge par essieu (t)
1	0.9	1.26	$16 \times 1.26 \times 0.9 = 18.14$

c) Charge routière Br

C'est une roue isolée disposée normalement à l'axe longitudinal de la chaussée.

Le rectangle de la roue peut être placé n'importe où sur la largeur roulable de manière à produire l'effet le plus défavorable.

**Figure 10-5**-Système de charge Br

Charge militaire Mc 120

Le système Mc120 se compose de véhicules type à chenilles. Il comporte deux chenilles et le rectangle d'impact de chacune d'elles est supposé uniformément chargé.

Les véhicules des systèmes Mc peuvent circuler en convoi ; dans le sens transversal un seul convoi est supposé circuler quelle que soit la largeur de la chaussée ; dans le sens longitudinal, le nombre des véhicules du convoi n'est pas limité et la distance des deux véhicules successifs est déterminée pour produire l'effet le plus défavorable, la distance libre entre leurs points de contact avec la chaussée devant être au moins égale à 30,50 m.

Les caractéristiques du système Mc120 sont représentées dans la figure ci-dessous.

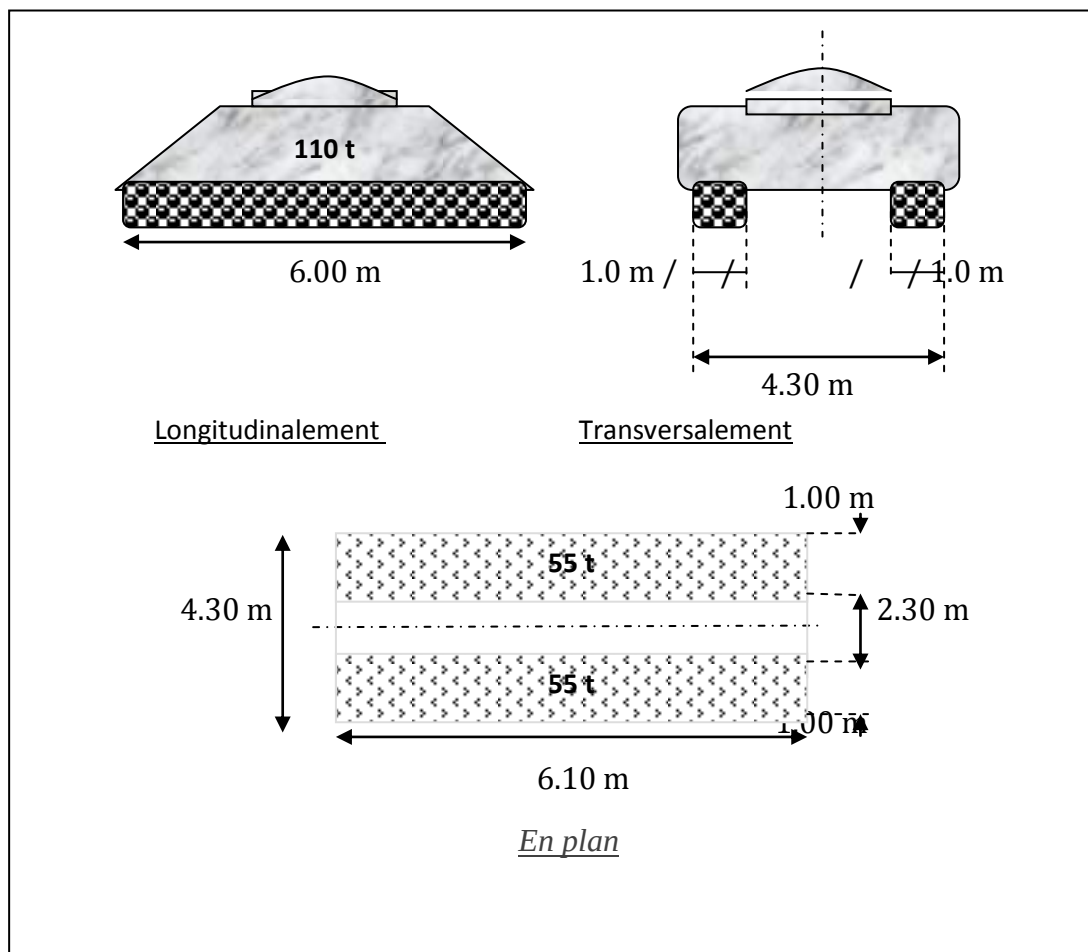


Figure 10-6: Système de charge Mc120

1 seul convoi circule, leur poids total égal à 110t.

