Republique Algerienne Democratique et Populaire
وزارة التـــــعليـــم العـــالي والبـــحث العـــلـمـــي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جـــــــــــامعة الشهيد الشيخ العربـــــي التبســـــي- تـبســـــــــــة
UniversitéEchahid CheikhLarbi Tébessi Tébessa
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil

MEMOIRE

Présenté pour l obtention du diplôme de Master Académique

En: Travaux Publiques

Spécialité: V.O.A

Par: Hamida Cherif

Sujet

Etude de Réalisation Route Communale N° 573 Reliant CW01 Zone Boulthrouthe Sur 3,5 km (Commune de Thledjene)

Présenté et soutenu publiquement, le 10 / 06 / 2025, devant le jury composé de:

M : Messaoud Farid	Grade : M A A	Président
M : Farres Abdelhafid	Grade : M A A	Rapporteur
Melle : Melaoui Rachida	Grade : M C B	Examinateur 1

Promotion : 2024/2025

REMERCIEMENT

Au début nous remercions ALLAH de nous avoir donné la volonté et le courage et aussi la patience de faire et d'entre prendre nos projets.

Je cite nommément

A mon encadreur Mr: FARES ABDELHAFID Nous tenons à vous remercier pour votre soutien et votre aide tout au long de notre travail. Vos conseils et vos commentaires ont été d'une grande aide pour nous permettre d'atteindre nos objectifs. Nous avons été très chanceux d'avoir un encadreur aussi compétent et dévoué.

Encore une fois, merci beaucoup pour tout ce que vous avez fait pour nous. Nous sommes très reconnaissants pour votre temps et votre énergie consacrés à nous aider à réussir.

Nous adressons également notre profonde gratitude à l'ensemble des enseignants qui ont contribués à notre formation avec beaucoup de dévouement et de compétence.

Un grand merci pour Mr: MESSAOUD FARID pour le logiciel Alizé-LCPC

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

إهـــــــــداء

إلي من غرسوا في بذور الطموح، وسقوا حلمي بدعائهم و تشجيعهم، إلي من كانوا سندي في كل خطوة، ونور طريقي في أوقات العتمة، إلي من لا تطيب إنجازات دون أن تهدى لهم: أبي رحمه الله، أمي و زوجتي الغالية و أولادي: ساجد و معز، شكرا على الحب الغير المشروط و الدعم الذي لا ينتهي...

إلي إخوتي و أخواتي، الذين كنتم دائما مصدر فخر و سعادة...

إلي أصدقائي المقربون:خاصة أخي عبد الغني، عبد اللطيف، محمد، رضا، الصادق، مداني، خالد، لزهر ح، لزهر خليل ع ....

أنتم الرفقة الصادقة في درب العلم والحياة، والضحكة التي خففت عني الكثير

لكم جميعا، أهدي ثمرة هذا الجهد، عربون محبة و امتنان

لكل من لم أذكره أو نسيته

لكل عمال القسم الفرعي للأشغال العمومية لدائرة العقلة.

Résumé

L’objet est de réaliser une étude technique pour la route communale N°537 sur 3,5km de long et 6m de large, avec des accotements de 1,2m de chaque cote. Le projet vise à relier la zone rurale de boulthrouthe dans le cadre du programme des zones d’ombre.

L’étude comprend la définition des caractéristique géométriques selon les normes algériennes, l’évaluation de la vitesse et du trafic, la conception des plans nécessaires, le drainage des eaux, ainsi que l’estimation des quantitatifs et des travaux à réaliser.

Mots clés: étude de réalisation, route communal, conception, trafic, Commune de Thledjene.

ملخص

يهدف هذا العمل إلي إنجاز دراسة تقنية لمشروع الطريق البلدي رقم :537 الذي يربط المنطقة الريفية بولثروث ، وذلك ضمن إطار تنفيذ مخطط نقاط الظل. يمتد المشروع على طول 3,5 كلم و بعرض 6 أمتار لطبقة السير بالإضافة إلي حواف الطريق و عرضها 1,2م على جانبي الطريق .

تشمل الدراسة تحديد الخصائص الهندسية للطريق وفقا للمعايير و المواصفات التقنية الجزائرية المعتمدة، بما يضمن راحة وأمان مستعملي الطريق.كما تتضمن تحديد السرعة المرجعية وحركة المرور المتوقعة، وإنجاز المخططات اللازمة له.

إضافة إلي ذلك سيتم تصميم نظام صرف المياه على طول الطريق بشكل فعال، مع تحديد كميات الحفر و الردم التقديرية، إلي جانب تقدير الأشغال المزمع تنفيذها.

الكلمات المفتاحية : دراسة لإنجاز، الطريق البلدي، تصميم، حركة المرور، بلدية ثليجان.

Abstract

The objective is to carry out a technical study for municipal road N° 537, with a length of 3,5km and a width of 6metres, including 1, 2 metres shoulders on both sides. The rural area of boulthrouthe as part of the shadow zones development programme.

The study includes defining the road's geometric characteristics according to Algerian standards, evaluating speed and traffic, preparing the necessary plans, designing drainage systems, and estimating quantities and the planned works.

Keywords: feasibility study, local road, conception, traffic, municipality of Thledjene.

NOTATIONS

A : Paramètre de la clothoïde

G : accélération de la pesanteur = 10 m/s

C : Capacité de la route

d_1 : Distance d'arrêt

d_0 : Distance minimale de freinage

d_m : Distance de visibilité de dépassement minimale

d_{max} : Dévers maximal

d_{Md} : Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement

d_{min} : Dévers minimal

d_N : Distance de visibilité de dépassement normale

d_s : Distance de sécurité entre deux véhicules

fl : Coefficient de frottement longitudinal

ft : Coefficient de frottement transversal

KA : Début de la clothoïde

KE : Fin de la clothoïde

L_{max} : Longueur maximale d'un alignement

L_{min} : Longueur minimale d'un alignement

N : Nombre de voies

R : Rayon de courbure

R'_{vm} : Rayon minimum absolu en angle rentrant

R_v : Rayon de courbure en angle saillant

R_{vm}: Rayon minimum absolu en angle saillant

R'_{vn} : Rayon minimal normal

R_{Hd} : Rayon au dévers minimal

R_{Hm} : Rayon minimal absolu

R_{HN} : Rayon minimal normal

R_{Hnd} : Rayon non déversé

S_i : Classe du sol selon sa portance

Log: logarithme décimal

I_{CNR} : indice CBR (sol support)

e: épaisseur équivalente

L_{moyen} : longueur moyenne des véhicules

Liste des Figures

Figure 1 : Le plan synoptique du notre projet.....1
Figure 1 : Le profil en travers type.....3
Figure 1 : Les éléments de détails.....4

Chapitre 3

Figure 3-1 : Eléments géométriques du profil en long.....25

Chapitre 4

Figure 4-1 : Distance de visibilité en engle saillant 41

Chapitre 5

Figure 5-1 : Sous- couche…….....48
Figure 5-2 : Chaussées semi-rigides.....49
Figure 5-3 : Chaussées rigides.....50
Figure 5-4 : Position du projet dans la carte climatique de l'Algérie.....52
Figure 5-5 : Classes de TPLi pour PR2.....53
Figure 5-6 : Résultats des déformations pour la chaussée selon catalogue (Alize-LCPC).....61
Figure 5-7 : Résultats des déformations pour la chaussée selon catalogue (Alize-LCPC).....61

Chapitre 7

Figure 7-1 : Carte hydrologie du bassin versant du la commune de Thledjene.....85

Chapitre 8

Figure 8-1 : Différents types des carrefours 97

Liste des Tableaux

Chapitre 1

Tableau 1-1 : VVL et VPL en fonction de catégorie et environnement.....7
Tableau 1-2 : Paramètre cinématique et les distances d'arrêt selon les normes B40.....8
Tableau 1-3 : Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre de dépassement.....10
Tableau 1-4 : Paramètres de visibilité selon les catégories des routes Selon les normes.....11
Tableau 1-5 : Valeur de coefficient du frottement Selon les normes B40…….....11
Tableau 1-6 : Valeur de coefficient du frottement en fonction de la vitesse de la référence.....12
Tableau 1-7 : Le coefficient de frottement transversal Selon les normes B40……..……12

Chapitre 3

Tableau 2-1 : Coefficient d'équivalence Selon les normes B40.....17
Tableau 2-2 : Valeur de la capacité théorique Selon les normes B40.....18
Tableau 2-3 : Coefficients de réduction de la capacité **« K1 »**.....19
Tableau 2-4 : Coefficients de réduction de la capacité **« K2 »**.....19
Tableau 2-5 : Valeurs théoriques de la capacité de la route **« Cth »**.....20

Chapitre 3

Tableau 3-1 : Les pentes et les rompes Selon les normes B40.....26

Chapitre 4

Tableau 4-1 : Valeur du coefficient de frottement transversal B40.....31
Tableau 4-2 : Les valeurs suivantes des devers maximale.....33

Chapitre 5

Tableau 5-1 : Température équivalente (Fascicule N°2).....51
Tableau 5-2 : Choix du type de réseaux principal (Fas N°1 p 08).....52
Tableau 5-3 : Risque adopte pour le réseau RP2 (Fas N°2 p 14).....54
Tableau 5-4 : Présentation des classes de portance à long terme du sol-support (Fas N°2 p 14).....54
Tableau 5-5 : Indice le poids pour chaque véhicule.....56
Tableau 5-6 : Indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau.....57
Tableau 5-7 : Choix de l'épaisseur.....58
Tableau 5-8 : Récapitulatif de la structure 01.....62
Tableau 5-9 : Récapitulatif de la structure 02.....62

Chapitre 7

Tableau 7-1 : Précipitations journalières maximales à la station de Tébessa.....86
Tableau 7-2 : Averses de fréquence de canal pour chacune des zones.....87
Tableau 7-3 : Méthodes du calcul para port la surface.....89
Tableau 7-4 : Méthode du calcul débit des évacuer.....90

SOMMAIRE

Généralité **01**

01- Introduction 01
02- Historiques et définition des routes 02
03- Description générale terminologie 03
04- Classification des routes 05

Chapitre 1: Elément de base du projet **06**

01- Limitation des caractéristiques des véhicules 06
02- Vitesse de référence (V_r) des véhicules légers (VVL) et des poids lourds (VPL) 06
03- Le trafic 07
04- Mouvement des véhicules 07
05- Paramètre fondamentaux 10
06- Application numérique sur notre projet 12

Chapitre 2: Eude de trafic **14**

01- Introduction 14
02- Nomenclature 14
03- Analyse du trafic existant 15
04- Différents type de trafic 15
05- Calcul de la capacité 15
06- Application au projet 20
07- Conclusion 23

Chapitre 3: Présentations Graphiques **24**

01- Introduction 24
02- Le trace en plan 24
03- Profil en long 25
04- Les profils en traves 27
05- Profil en travers –type 28

Chapitre 4: Caractéristique Géométrique des Routes **30**

01- Stabilités des véhicules 30
02- Calcul des rayons dans le plan horizontal 32
03- Raccordement à courbe progressive 35
04- Calcul de la longueur de raccordement progressive 37
05- Application numérique pour projet 39
06- Calcul des rayons dans le plan vertical 40
07- Calcul du raccordement aux sommets 43
08- Exemple de vérification 44

Chapitre 5: Dimensionnement de Chaussée……46

01- Introduction……46
02- La chaussée……46
03- Les différents couches des chaussées……46
04- Les différents types de chaussée……48
05- Méthodes de dimensionnement……50
06- Application au projet (Méthode de CTTP)……51
07- Choix de différentes couches de la chaussée……55
08- Application au projet méthode de CBR……55
09- Vérification en fatigue des structures et de la déformation de sol support……59
10- Calcul de la déformation admissible sur sol support……59
11- Calcul de la déformation admissible de traction a la couche de roulement……59
12- Vérification des résultats de calcul par Alize-LCPC……60
13- Conclusion……62