$$\delta = 1 + 0,4 / (1 + 0,2L) + 0,6 / (1 + 4G/S)$$

Avec $G=183.32$ t et $L = 20$ ml

$$\delta = 1.16$$

La charge $P=110 \times 1.16 = 127.6$ t

Soit par mètre linéaire : $p = 127.6 / 20 = 6.38$ t/ml

d) Le system D 240 :

Charge totale est égale à 240t, poids par mètre linéaire $p=240/20 = 12$ t/ml

e) L'effort de freinage :

ces charges routières induisent des efforts de freinage, et le cas échéant des forces centrifuges. En général le freinage associé au système Bc (conduisant à un effort horizontal de 30t correspondant au freinage d'un camion), qui est le plus défavorable.

Les efforts de freinage n'intéressent pas la stabilité du tablier, il y a lieu de considérer pour la stabilité des appuis et la résistance des appareils d'appuis.

L'effort de freinage au système A (l) est égale à :

$$H_f = F \cdot A(l).$$

$$L \times S = L_c$$

$L=20$ m (longueur chargée).

$$F = 1 / 20 + 0.0035 \cdot S \text{ --- TAB 4-31}$$

Tableau 10-8 effort de freinage H_f Fascicule 61 Titre II

Nbre des voies	A(l)	S (m ²)	F	Hf
1	117.92	120	0.049	5.78
2	235.87	240	0.048	11.32

Pour le système Bc : Les efforts de freinage développés par l système Bc ne sont pas susceptibles de majoration dynamique, ni avec le coefficient bc d'où $H_f=30$ t.3

f) L'effet de vent :

Le vent souffle horizontalement dans une direction normale à l'axe longitudinale de la chaussée avec une force égale à 0.2 t/m^2 .

I) Effet du séisme :

Les charges sismiques sont classées parmi les actions accidentelles.

g) Charges sur les remblais

En vue de la justification des éléments (pieds-droits de rives) susceptibles d'être soumis à des efforts de la part des remblais d'accès au pont, on considère que ces remblais sont susceptibles de recevoir une charge de 1 t/m^2 , répartie sur toute la largeur de la plate-forme.

Charge de remblai : $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$

Surcharge de remblai : 10 kN/m^2

Poussée des terres : $K_a = 0,3$

h) - Combinaison des charges :

Les combinaisons des charges se font en fonction de position de poussée :

En ELS max : $1 \text{ G} + 1 \text{ D240}$

En ELU max : $1.35 \text{ G} + 1.6 \text{ Q} + 1.6 \text{ A1}$

On a obtenu : ELU

Max : $M_{xx} = 75.30 \text{ t.m}$, $M_{yy} = 75.25 \text{ t.m}$, $M_{xy} = 22.63 \text{ t.m}$

Mmin : $M_{xx} = -61.31 \text{ t.m}$, $M_{yy} = -66.36 \text{ t.m}$, $M_{xy} = -4.36 \text{ t.m}$

ET

Max : $F_x = 90.09 \text{ t}$, $F_y = 91.98 \text{ t}$, $F_z = 186.95 \text{ t}$

: $M_x = 335.49 \text{ t.m}$, $M_y = 37.39 \text{ t.m}$, $M_z = 2.66 \text{ t.m}$

ELS :

$M_{xx} = 45.42 \text{ t.m}$, $M_{yy} = 55.74 \text{ t.m}$, $M_{xy} = 14.67 \text{ t.m}$

$F_x = 66.73 \text{ t}$, $F_y = 68.13 \text{ t}$, $F_z = 122.75 \text{ t}$

$M_x = 164.38 \text{ t.m}$, $M_y = -85.25 \text{ t.m}$, $M_z = 8.83 \text{ t.m}$

10-7- FERRAILLAGE DES ELEMENTS :-1 Ferrailage de la dalle :

Sollicitation pour dimensionner les armatures :

$$M(ELU) = 75.30 \text{ t.m}$$

$$F(ELU) = 90.09 \text{ T}$$

D'après les notes de calculs ; la section d'armature :

$$\text{Armature inférieure : } A_s = 34.85 \text{ cm}^2 \backslash \text{ml}$$

$$\text{Armature supérieure : } A_s = 34.85 \text{ cm}^2 \backslash \text{m}$$

On va disposer :