Chapitre 06: Terrassement ……64

01- Introduction……64
02- Travaux préliminaires……64
03- Mouvement des terres……65
04- Méthode de calcul des cubatures……67
05- Tableau de métrée de terrassement……69
06- Tableau de mouvmant des terrassements……74

Chapitre 07: Assainissement……81

01- Introduction……81
02- Objectif de l'assainissement……81
03- Types des dispositif d'assainissement……82
04- Assainissement de la chaussée……82
05- Définition des termes hydraulique……83
06- Entretien et exploitation des ouvrages……84
07- Aperçu hydrographique de projet……84
08- Détermination de la caractéristique morphologique de bassin versants……84
09- Choix de la période de retour……85
10- Calcul hydrauliques……89
11- Application au projet……93

Chapitre 08: Aménagement des Carrefours……96

01- Introduction……96
02- Les différents types des carrefours……96
03- Données utiles à l'aménagement d'un carrefour……97
04- Principes généraux de l'aménagement des carrefours……98
05- Notre projet……99

Conclusion Générale **100**

Bibliographique

Annexes

GENERALITE

01- Introduction générale

La puissance d'un pays est fréquemment liée au développement de ses infrastructures de transport. C'est dans cette optique que l'Algérie s'efforce continuellement de densifier et d'améliorer ses différents réseaux de transport, se classant ainsi au troisième rang africain en matière de développement du réseau autoroutier. Cette expansion des infrastructures favorise la croissance économique régionale en assurant une connectivité accrue, facilitant le transport des personnes et des marchandises à travers l'ensemble du territoire national. Cette expansion des infrastructures favorise la croissance économique régionale en assurant une connectivité accrue, facilitant le transport des personnes et des marchandises à travers l'ensemble du territoire national.

La route constitue un axe de communication essentiel, facilitant le développement des transports et contribuant ainsi à réduire les distances entre différents lieux, producteurs et consommateurs. Elle favorise la circulation des biens et des personnes à l'échelle nationale, reliant les zones urbaines aux régions isolées, auxquelles l'Algérien a récemment accordé une grande attention, en les classant comme des zones d'ombre.

A partir de ces raison, j'ai choisi un chemin communal, relevant de la commune de Thledjene Daïra de Cheria wilaya de Tébessa, quel est proposé comme sujet de projet de fin d'étude et intitulé comme suit:

Etude de réalisation route communale N°: 573 reliant CW 01 Zone Boulthrouthe sur 3,5 Km (Commune de Thledjene)

Le projet consiste à étudier le tronçon relient à situer entre l'axe (Cw01) et zone rurale Boulthrouthe la Commune de thledjene.

Ce tronçon a été choisi de l'étude pour deux raisons : le premier est qu'il traverse une zone agricole et la majorité des habitants de la région, ainsi que pour sa position géographique (zone non inondable); le second est la présence du site archéologique de boulthrouthe.

Figure 1 : le plan synoptique du notre projet. Projet.



Notre projet a des avantages suivants:

- Des avantages directs: concernent principalement les usagers de la route. Ils se traduisent par un gain de temps, un meilleur confort de circulation, une amélioration de la sécurité routière, ainsi qu'une réduction des cotes de fonctionnement des véhicules. Ces bénéfices peuvent être quantifiés à travers des indicateurs physiques tels que les heures économisées, ou la consommation de carburent.

- Des avantages indirects: touchent des aspects plus larges, en particulier le désenclavement des populations locales et la stimulation du développement économique et rural de la région concernée.

02- Historiques et définition des routes

02-1 Historiques des routes

La route a une longue histoire de développement, elle est née du passage répété des hommes et des animaux sur un même itinéraire jusqu'au 19ème siècle, les chemins ont été utilisés par les piétons, les animaux et par les véhicules à traction animal; dans ce temps là, les moyens de transport ont des dimensions restreintes, de faibles charges utiles et de vitesses minimes. Une fois entre la période 1820-1840 quand le français Polonceau a introduit le cylindrage et l'anglais Mac Adam qui a employé la pierre cassée en petit échantillon.

Le développement des automobiles (plus grand, plus lourd, plus puissant, plus rapide) a imposé aux routes d'énormes modifications structurales.

02-2 Définition de la route

La route est une infrastructure linéaire de transport terrestre aménagée, suivie par un mobile défini par rapport au nord géographique.

Elle est constituée de plusieurs couches (plate-forme, fondation, chaussée) adoptées aux conditions de circulation, de sol, et de climat. Sur le plan technique, la route est conçue selon des normes précises en matière de géométrie, portance, drainage, et sécurité, afin de garantir la fluidité de trafic, la durabilité de la structure, et la protection des usagers. Elle assure également la liaison et la continuité des transports entre les autres voies de communication (voies ferrées, voies aériennes et voies maritimes).

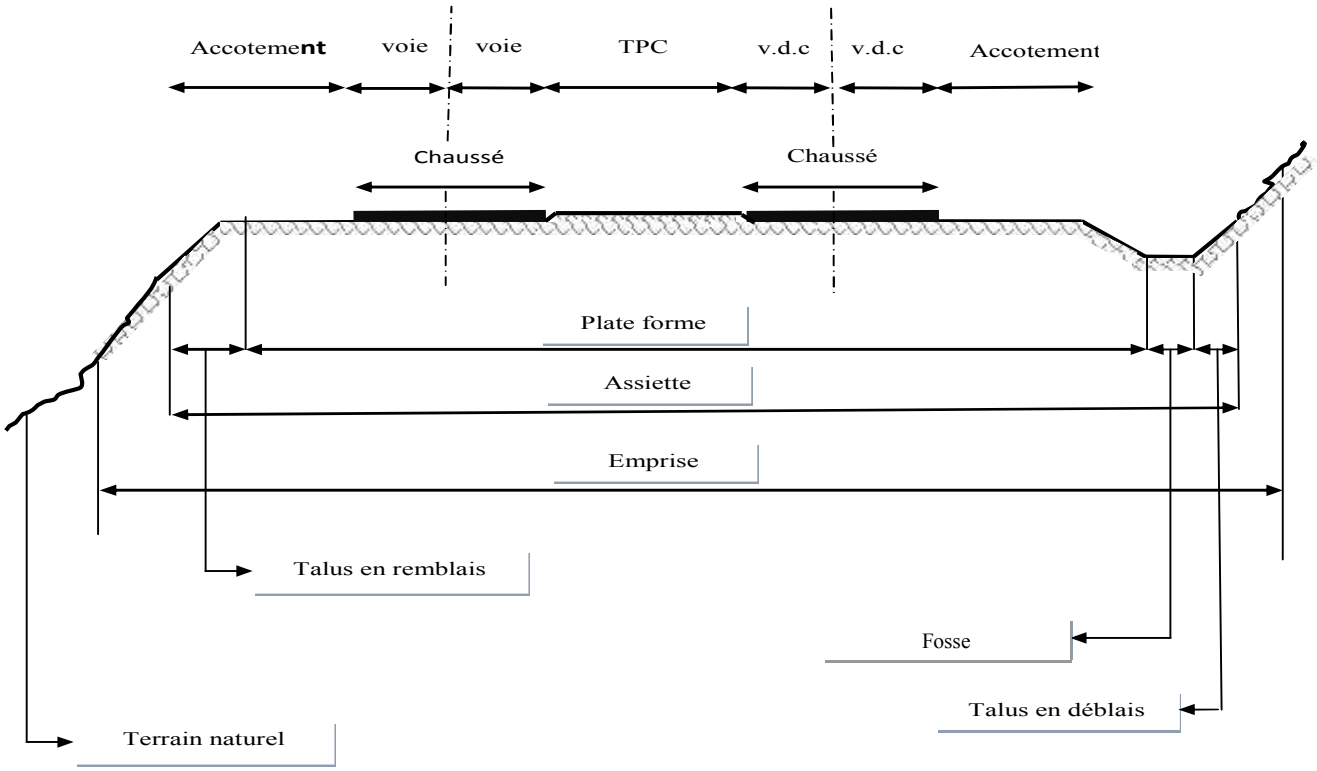
Une route moderne doit permettre une circulation commode (usage facile), assure le confort et la sécurité et au même temps une réalisation économique.

03- Description Générale et Terminologie

03-1-Eléments généraux

- **Terrain naturel** : C'est le terrain tel que se présente avant tous travaux de construction.
- **Emprise**: Surface de terrain propriété d'une collectivité publique, réservée à l'implantation de route et de l'ensemble de ses dépendances fonctionnelles (accotements, fossés, équipements de sécurité, etc.).
- **Assiette**: La portion de terrain occupée l'infrastructure routière. Elle englobe la plate-forme (chaussée, accotement, etc.)ainsi que l'ensemble de la surface délimitée par l'intersection des talus de déblais ou remblais avec le terrain naturel.
- **Plate-forme**: désigne la couche de base préparée et compactée qui sert de support stable à une infrastructure routière, elle constitue l'assise finale des terrassements.
- **Chaussée**: est un partie supérieure d'une voie de circulation (route, rue, autoroute) spécialement aménagée pour supportes les charges du trafic et assurer la sécurité des usagers.
- **Voie de circulation (VDC)**: est une bande, destinée à la circulation d'une file de véhicules.
- **Terre-plein central (TPC):** Bande de terrain située entre deux chaussées construites sur la même plate-forme.

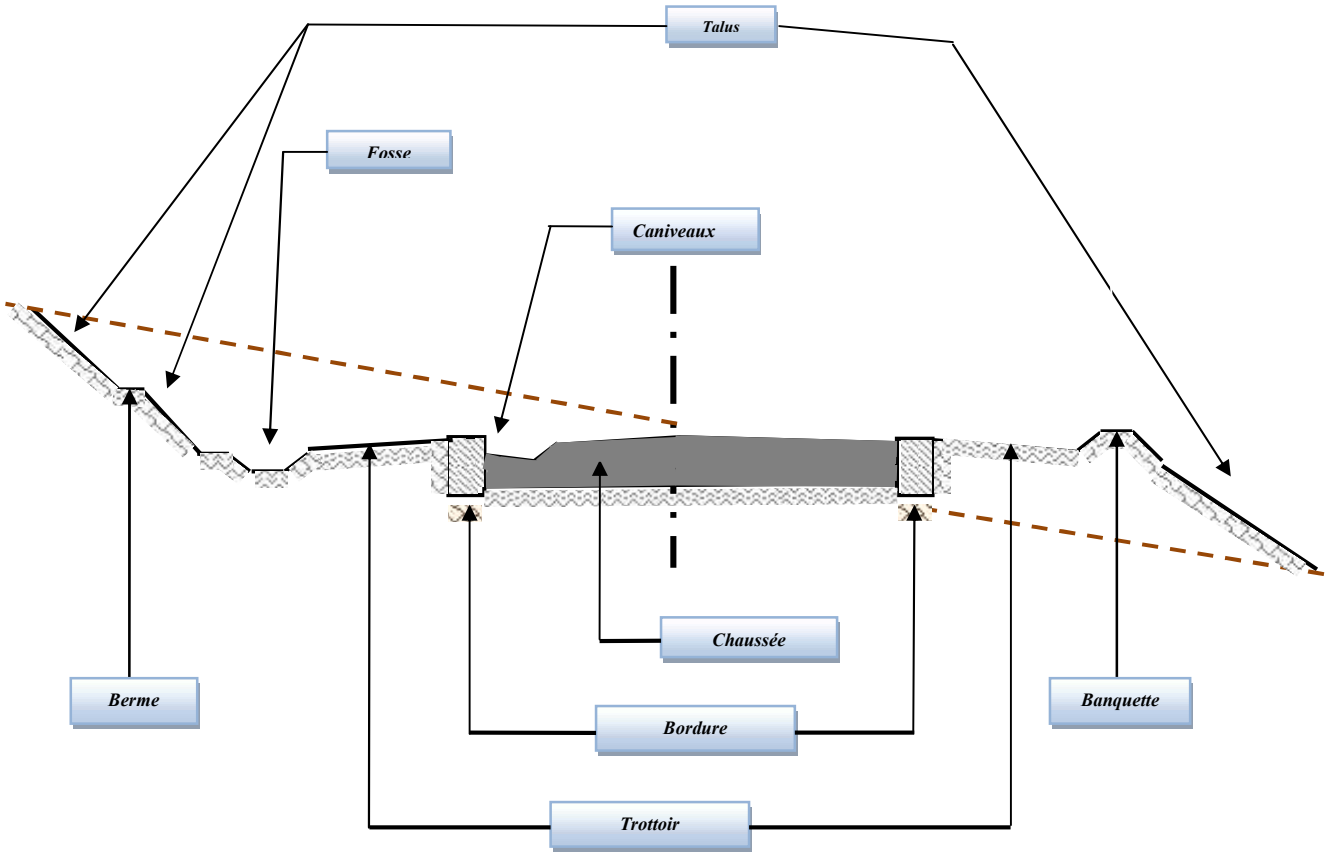
Figure 2 : le profil en travers type.



03-2- Eléments de détail

- **Caniveau:** dispositif en creux, bordé de deux versants inclinés, spécialement conçu pour assurer l'écoulement des eaux le long de la chaussée.
- **Bordure:** élément linéaire préfabriqué en béton, pierre naturelle ou composite, installé en limite de chaussée.
- **Accotements:** Zones s'étendant de la limite de chaussée (au sens géométrique) à la limite de plate-forme. du point de vue structurel, ils peuvent comprendre : une bande dérasée ; une berme engazonnée jusqu'à la limite de plate-forme.
- **Talus:** surface inclinée représentant la ligne d'équilibre des terres. En sol de consistance moyenne, la pente des talus est généralement de 3/2 pour les remblais et de 1/1 pour les déblais.
- **Berme:** Palier construite longitudinalement dans un talus pour diminuer son importance.
- **Fossé:** Creux qui borde longitudinalement un accotement construit en déblais, ayant comme rôle de collecter les eaux de ruissellement ou de surface.

Figure 3 : Les éléments de détails



04- Classification des routes

Les routes peuvent être classées selon deux critères principaux : du point de vue administratif et du point de vue technique.

04-1- Classification administrative

- **Les chemins communaux:** sont des voies qui se situent entièrement à l'intérieur des limites d'une seule commune.
- **Les chemins de wilaya:** sont des voies de communication qui assurent la desserte à l'intérieur d'une seule wilaya.
- **Les routes nationales:** Sont des routes qui assurent la liaison de différents points du territoire.
- **Route expresse :** désigne une catégorie de routes caractérise par des aménagements spécifiques visant à fluidifier et sécurise la circulation automobiles
- **Autoroute :** est une grande route à accès contrôlé, sans croisement à niveau ; réservée à la circulation rapide et sûre des véhicules motorisés, avec des infrastructures et des services adaptés à ce type de trafic.

04-2- Calcifications techniques

Généralement on classe les routes en cinq catégories.

- **Catégorie 1**: C'est une route ayant deux chaussées séparées, et quelque fois c'est une route à une seule chaussée dans un terrain facile où il n'y a pas de croisement.
- **Catégorie 2**: C'est une route à tracé facile peu accidenté avec quelques croisements.
- **Catégorie 3**: Il s'agit d'une route située en terrain accidenté ou vallonné, ou les caractéristiques de la deuxième catégorie ne peuvent être réalisées en raison des coutes que cela impliquerait.
- **Catégorie 4**: Route présentant une section transversale difficile, généralement implantée dans un terrain à relief complexe.
- **Catégorie 5**: Route caractérisée par une section transversale très difficile, adaptée à des conditions topographiques particulièrement contraignantes.

CHAPITRE 1 : ELEMENT DE BASE DU PROJET

01- Limitation des caractéristiques des véhicules

Afin de maitriser les contraintes techniques et financières liées à l'évolution constante des véhicules, il a été décidé de fixer des limites aux principales caractéristiques de ces derniers.

Cette démarche permet de maintenir les couts et la complexité de la construction routière dans des proportions raisonnables.

- ***Poids maximal***

Type de véhicule	Poids (t)
✓ véhicules à deux essieux	19
✓ véhicules à trois essieux	26
✓ véhicules articulé (ensemble articulé)	38

- **Largeur**

La largeur toutes scilles comprises ne doit pas dépassé 2,5m.

- **Longueur**

La longueur maximale ne peut dépasser 11m pour les véhicules aux remorques seules, mais il peut atteindre jusqu'à 12m pour les véhicules de transport commun, et 15m pour les véhicules articulés (semi remorque) et 18m pour un ensemble formé par un véhicule tracteur et sa remorque.

- **Hauteur**

La hauteur n'est pas limitée, mais si elle dépasse 4m, le conducteur circule sous sa responsabilité.

02- Vitesse de référence (V_r) des véhicules légers (VVL) et des poids lourds (VPL)

« VVL » Véhicules Légers : vitesse déterminant les caractéristiques minimales des éléments de tracé (rayons de courbe, visibilité, dévers) pour garantir (l'homogénéité des conditions de circulation, la sécurité sur les sections courantes).

« VPL » Poids Lourds : vitesse utilisée pour définir les limites acceptables des rampes (longueur/pente maximale), assurant (le maintien d'une vitesse constante pour les véhicules lourds ; la fluidité du trafic sans congestion).

Tableau 1-1 :VVL et VPL en fonction de Catégorie et Environnement (d'après le B40 -P51).

Catégorie \ *Environnement*		E1	E2	E3
CATEGORIE 4	**Vitesse Vvl**	80	**60**	40
	Vitesse Vpl	25	**20**	-

Vu que notre projet est une route de **4**^{éme} catégorie, on adopte dans ce cas une vitesse de référence $\mathbf{V_r = 60\ km/h}$

03- Le trafic

Le trafic ou le volume de circulation c'est le nombre des véhicules qui passent sur une route par unité du temps, le trafic est obtenu par le comptage continu qui exécuté au moyen d'appareils automatiques ou bien par le comptage périodique qui sont faites par des agents recenseurs qui peuvent discriminer les véhicules par catégorie.

Il faut toujours prévoir le développement du trafic de l'avenir car il intervient dans le dimensionnement des chaussées et le calcul des caractéristiques des profils en travers (nombre de voie).

04- Mouvement des véhicules

04-1- Distance minimale de freinage (d_0)

La distance du freinage (d_0) nécessaire à un véhicule circulant à vitesse initiale V (en km/h) pour s'immobiliser complètement sur une chaussée mouille et propre, dans des conditions garantissant la sécurité des usagers .

L'égalité entre l'énergie cinétique développée par le véhicule et le travail de freinage donne:

$$\frac{1}{2}\times\frac{p}{g}V_r^2 = P\times fL\times d_0 + P\times d_0\times i$$

$$d_0 = \frac{V_r^2}{2g(F_L+i)} \Rightarrow \frac{1}{2}\times\frac{V_r^2}{g} = d_0\,(fL+i) \rightarrow \qquad / g = 9.81 m/s^2$$

$$\mathbf{d_0 = \frac{V_r^2}{254(fL+i)}}$$

Où:

- V_r: Vitesse de référence en Km/h s'annule à la fin du freinage.
- g: L'accélération du terre.
- f_L: Coefficient du frottement longitudinal.
- i: Pourcentage de déclivité: (+i) pour les rompes.

  (-i) pour les pentes.
- d_0: Distance de freinage.

04-2- Distance d'arrêt

La « distance d'arrêt (d_a) » correspond à la distance totale parcourue par un véhicule entre l'instant ou le conducteur perçoit un obstacle et le moment ou le véhicule s'arrête complètement.

Elle est obtenue en ajoutant à la distance minimal du freinage d0 l'espace parcouru durant le temps nécessaire au conducteur pour percevoir l'existence de l'obstacle et pour réagir en actionnant ses freins, qu'on appelle le temps de perception-réaction(T), en seconde.

Avec:

En alignement droit

- Pour V_r< 100km/h et T= 2,0s $\longrightarrow$ $d_1 = d_0 + 0{,}55V$.
- Pour V_r> 100km/h et T=1,8s $\longrightarrow$ $d_1 = d_0 + 0{,}50V$.

En courbe : On doit majorer la distance d'arrêt de 25% car le farinage est moins énergétique afin de ne pas perdre le contrôle du véhicule.

- Pour V_r< 100km/h et T= 2,0 s $\longrightarrow$ $d_2 = 1{,}25d_0 + 0{,}55V$
- Pour V_r> 100km/h et T=1,8s $\longrightarrow$ $d_2 = 1{,}25d_0 + 0{,}50V$

On utilise le temps de perception-réaction (T=2s)

Paramètre cinématique et les distances d'arrêt en palier pour les différents niveaux de service.

Tableau 1-2 : Paramètre cinématique et les distances d'arrêt selon les normes B40

Catégories	V(km/h)	40	60	80	100	120
1-2	Coefficient fL (V)	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33

	-Distance de freinage d_0(m)	14	34	65	111	175
	-Distance d'arrêt d_1(m)	36*	67*	109*	161	235
3-4-5	Coefficient fL (V)	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36
	-Distance de freinage d_0(m)	13	31	59	100	160
	-Distance d'arrêt d_1(m)	35	64	99	150	220

*Réduit à 34m -64m et 105m pour E3.

- **Distance d'arrêt linéaire (d_1) [m]**

La distance d'arrêt linéaire correspond à la somme de la distance élémentaire de freinage (d_0) et de la distance parcourue durant le temps de perception-réaction du conducteur avant l'engagement de la phase de farinage.

$$d_1 = \frac{V_r \times T}{3,6} + d_0$$

- **Distance d'arrêt en courbe (d2) [m]**

Lorsqu'un véhicule circule en courbe, les possibilités de freinage sont réduites (l'existence de la force centrifuge) dont la charge des roues internes et la charge des roues externes ne sont pas les mêmes. Alors on majore de 25%, la distance de freinage (d_o) pour une courbe de rayon R < $5V_r$ (Km/h).

$$d_2 = 1,25 d_0 + d_1$$

04-3- Distance de sécurité entre deux véhicules

On considère ici deux véhicules roulant sur une même voie à une vitesse commune. La question est de déterminer l'espacement nécessaire entre eux pour que, si le premier freine brusquement.

Théoriquement les deux véhicules marchant à la même vitesse doivent s'arrêter sur la même distance, l'espacement doit donc être tout simplement égale au chemin parcourus par le second véhicule pendant le temps "t" de perception-réaction de son conducteur donc:

$$E = V_r \times t + L_{moy}$$

L_{moy}: longueur moyenne de véhicule ($\sim 8m$).