Armature de flexion

$$\text{Armature inférieure : } 8 \text{ HA } 20 + 2 \text{ HA } 16 \text{ e} = 15$$

$$\text{Armature supérieure : } 8 \text{ HA } 20 + 2 \text{ HA } 16 \text{ e} = 15$$

6-2 : Ferrailage voile :

Sollicitation pour dimensionner les armatures :

$$M(ELS) = 45.42 \text{ t.m}$$

$$F(ELS) = 66.73 \text{ T}$$

$$A_s = 45.88 \text{ cm}^2 \backslash \text{ml}$$

On va disposer :

$$\text{Armature extérieure : } 7 \text{ HA } 20 + 1 \text{ HA } 16 \text{ e} = 15 \backslash \text{ml}$$

$$\text{Armature intérieure : } 7 \text{ HA } 20 + 1 \text{ HA } 16 \text{ e} = 15 \backslash \text{ml}$$

6-3 : Ferrailage radier :

Sollicitation pour dimensionner les armatures :

$$M(ELU) = 75.30 \text{ t.m}$$

$$F(ELU) = 90.09 \text{ T}$$

D'après les notes de calculs ; la section d'armature :

$$\text{Armature inférieure : } A_s = 34.85 \text{ cm}^2 \backslash \text{ml}$$

$$\text{Armature supérieure : } A_s = 34.85 \text{ cm}^2 \backslash \text{m}$$

On va disposer :

Armature de flexion

$$\text{Armature inférieure : } 8 \text{ HA } 20 + 2 \text{ HA } 16 \text{ e} = 15$$

$$\text{Armature supérieure : } 8 \text{ HA } 20 + 2 \text{ HA } 16 \text{ e} = 15$$

Le calcul de stabilité et de ferrailage des murs de soutènement a été réalisé par le logiciel cype est exposé en annexe .

-DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF

N°	designation	u	quantite	pu	Montant
1	decapâge de la terre vegetale	m2	7200	80	576 000.00
2	remblais en materiau selectionne y compris arrosage et compactage a l'optimum proctor	m3	44416	300	- 13 324 800.00 -
3	deblai en tout terrain y compris evacuation	m3	29048	500	14 524 000.00 -
4	couche de fondation den tuff a 90 % PROCTOR	m3	115200	800	92 160 000.00 -
5	COUCHE DE BASE EN GNT 0/40 a 95 % proctor	m3	8640	1800	15 552 000.00 -
6	couche de roulement en beton bitumineux sur une ep de 6 cms	t	6220.8	3500	21 772 800.00 -
7	ouvrage buse en buses cao 800	ml	250	25000	6 250 000.00
8	accotement en tuff compacte	m3	2880	600	1 728 000.00
9	realisation de dallot tce	u	1	45000000	45 000 000.00
total ttc					210 887 600.00

Le projet est estime a la somme ttc de deux cents dix millions huit cents quatre vingt sept milles six cents DA

-CONCLUSION- GENERALE

dans le cadre de la thèse de fin d'étude en vue d'obtenir le diplôme de master2 en travaux publics option voirie et ouvrages d'art de la respectable université AMAR TELIJI de LAGHOUAT , il nous a été donné d'entamer l'étude de la route devant lier la commune d'EL HAMEL a la route nationale 46 ,sur une distance de sept kilomètres .

Cette route est importante dans la mesure ou elle permettra un meilleur accès a la ville d'EL HAMEL du cote ouest, et contribuera a l'essor économique et culturel de cette ville ,qui rappelons le abrite un pole spirituel en l'occurrence la zaouïa Rahmania.

A travers cette étude , on a voulu diversifier les approches de Disciplines différentes allant de l'hydrologie ,a la géotechnique, a la géométrie routière ,et a la conception d'ouvrages d'art type dalot et murs de soutènement ; comme synthèse des différents cours reçus .

Cela nous a permis l'usage des logiciels courants a savoir autopiste de covadis ; robot ,et cype –

-BIBLIOGRAPHIE

- ➡ CATALOGUE DES CHAUSSEES LCPC-SETRA
- ➡ THESE DE FIN D'ETUDES ENSTP-2008-
- ➡ THESE DE FIN D'ETUDES MASTER VOA UNIVERSITE KASDI MERBAH -
2016-
- ➡ REGLEMENTATION ALGERIENNE DE L'AMENAGEMENT DES ROUTES
B40
- ➡ REGLES PARASISMIQUES RPOA-
- ➡ GUIDE D'UTULISATION DES REMBLAIS –SETRA-
- ➡ Manuel logiciel CYPE INGENIEROS-CYPE 2017-