04-4- Distance de dépassement

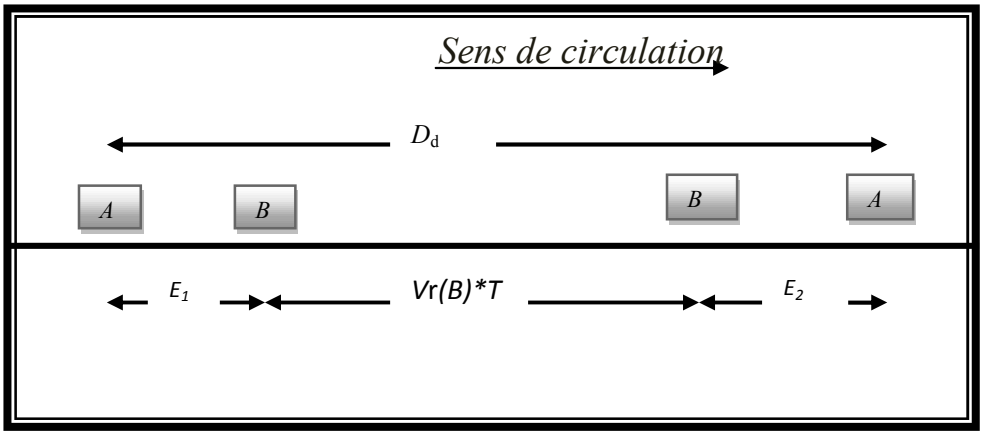
L'exécution d'un dépassement met le problème suivant :

Quel est le temps (T) et l'espace (D_d) nécessaires pour que le véhicule (A) soit devant le véhicule (B).

Les durées de dépassement (T) sont en moyenne:

- Dépassement normal : 10.83 s – 12.8 s;
- Dépassement forcé : 7.2 s – 9 s.

$$D_d = E_1 + Vr(B) \times T + E_2$$



04-5- Distance de visibilité de manœuvre de dépassement dMd.

visibilité nécessaire permettant à u n véhicule engagé dans un dépassement sur chaussée bidirectionnelle d'interrompre sa manœuvre par freinage ou de la compléter par accélération, dans des conditions de sécurité.

Tableau 1-3 : Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre de dépassement selon B40.

	V(km/h)	40	60	80	100	120
Toute Catégories	Distance de visibilité de dépassement					
	- Minimal d_m(m)	150	250	325	425	550
	- Normal d_n(m)	250	350	500	625	800
	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement dMd(m).	70	120	200	300	425

05- Paramètres fondamentaux

05-1- Condition générale de visibilité

La visibilité dans les raccordements en plan vertical est une condition essentielle surtout dans les points hauts.

Il faut que deux conducteurs roulant en sens inverse puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt.

Les paramètres qui interviennent pour le calcul du rayon de visibilité sont:

- Hauteur de l'œil du conducteur «h_0»;
- Hauteur d'obstacle:
  - Obstacle fixe «h_1».
  - Obstacle mobile «h_2».

Le tableau suivant représente les valeurs des paramètres de visibilité selon les catégories des routes.

Tableau 1-4 :paramètres de visibilité selon les catégories des routes Selon les normes B40

Hauteur[m] / Catégorie	h_0	h_1	h_2
1-2	1.10	0.15	1.20
3-5	1.10	0.20	1.20

D'après le tableau, dans notre projet on a:

La catégorie est 4, la vitesse de référence V_r = 60km/h

Donc:

- h_0=1.10
- h_1=0.20
- h_2=1.20

05-2- Coefficients de frottement:

- **Coefficient de frottement longitudinal (*f*L)**

La valeur de coefficient du frottement (*f*L) est très variable varie de façon très importante en fonction de l'état des pneus et l'état de la chaussée.

Tableau 1-5 : valeur de coefficient du frottement Selon les normes B40.

ETAT DE CHAUSSEE	*ETAT DES PNEUS*	*(fL)*
Sèche	*Bon état*	*0,8 - 0,9*
Mouillée	*Bon état*	*0,6 - 0,8*
Mouillée	*Etat moyen*	*0,3 - 0,4*
Lisse mouillée	*Usés*	*0,1 - 0,2*

Verglas	*Boué*	*0,05- 0,1*

Le coefficient (fL) varie aussi en fonction de la vitesse de la référence.

Tableau 1-6 : valeur de coefficient du frottement en fonction de la vitesse de la référence selon B40.

Vitesse de référence V_r	*40*	*60*	*80*	*100*	*120*	*140*
fL	*0.45*	*0.46*	*0.39*	*0.36*	*0.33*	*0.30*

Concernant notre projet : **V_r = 60 Km/h → fL=0,46**

- **Coefficient de frottement transversal (ft)**

Le coefficient de frottement transversal utilisé généralement tient compte:

- De la dispersion des phénomènes de frottement en fonction des caractéristiques des pneus et de revêtements de surface.
- De la nécessité de conserver une fraction du frottement longitudinal.
- Des angles de dérive rencontrés en situation de conduite normale (3à4).

Les valeurs adoptées pour les normes algériennes sont résumées dans le tableau suivant:

Tableau 1-7 : le coefficient de frottement transversal Selon les normes B40

	V_r (Km/h)	*40*	*60*	*80*	*100*	*120*	*140*
catégorie	*1-2*	*0.20*	*0.16*	*0.13*	*0.11*	*0.10*	*0.09*
	3-4 et 5	*0.22*	*0.18*	*0.15*	*0.12*	*0.11*	*

Dans notre projet : **V_r =60Km/h**, **catégorie 4 → ft =0,18**

➢ **Remarque:** On note que les deux coefficients sont très sensibles aux paramètres suivants:

- Nature de granulat et du constituant de la surface de la chaussée;
- Présence de l'eau sur la chaussée;
- Etat de pneumatique (nature, forme, gonflage).

06- Application numérique sur notre projet

V_r = 60km/h, fL=0,46; T=2s; L_{moy}=8m.±

- **Distance minimale de freinage (d_0)**

$$d_0 = \frac{V_r^2}{254 \times (ft \pm i)} = \frac{60^2}{254 \times (0{,}46 \pm i)} =$$

i: D'après le profil en long.

		d_0 [m]
Pente max	i= -0.0466	34
Rompe min	i= +0.0017	31

Distance d'arrêt:

Distance d'arrêt linéaire(d_1)

$$d_1 = \frac{V_r \times T}{3,6} + d_0 = \frac{60 \times 2}{3,6} + d_0 =$$

		d1 [m]
Pente	d_0=34	67
Rompe	d_0=31	64

Distance d'arrêt en courbe(d_2)

Pour R= 200m $< 5*V_r$ =300m → $d_2=1,25d_0+d_1$

			d2(m)
pente	$1,25d_0$=42,5	d_1=67	d_2=109
rompe	1,25d0=38,75	d1=64	d2=103

- **Distance de sécurité entre deux véhicules :**

$$E = \frac{V_r}{36} \times t + L_{moy}$$

$$E = \frac{60}{36} \times 2+8 = 11 \text{ m}$$

E = 11 m

CHAPITRE 2:ETUDE DE TRAFIC

01-Introduction

L'étude du trafic est une étape fondamentale préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructures de transport. Elle permet de définir le type d'aménagement approprié ainsi que ses caractéristiques, allant du nombre de voies jusqu'à l'épaisseur des différentes couches.

Elle joue également un rôle dans l'analyse des flux de circulation à l'échelle d'une paye ou d'une région. En tant qu'élément central des études de transport, l'étude du trafic contribue directement à la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, sur une partie stratégie de planification et sur des prévisions de trafic, indispensables pour :

- Evaluer la rentabilité économique des projets ;
- Estimer les coûts d'entretien futurs ;
- Définir les caractéristiques techniques adaptées à chaque tronçon de route.

02- Nomenclature

Dans le cadre des études de trafic, il est essentiel de définir clairement les termes couramment utilisés. Une nomenclature précise permet d'éviter toute confusion et garantit une compréhension uniforme des notions fondamentales liées à l'analyse du trafic routier:

- **Trafic de transit :** il s'agit du trafic dont l'origine et la destination se situent en dehors de la zone étudiée. Ce type de trafic est particulièrement ma mise en place d'une déviation éviter la surcharge du réseau local.
- **Trafic d'échange :** ce trafic concerne les déplacements dont l'origine se situe à l'intérieur de la zone étudiée et la destination à l'extérieur, ou inversement. Il est essentiel à prendre.
- **Trafic local :** correspond aux déplacements ayant lieu entièrement au sien de zone étudiée.

• **Trafic moyen journalier annuel (T.M.J.A.)** égal au trafic total de l'année divisé par 365.

• **Unité de véhicule particulier (U.V.P.)** exprimé par jour ou par heure, on tient compte de l'impact plus important de certains véhicules, en particulier les poids lourds en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux.

• **Les trafics aux heures de pointe** (les heures de pointe du matin HPM, et les heures de pointe du soir HPS).

- **Le trafic journalier** représente le volume de circulation typique observé durant les weekends
- **Le trafic journalier moyen d'été:** est particulièrement dans les régions touristiques.

03-Analyse du trafic existant

Pour évaluer le volume et la nature du trafic à un endroit et à un moment précis, il est essentiel de réaliser un comptage du trafic, cette opération requiert une logistique adéquate ainsi organisation.

Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont :

- La statique générale.
- Le comptage sur route (manuel et automatique).
- Une enquête de circulation.

04- Différents type de trafic

On distingue quatre catégories principales:

a)Trafic normal

Trafic existant sur l'infrastructure antérieure, hors impact du nouveau projet.

b) Trafic induit

C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

c)Trafic dévié

Flux existant redirigé vers la nouvelle route aménagement. Ce transfert d'itinéraire n'implique pas de nouveaux déplacements, mais un choix différent pour atteindre la même destination.

d) Trafic total

Somme cumulée du trafic normal, du trafic induit et de trafic dévié sur l'infrastructure.

05-Calcul de la capacité.

05-1-Définition de la capacité

La capacité d'une route désigne le débit horaire maximal (en véhicules/heure) pouvant circuler : (sur un point spécifique, ou le long d'une section homogène), dans une deux directions, compte tenu des caractéristique physiques de l'infrastructure et de conditions de circulation.

Cette capacité dépend principalement de deux facteurs :

- Les conditions de trafic.
- Les conditions météorologiques.
- Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.

- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

Le choix du nombre de voie résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à-dire le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'horizon. Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

05-2-Projection future de trafic

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

$$TMJAh = TMJA_0 (1+\tau)^n$$

Avec :

TMJAh : le trafic à l'année horizon.

TJMAo : le trafic à l'année de référence

n : nombre d'année.

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

05-3Calcul de trafic effectif:

Le trafic effectif exprime le volume total de véhicules converti en unités de véhicules particulier (uvp), cette conversion, dépendante du type de route et de l'environnement, applique des coefficients d'équivalence aux poids lourds (PL) et véhicules lourds. Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$Teff = [(1 - z) + p.z]\ TMJAh$$

Avec :

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

Z : Pourcentage de poids lourd.

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

Tableau 2-1 : Coefficient d'équivalence Selon les normes B40.

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

05-4-Débit de point horaire normal

Débit maximale soutenable durant l'heure chargée, correspondant à une proportion du trafic effectif annuel (en uvp). Sa valeur est déterminée par la formule suivante :

$$Q = (1/n)\ Teff$$

Avec :

Q : débit de pointe horaire.

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

Teff : trafic effectif

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

$$Q = 0{,}12\ Teff\ (\ uvp/h\ )$$

05-5- La capacité théorique: La capacité théorique d'une route est déterminée par ses caractéristiques géométriques, principalement la largeur des voies et l'accotement .les valeurs de référence sont fournier dans le tableau suivant :

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

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

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

Valeur avec : capacité pour les deux sens.

(2) Capacité pour une seule voie de 3.50m

Valeur avec : capacité pour les deux sens réunis.

(x) capacité non applicable.

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

$$Ceff = k2 \cdot Cth$$

05-6-Paramètre de la circulation

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

$$TMJAh = (1+\tau)^{n} \cdot TMJA0$$

Avec:

TMJAh : le trafic à l'année de l'horizon.

TMJA0: le trafic à L'année actuelle.

n : nombre d'année.

τ : taux de croissance en (%).

05-7-Débit horaire admissible

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

$$Q\ adm = K1 \times K2 \times Cth$$

Avec :

Qadm : Débit horaire maximal accepté par voie, compte tenu du niveau de service visé.

K1 : Coefficient lié à l'environnement.

K2 : Coefficient lié à la catégorie de la route et de son environnement.

Cth: Capacité effective (théorique) par voie, en U.V.P/h qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Les coefficients K1 et K2 dépendent de l'environnement, de la largeur initiale de chaussée et de la valeur du temps.

- **Valeurs de K1**

Tableau 2-3 : Coefficient de réduction de la capacité de la route (k1).B40

Environnement	E1	E2	E3
K1	0,75	0,85	0,90 – 0,95

- **Valeurs de K2**

Tableau 2-4 : Coefficient de réduction de la capacité de la route (k2). B40

K2		Catégorie de la route				
		1	2	3	4	5
Environnement	E1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	E2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
	E3	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

Les valeurs de **Cth** selon le tableau ci-dessous

Tableau 2-5 : Valeurs théoriques de la capacité de la route (C). B40

Nombre des voies de la route	Capacité théorique. (uvp/h)
Route à 2 voies de 3,5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3,5m	2400 à 3200
Route à 4 voies de 3,5m	3000 à 3400
Route à chaussées séparées	1500 à 1800

05-08- Calcule nombre de voies de profil en travers

Pour déterminer le nombre de voies de la route pour répondre à la demande de trafic prévisible futur Q, il faut que ce trafic soit inférieur au débit admissible. On distingue deux cas:

(Selon le B40)

1- Cas d'une chaussée bidirectionnel

On compare Q à Q_{adm} et en prend le profil permettant d'avoir:

$$Q_{adm} \geq Q$$

2 - Cas d'une chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voie par chaussée est le nombre entre le plus proche du nombre N

$$N = \frac{S \cdot Q}{Qadm}$$

Avec : **S :** étant un coefficient traduisant la dissymétrie dans la répartition du trafic (généralement égal à2/3).

d : débit à l'année d'horizon.

Qadm : débit admissible par voie.

06- Application au projet

Les données de trafic

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

- Le trafic à l'année 2024 - TMJA2024 = 240 v/j

- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- Le pourcentage de poids lourds Z = 12 %
- L'année de mise en service 2027
- La durée de vie estimée 15 ans
- Catégorie C4
- L'environnement E2 (Route Vallonnée)
- Zone Climatique II (Climat semi Aride, hauts plateaux- wilaya de Tébessa).
- CBR = 11(d'après l'étude géotechnique du LTP EST Antenne de Tébessa) voir les' annexes.

1-Projection future du projet

L'année de mise en service (2027)

$$TMJAh = TMJA_0 (1+\tau)^n$$

TMJA 2027 = $(1 + 0.04)^3$ x 240

TMJA 2027 = 270 v/j

TMJA 2042= 270 x $(1 + 0.04)^{15}$

TMJA 2042= 486 v/j

2-Trafic Effectif

$$Teff = [(1-z)+p.z]\ TMJAh$$

- **Année de mise en service**

Teff 2027= $[(1-0{,}12) + (6x0{,}12)]$ x 270

Teff2027 = **432 uvp/j**

- **Année horion**

Teff 2042 = $[(1-0{,}12) + (6 \times 0{,}12)]$ x 486

Teff 2042= **778 uvp/j**

3-Débit de Pointe Horair Normal

$$Q = (1/n)\ Teff$$

Q2027 = 0.12 x Teff = 0,12 × 432 **Q2027 = 52 uvp/h**

Q2042 = 0.12 x Teff = 0,12 × 778 **Q2042= 93 uvp/h**

4-Débit Horaire Admissible

C'est le débit admissible que peut supporter une route

Le débit que supporte une section donnée

K1 : coefficient correcteur pris égal à 0,85 pour E2 (d'après le B40)

K2 : coefficient correcteur pris égala 0,98 pour environnement (E2) et catégorie (C4) (d'après le B40)

Cth : capacité théorique Cth= 1500(d'après le B40 pour E2, C4 et pour une chaussée à 2 voies)

Q_{adm}= 0,85 x 0,98 x 1500 **Q_{adm} = 1250 uvp/h /sens**

5 -Calcul Nombre des Voies

Cas d'une chaussée bidirectionnelle $Q_{adm} \geq Q$

Q_{adm} = 1250 ≥ Q = 52 **c. vérifiée**

N = 1 voie / sens

6-Calcul de l'année de saturation de 1x1 voie.

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

$Q_{saturation}$ = 4 x 1250 = 5000 uvp/h

$Q_{saturation}$ = (1+τ) ^{n} x Q_{2027}

$$Q_{saturation} = (1+\tau)^n \times Q_{2027} \Rightarrow n = \frac{\ln(Q_{sat}/Q)}{\ln(1+\tau)} = \frac{\ln(5000/1250)}{\ln(1+0{,}04)}$$

n = 35,34 ans Donc **n = 36 ans**

D'où notre route sera saturée dans 36 ans après la mise en service donc l'année de saturation est : **Année 2063.**

TMJA2027	**270 v/j**
TMJA2042	**286 v/j**
Teff2027	**432 uvp/j**
Teff2042	**458 uvp/j**
Q2027	**52 uvp/h**
Q2042	**93 uvp/h**
Qadm	**1250**
Qsat	**5000**
N	**1 voie/ sens**

Tableau récapitulatif des résultats

07- Conclusion

La capacité théorique étant estimée à : 1500 uvp/h, la route sera donc aménagée en configuration bidirectionnelle (1×1voie), avec une largeur de chaussée de 6 mètre et des accotements de 1,20 mètre de chaque côté.

CHAPITRE 3 : PRESENTATIONS GRAPHIQUES

01-Introduction

Le tracé en situation (ou tracé en plan /tracé horizontal) désigne la projection horizontale de l'axe routier. Il est matérialisé sur des documents cartographiques tels que cartes topographiques tels que cartes topographiques ou plans de situation, ou le relief est représenté par des courbes de niveau.

Géométriquement, ce tracé combine des alignements droits reliés par des courbes de raccordement toutefois, l'adaptation de vitesse élevées exige l'introduction d'éléments de transition supplémentaires afin d'assurer des raccordements progressifs entre les lignes droites et les courbes, garantissant ainsi confort et sécurité à l'usager .

Une route est représentée graphiquement par les documents suivants:

- Tracé en plan;
- Profil en long;
- Profil en travers courants;
- Profil en travers-type.

S'il s'agit d'une route à construire (travaux neufs); les quatre documents seront la base essentielle du projet.

S'il s'agit d'une route existante, le service gestionnaire aura à se référer à tout moment aux trois premiers documents pour résoudre aux mieux les problèmes d'entretien et d'exploitation, tous les documents sont obtenus par les procédés topographiques sauf le profil en travers type.

02- Le Tracé en Plan

02-1-Définition

Le tracé en plan représente la projection horizontale de l'axe d'une route sur plan. Il associe typiquement une succession d'alignements droits et d'arcs de cercle, reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif.

La définition de ce tracé repose sur une vitesse de référence. Celle-ci permet de déterminer l'ensemble des caractéristiques géométriques nécessaires à la conception de la route.

L'Élaboration d'un plan de tracer se fait

- Soit par un levé topographique;
- Soit par une reproduction du tracé sur un plan existant.

Pour le choix d'une variante du tracé en plan, il faut se baser sur les paramètres suivants:

- Eviter les trop longues lignes droites pour éviter la monotonie;
- Ne pas se faire succéder immédiatement deux courbes de rayon différent ainsi que deux courbes de sens inverses;
- Eviter les expropriations des parties coûteuses en évitant le plus possible les terrains des propriétés privés;
- Eviter les zones de remblais ou de déblais exagères;
- Ne pas placé les courbes aux abords des ouvrages d'art.

03- Profil en long

03-1- Définition

Le profil en long est d'une route représente une ligne continue obtenue par une coupe longitudinale fictive de l'axe routier. La variation de l'altitude en fonction de l'abscisse curviligne.

Le profil en long est généralement constitué de segments rectilignes reliés entre eux par des courbes paraboliques assurant une transition progressive.

Il permet de visualiser les zones en déblai et en remblai le long du tracé.

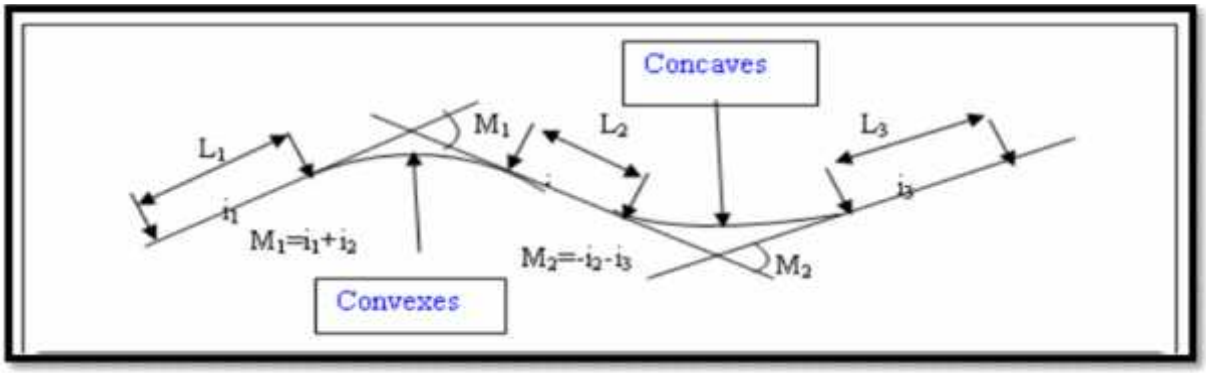
03-2- Eléments géométriques du profil en long

Le profil en long est constitué de deux types d'éléments géométriques : des segments rectilignes (pente ou rampe), des raccordements paraboliques (ou circulaires).

a- Les types des rayons

- Rayons concaves : correspondant à des angles rentrants ;
- Rayons convexes : correspondant à des angles saillants.

Figure 3-1 : éléments géométriques du profile en long.



b- Declivities

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

L'inclinaison de la droite s'appelle:

- Rampe : si la route s'élève dans le sens du kilométrage.
- Pente: si elle s'abaisse dans le sens du kilométrage.

Une route horizontale est dite en palier.

Les pentes et les rompes doivent être inférieure à une valeur maximale donnée par le tableau suivant:

Tableau 3-1 : les pentes et les rompes Selon les normes B40.

Environnement / *Catégorie*	E_1	E_2	E_3
$C_1 - C_2$	4%	5%	6%
C_3	5%	6%	7%
$C_4 - C_5$	6%	7%	8%

03-3- Critères du choix de la ligne rouge:

Elle est tracée suivant les critères indiqués ci-après:

- Eviter les paliers (déclivités <1%);
- Il ne faut pas dépasser 6% de déclivités pour les routes nationales (maximum 10% pour toutes les catégories);
- La compensation déblais-remblais (minimum de terrassement);
- Faire suivre la ligne noire.

03-4- Etablissement du profil en long

Les points du profil en long sont choisis dans ce cas à l'intersection de l'axe de la route avec les courbes de niveaux.

Pour éviter longueur excessive de dessin et mieux faire ressortir les déclivités (pentes et rompes), il est d'usage d'utiliser pour la représentation du profil en long une échelle pour longueurs (1/1000 ou la même échelle que le tracé en plan) et une autre échelle très grande pour les hauteurs (5, 10, ou20

fois plus une autre échelle très grande pour les hauteurs (5, 10, ou20 fois plus grande), le facteur 10 étant celui qui est presque adopté.

Et pour limiter l'importance de la feuille de dessin on choisie un niveau de référence appelé plan de comparaison qui doit être inférieur à l'altitude la plus basse des points des points des profils.

Au dessous de l'horizontale de référence on dessine des cases de 10 ou 15mm de hauteur, où on trouve divers renseignement notamment:

- Les altitudes (cotes) des points du terrain naturel;
- Les altitudes des points du projet;
- Les distances cumulées;
- Les numéros des profils en travers;
- Les déclivités du projet;
- Les alignements droits et courbes.

04- Les profils en travers

04-1- Définition

Les profils en travers sont des coupes transversales perpendiculaires au profil en long.

Les profiles en travers se caractérisent par un ensemble de couches de matériaux juxtaposées ou superposées permettant de définir la géométrie de la voie et sa structure.

La plateforme des routes comprend :

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

Il faut faire apparaître des profils en travers:

- A chaque changement de direction (tracé en plan);
- A chaque changement de déclivité (profil en long);
- A chaque point caractéristique du tracé (pont, tunnel, mur de soutènement);
- Des profils complémentaires au moins à chaque 50 m.

On distingue trois types des profils en travers:

- Profil en déblais;

- Profil en remblais;
- Profil mixte (déblais, remblais).

04-2- Présentation des profils en travers

En générale on adopte le plus souvent pour les profils en travers une échelle de 1/100, l'échelle est la même en hauteur et en longueur pour conserver leur vraies pentes aux talus.

Le nombre des profils en travers est assez grand, alors on regroupe tous les profils en travers dans un carnet de format administratif, on l'appel carnet des profils en travers.

Les profils en travers comportent les indications suivantes:

- Horizontale de référence (plan de comparaison);
- Côtes du terrain naturel;
- Côtes du projet;
- Distances partielles (distances du projet);
- Distances cumulées (distances du terrain naturel).

05- Profil en travers-type

05-1- Définition

Le profil en travers-type est une représentation graphique, contenant et détaillant d'une manière précise tous les éléments constituant la route notamment les dimensions de la route, ses dépendances la structure de chaussée, sa composante ainsi que les épaisseurs.

05-2- Présentation des profils en travers-type

Les profils en travers-types ne représentent généralement pas le terrain naturel, ou seulement de manière schématique à titre indicatif. Ces profils illustrent principalement:

Les largeurs et les épaisseurs des différentes couches de la chaussée;

Les fossés et les talus;

La position des divers éléments constitutifs de la structure de la route;

L'emplacement des plantations éventuelles, des glissières de sécurité etc.

05-3-Etude du profil en travers-type du projet

C'est un profil qui indique les dimensions des éléments de l'assiette de la route, il représente le profil en travers mixte et permet de trouver les autres profils.

On considère comme:

- Une chaussée à deux voies de 3 m de largeur pour chacune;
- Deux accotements de 1.20m de largeur;
- Pentes des talus sont 2/3 pour remblais et 1/1 pour déblais;
- Les fossés d'écoulement sont de largeur de 1.00m.

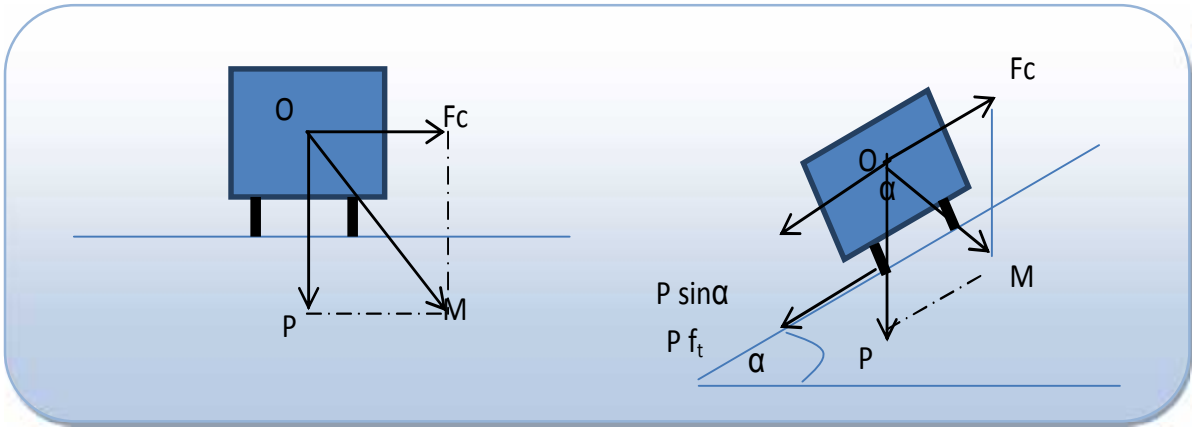
CHAPITRE 4 : CARACTRISTIQUES GEOMETRIQUES DES ROUTES

01-Stabilités des véhicules

Lorsqu'un véhicule circule dans un virage, il est soumis à plusieurs forces, notamment son propre poids "P" et la force centrifuge "Fc".

Cette dernière tend à faire déraper ou basculer le véhicule vers l'extérieur de la chaussée, ce qui compromet sa stabilité se composent en "OM", si la composante "OM" passe en de hors du polygone des roues, le véhicule se renverse

Il est utile de rapprocher la composante "OM" d'une position perpendiculaire à la surface de la chaussée, la route inclinée transversalement est dite en dévers symbolisé par "d"



Selon les équations d'équilibre statique:

P sin α + PF = F_C …(1)

α est petit, alors sin α = α=d (divers)

Selon la deuxième loi de Newton alors Fc =m $\frac{V^2}{R}$

(1) $\rightarrow pd + pFt = m \times \frac{V^2}{R}$

$m.g\ (d+ft) = m \times \frac{V^2}{R} \Rightarrow d = \frac{V^2}{gR} \Rightarrow d = \frac{V^2}{gR} - ft$ …….*(1)*

Tel que : d : divers; Ft : frottement transversal des chaussée.

Due (1) avec K m/h, Alors :

$$d = \frac{V^2}{(3,6)^2 \times 9,81 \times R} - ft$$

$$d = \frac{V^2}{127 \times R} - ft \quad \text{.....(2)}$$

Tableau 4-1 : Valeur du coefficient de frottement transversal selon B40.

Vitesse Km/h	*40*	*60*	*80*	*100*	*120*	*140*
Catégorie 1 et 2	*0,20*	*0,16*	*0,13*	*0,11*	*0,10*	*0,09*
Catégorie 3, 4 et 5	*0,22*	*0,18*	*0,15*	*0,125*	*0,11*	×

Le maximum de divers est ramené à cette pourcent pratique les règles sont les suivants:

- Si 500 < R < 1000m divers est de (3 à 4)%.
- Si R < 500m le divers est de (5 à 10)%.
- Si R >1500m en peut réaliser les routes sans divers.

1-1-Notion de devers

Le devers désigne la pente transversale continue da la chaussée, paramètre géométrique fondamental répondant à deux impératif fonctionnels :

- Drainage hydraulique (évacuation optimale des eaux pluviales en alignement droite)
- Sécurité dynamique : stabilisation des véhicules en courbes par compensation da la force centrifuge.

a)-Devers en alignement

Assure l'évacuation gravitaire des eaux superficielles par écoulement transversal contrôlé. Il est pris égal à: d_{min} =**2.5%**

b)-Devers en courbe

Le dévers en configuration courbe répond à trois impératifs fondamentaux :

- ✓ Gestion hydraulique optimisée : évacuation contrôlée des eaux pluviales superficielles.
- ✓ Stabilité dynamique des véhicules : compensation partielle de la force centrifuge.
- ✓ Guidage optique amélioré : création d'une ligne de visée continue par alignement cohérent.

Le maximum du dévers est ramené à **8%** pour les catégories 3 et 4

Pratiquement les règles sont les suivantes:

- ✓ Pour les rayons compris entre 500 et 1000m → un dévers de (3% à 4%);
- ✓ Pour les rayons inférieur à 500m →un dévers de (5% à 10%);
- ✓ Pour les rayons plus grands que 1500m généralement réaliser les routes sans divers.

02-Calcul des rayons dans le plan horizontal

La valeur de rayon est en fonction de la vitesse de référence (Vr), du dévers (d), et du coefficient de frottement transversal (ft) de la chaussée alors le rayon d'une courbe dans le plan horizontal est donné par la formule:

$$R_h = \frac{Vr^2\,[km/h]}{127 \times (d + ft)}$$

2-1-Rayon dans le plan horizontal minimal absolu (R_{hm})

Le R_{hm} absolu (RH_m) est un concept important dans la conception géométrique des routes. Voici sa définition et ses caractéristiques principales:

Le rayon minimale absolu (RH_m) est défini comme le rayon de courbure le plus petit admissible pour une route, en dessous duquel on ne doit jamais descendrs.il correspond à la limite inférieure absolue pour le rayon d'une courbe horizontale sur une route, garantissant la stabilisé et la sécurité des véhicule.

-Caractéristique clés du RH_m:

01.Il est associé au devers maximal de la chaussée, qui est généralement de 7% pour les routes de catégorie 1 et 2.

02.Il assure la stabilité du véhicule dans les conditions les plus défavorables, c'est-à-dire à la vitesse de basse (Vr) et avec le devers maximal.

03. Sa valeur est calculée en fonction de la vitesse de basse (Vr), du coefficient de frottement transversal (ft); et du devers maximal (d_{max}) selon la formule:

$$Rh_{min} = \frac{Vr^2}{127 \times (ft + d_{max})}$$

Ou: (Vr):Vitesse de référence, **ft**: coefficient de frottement transversal

d_{max}: devers maximal, **(E)** l'environnement et les catégories(***C)***

La norme algérienne (B40) donne le tableau suivant:

Tableau 4-2 : les valeurs suivantes des devers maximale.

d_{max}	catégorie	environnement	Vr(km/h)
7%	C1 et C2	E1,E2,E3	40-120
7%	C3 et C4	E3	40-80
8%	C3 et C4	E1,E2	40-80
9%	C5	E1,E2,E3	40

➢ **Notre Projet**: Vr = 60km/h; catégories 4;environnement 2 ⟶ d_{max} = 8%

ft=0,18 tableau 5 page 26 (B40) norme algériennes.

$$R_{hm} = \frac{60^2}{127 \times (0.08 + 0.18)} = 109{,}02 \text{ m}$$

On prend: R_{hm}= 110 m

2-2- Rayon en plan horizontal minimal normal (R_{hn})

Le rayon horizontal minimal normal ABSOLU RELATIF DE LA VITESSE Vr immédiatement supérieur à (Vr+20) km/h et il est de lui associer dans tous les cas un dévers égale à:

- d : d_{max} -2% : pour les catégories 1, 2,3 et 4.
- d : d_{max} -3% : pour les catégories 5.

$$R_{hn}(Vr) = R_{hm}(Vr + 20) \rightarrow R_{hn} = \frac{(Vr + 20)^2}{127 \times [d + ft \times (Vr + 20)]}$$

ft (Vr +20):coefficient de frottement de vitesse (Vr+20)

Donc: le dévers dans notre projet d : d_{max} -2% = 8% -2% = 6%

d = 6%

Vr = 60 km/h

Ft(Vr+20) = 0,15 tableau 5 page 26 (B40) norme algériennes.

$$R_{hn} = \frac{(60 + 20)^2}{127 \times [0{,}06 + 0{,}15]} = 239{,}97 \text{ m}$$

On prend: **R_{hn}= 240 m**

2-3-Rayon au devers minimal (R_{Hd})

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

Dévers : **dmin= 2.5%encatégorie1–2** **dmin= 3%encatégorie3–4**

$$R_{hd} = \frac{(Vr)^2}{127 \times [2 \times d_{min}]}$$

- d_{min} = 2,5% : pour les catégorie C1,C2,
- $d_{mi,n}$ = 3% : pour les catégorie C3,C4 et C5.

Catégorie **C4** d_{min} = 3 % ⟶

$$R_{hd} = \frac{(60)^2}{127 \times [2 \times 0{,}03]} = 472{,}44\,m$$

On prend : $\mathbf{R_{hn}}$= **473 m**

2-4- Rayon minimal non déverse (R_{hnd})

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse Vr une courbe de devers égal à dmin vers l'extérieur reste inférieur à la valeur limitée.

$$R_{hnd} = \frac{(60)^2}{127 \times (f' - d_{min})}$$

Avec f' : Donné avec les valeurs suivantes

- 0.06 : Pour les catégories 1et 2
- 0.07 : Pour les catégories 3 (E1)
- 0.075: Pour les catégories 4 et 5 (E2, E3)

C_4; E2 → f''=0.075

Donc:

$$Rhnd = \frac{(60)2}{127 \times (0{,}075 - 0{,}03)} = 629{,}92\,m$$

On prend: $\mathbf{R_{hnd}}$ = **630 m**

On résume les résultats dan le tableau suivent:

Rayan	d%	Valeur Calculé (m)	Valeur selon B40
$\mathbf{R_{hm}}$	8	110	115
$\mathbf{R_{hn}}$	6	240	220
$\mathbf{R_{hd}}$	3	473	450
$\mathbf{R_{hnd}}$	**3**	630	650

Donc on peut adopter comme rayon de raccordement dans le plan horizontal:

R = 200 m

Remarques

- Il n'y a aucun rayon inferieur à Rhm, on utilise autant que possible des valeurs de rayon ≥ à Rhn.
- Le rayon compris entre R_{hm} et R_{hd} sont dévers avec un dévers interpolé linéairement en 1/R arrondi à 0,5% prés.
- Les rayons compris entre Rhd et Rhnd sont en dévers minimal Dmin.
- Les rayons supérieures à Rhnd peuvent être déversées s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucun perturbation sur le plan de drainage.
- Un rayon Rhm doit être encadré par des Rhn.

3- Raccordement à courbure progressive

La définition du trace d'une route par des lignes droites (alignements droites) et des arcs de cercle (courbes) n'est valable qu'en première approximation.

La discontinuité de courbure qui se manifeste au contacte d'une droite et d'un cercle n'est pas compatible avec un tracé rational.

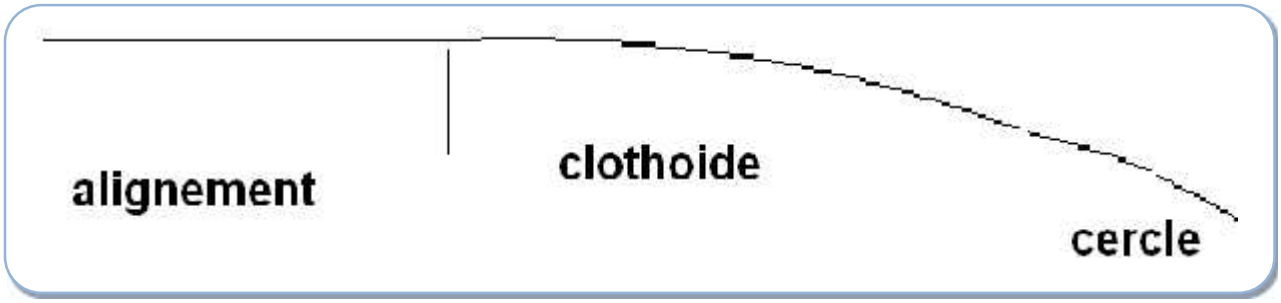
Pratiquement la trajectoire d'un véhicule doit être à courbure progressive pour assurer la stabilité du véhicule et le confort des passages.

Entre l'alignement droit et la partie circulaire on va introduire une courbe appelée «courbe de raccordement progressif».

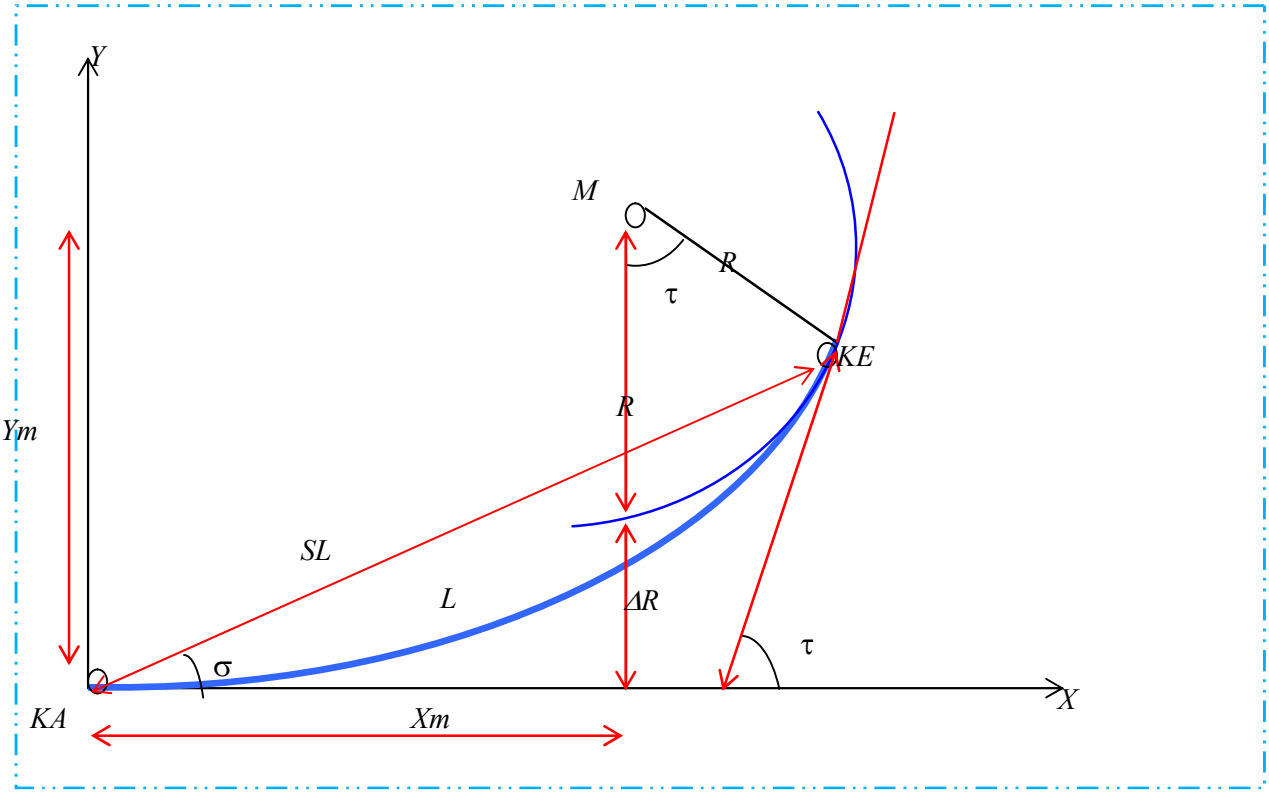
La courbe la plus utilisée est la «**clothoïde**» qui est une spirale à point asymptotique dont la courbe croit proportionnellement à l'axe.

L'équation du clothoïde est: $\mathbf{R*L=A^2}$

Avec: A: paramètre du clothoïde.



3-1- Elément de la clothoïde



R: Rayon du cercle.

L: Longueur de la branche de Clothoïde.

A : Paramètre de la Clothoïde.

KA: Origine de la Clothoïde.

KE: Extrémité de la Clothoïde.

ΔR: Ripage = $L^2/24R$

τ : Angle des tangentes.

σ : 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 a partir de KA.

X: Abscisse de KE

Y: Ordonnée de KE

4-Calcul de la longueur de raccordement progressive

La longueur de la Clothoïde est basée sur trois conditions

- Condition de confort optique;
- Condition de confort dynamique;
- Condition de gauchissement de la chaussée.

4-1-Condition du confort optique

Le raccordement progressif permet d'assurer aux conducteurs une vue satisfaisante de la route et en particulier de les informées suffisamment à l'avance, du tracé de la route (présence d'une courbe) de façon à obtenir la sécurité de conduite la plus grande.

On admet en générale qu'un raccordement progressif soit possible il faut qu'il réponde à la condition suivante:

$$A^2 = R * L$$

$\tau = \frac{L}{2R}$ *Avec* τ *: L'inclinaison de la tangente à la trajectoire.*

$$3° \le \tau \le 6° \;\; ; \;\; \frac{1}{18} \le \tau \le \frac{1}{9}$$

$$\frac{1}{18} \le \frac{L}{2R} \le \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{R}{18} \le \frac{R \times L}{2R} \le \frac{R}{9} \Rightarrow \frac{R}{18} \le \frac{A^2}{2R} \le \frac{R}{9} \Rightarrow \frac{2R^2}{18} \le A^2 \le \frac{2R^2}{9}$$

$$\frac{1}{3}R \le A^2 \le \frac{\sqrt{2}}{3}R$$

On adopte les règles suivantes

Avec: ΔR(déport)

- Pour R<1500m $\rightarrow L = \sqrt{\Delta R \times 24R}$ avec: $0.5 < \Delta \le 1m$
- Pour: $1500 < R \le 5000 \rightarrow L = \frac{R}{9}$;

- Pour: R> 5000 $\rightarrow$ L =7.75 $\sqrt{R}$

4-2-Condition du confort dynamique

Sur la largeur de raccordement, en temps très court, l'équilibre du véhicule sur la route, va se trouver considérablement modifier non seulement par introduction du dévers mais encore et beaucoup plus par l'application de l'accélération normale sur la partie circulaire les réactions des routes sont obliques et leurs composante "T" a une valeur.

$$T = m\left(\frac{V_r^2}{R} - g \times d\right)$$

Donc la condition du confort dynamique consiste à limiter la variation par seconde de $\left(\frac{V_r^2}{R} - g \times d\right)$ à une fraction de l'accélération g de la pesanteur.

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

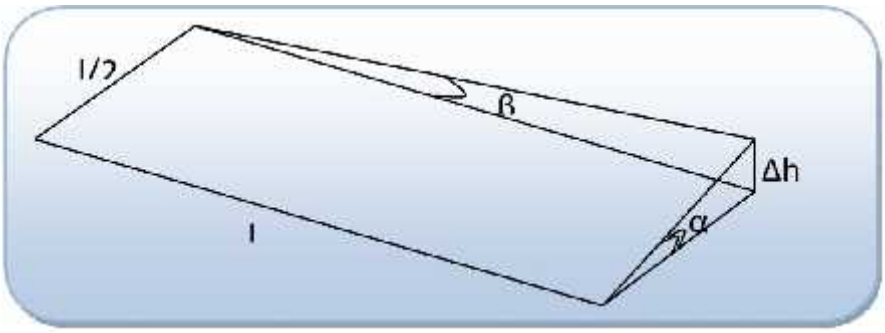
Δd : Variation du dévers.

4-3-Condition de gauchissement de la chaussée

Elle correspond à la limitation de la variation du dévers à 2% par seconde de parcours à la vitesse de référence de calcul de l'itinéraire.

D'où : L:la longueur parcourue en une seconde;

l: 1/2 de largeur de la chaussée.



$$\left.\begin{array}{l}\Delta d = \dfrac{\Delta h}{l} \rightarrow \Delta h = \Delta d \times l \\ \Delta P = \dfrac{\Delta h}{L} \rightarrow \Delta h = \Delta P \times l\end{array}\right\} \rightarrow \Delta d = \frac{L \times \Delta P}{l} \text{.....(1)}$$

Alors : $L = \frac{V_r}{3.6} \times 1$.....(2)

De (1) et (2) on peut écrire : $\Delta P = \frac{\frac{V_r}{3.6} \times \Delta P}{l} \leq 2\%$

$$\rightarrow \Delta p \leq \frac{(7.2\%) \times l}{V_R(km/h)} \text{.....(3)}$$

Ou bien : $\Delta P = \frac{\Delta d \times l}{L}$.....(4)

De (3) et (4) on peut écrire :

$$\Delta P = \frac{\Delta d \times l}{L} \leq \frac{(7.2\%) \times l}{V_r[km/h]} \rightarrow L \geq \frac{\Delta d \times V_r[km/h]}{7.2\%}$$

Nota

La vérification des deux conditions de gauchissement et au confort dynamique, peut ce faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcoures du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demi-chaussée extérieure au virage. Cette variation est limitée à 2%.

$$\rightarrow L \geq \frac{\Delta d \times V_r[km/h]}{7.2}$$

05- Application numérique pour notre projet

a- Condition de confort optique

Pour $R < 1500$ m $\rightarrow L_1 = \sqrt{\Delta R \times 24R}$ avec : $\Delta R = 1m$

$$\rightarrow L_1 = \sqrt{1 \times 24 \times 200} = 69,28m$$

L_1= 70 m

b- Condition de confort dynamique Condition de gauchissement

$$\rightarrow L \geq \frac{\Delta d \times V_r[km/h]}{7.2}$$

$\Delta d = d_{mx} - d_{min} = 8-(-2,5) = 10,5$

$$\rightarrow L \geq \frac{10.5 \times 60}{7.2} = 88m$$

L = max (L_1, L_2) → L = L_2= 88 m

On adopte: **L = 88m**

On calcule le paramètre A de clothoïde

$$A = \sqrt{L \times R} = \sqrt{88 \times 200} = 133$$

Vérification du paramètre de clothoïde:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

$\frac{200}{3} = 67 < 133 < 200$ Le paramètre est vérifié.

06- Calcul des rayons dans le plan vertical

Il convient d'adoucir aux véhicule le passage d'une déclivité à la déclivité suivante, et d'éviter aux usages les sensation dues aux variations des composantes verticales des accélérations des véhicules, alors on prévoit des courbes raccordant les déclivités du profil en long, le rayon de raccordement de la courbe choisie doit assurer le confort des usagers et la visibilité suffisante entre les véhicules qui se dirigent en sens contraire.

06-1-Rayons minimaux en angles saillant (points hauts)

- **Condition de confort dynamique**

Lorsque le profil en long comporte une courbe à forte courbure, les véhicules sont soumis à une accélération verticale importante qui modifie les conditions de stabilité et fait simultanément le confort des usagers. Une telle accélération est supportable si elle ne dépasse pas g/40(0.25m/s2), cette règle donne immédiatement le rayon de courbure.

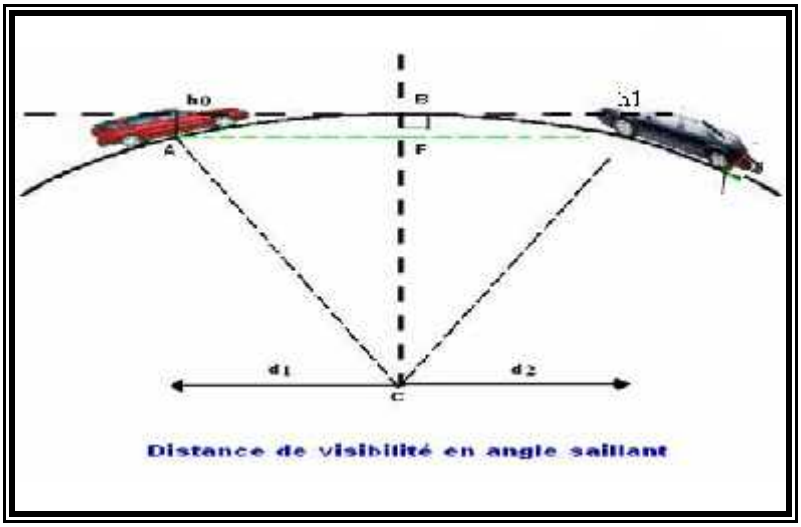
$$\frac{V_r^2}{R_v} \leq 0.25 \rightarrow R_v \geq \frac{V_r^2}{0.25} \rightarrow R_v \geq 4V_r^2$$ Avec V_r(m/s)

Ou bien : $R_v \geq 0.3V_r^2\,[km/h]$

- **Condition de visibilité**

La visibilité dans les raccordements en plan vertical est une condition essentielle (surtout dans les points hauts)

Figure 4-1: Distance de visibilité en engle saillant



$d=d_1+d_2$

$\overline{AF}^2 + \overline{FC}^2 = \overline{AC}^2$

$d^2_1+(R-h_0)^2=R^2$

$d^2_1+R^2 - 2Rh_0+h^2_0=R^2$

On peut négliger la valeur de h_0^2 devant la valeur de $2Rh_0$

D'où: $d_1^2 = 2Rh_0 \rightarrow d_1 = \sqrt{2Rh_0} = \sqrt{2R} \times \sqrt{h_0}$

De même façon on trouve

$d_2 = \sqrt{2R} \times \sqrt{h_1}$

$d = \sqrt{2R}(\sqrt{h_0} + \sqrt{h_1})$

$d^2 = 2R(\sqrt{h_0} + \sqrt{h_1})^2$

D'où: $R = \dfrac{d^2}{2\left[\sqrt{h_0} + \sqrt{h_1}\right]^2}$

Avec: "d" distance d'arrêt.

06-2-Rayons minimaux en angles rentrants (points bas)

- **Condition des phares**

Dans le cas des raccordements concaves les conditions de visibilité de jour ne sont pas déterminante, mais lorsque la route n'est pas éclairée, la visibilité de nuit doit par contre prise en compte, les phares des véhicules devant éclairés un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle assez tôt, le faisceau des phares d'axe horizontale est fixé par: 0.75m.et un degré d'ouverture permet la visibilité sur une distance **"d"** qui est égale à la distance d'arrêt.

Le raccordement se fait par une parabole d'équation $y = \frac{x^2}{2R}$

Le véhicule est situé à un point de contacte droite – parabole.

$$R = \frac{2[dp' - h]}{(p + p')^2}$$

Avec:

- **d**: Distance d'arrêt;
- **h**: Hauteur de faisceau des phares=0.75m;
- **p, p':** Pentes des deux droites formant le point bas.

- **Condition de confort dynamique**

La condition de confort dynamique implique que l'accélération verticale ne doit pas passer:

- Pour les catégories C1 et C2: $\frac{V_r}{R} \leq \frac{g}{40} \rightarrow R \geq 4V_r^2$

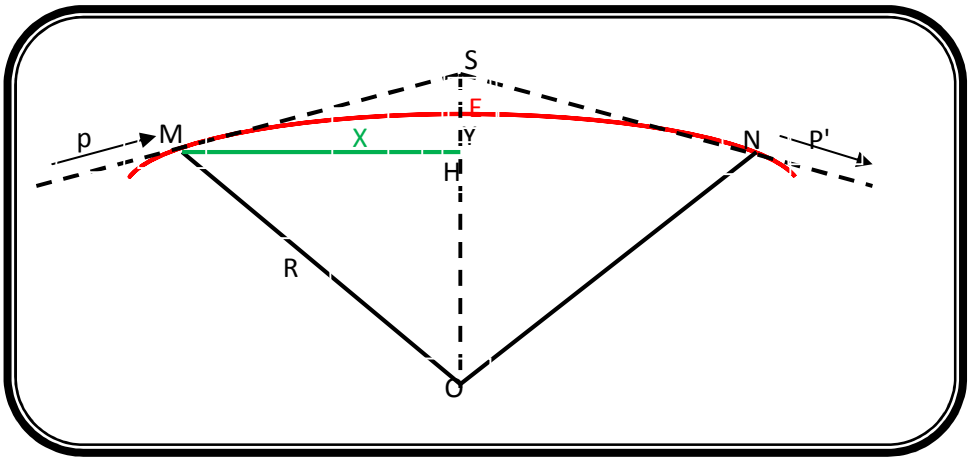
$$\rightarrow R \geq \frac{4}{(3.6)^2} V_r^2 [km/h] \rightarrow R \geq 0.3V_r^2$$

- Pour les catégories C3, C4 et C5 : $\frac{V_r}{R} \leq \frac{g}{30} \rightarrow R \geq 3V_r^2$

$$\rightarrow R \geq \frac{3}{(3.6)^2} V_r^2 \rightarrow R \geq 0.23V_r^2$$

07-Calcul du raccordement aux sommets:

On considère le triangle MNO fermé par un point "M" quelconque du cercle et sa projection horizontal "**N**" sur l'axe(y)



On peut écrire:

$\overline{OM}^2 = \overline{OH}^2 + \overline{HM}^2$

$R^2=(R-y)^2+X^2$

Ou bien: $X^2-2Ry+y^2=0 \rightarrow$ c'est l'équation d'une cercle

On néglige y^2 car les rayons utilisés sont très grands

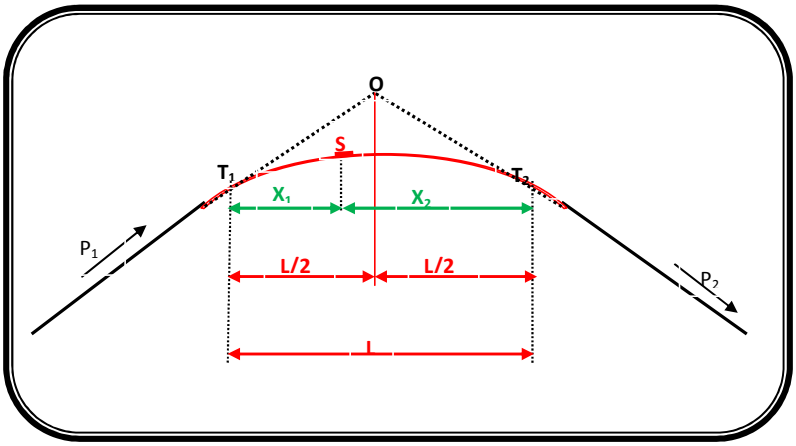
L'équation précédente devient

$$X^2 - 2Ry = 0 \rightarrow y = \frac{X^2}{2R}$$

Connaissant R, on peut calculer les éléments géométriques du raccordement.

Dans la pratique on considère la courbe de raccordement entre deux déclivités comme une parabole d'équation: $y = \frac{x^2}{2R}$ ce la à fin de faciliter les calculs.

07-1-cas où les pentes de sens contraire



L'abscisse de T_1: $X_1=P_1R$

L'abscisse de T_2: $X_2=P_2R$

La distance entre T_1 et T_2:

$L=X_1+X_2$

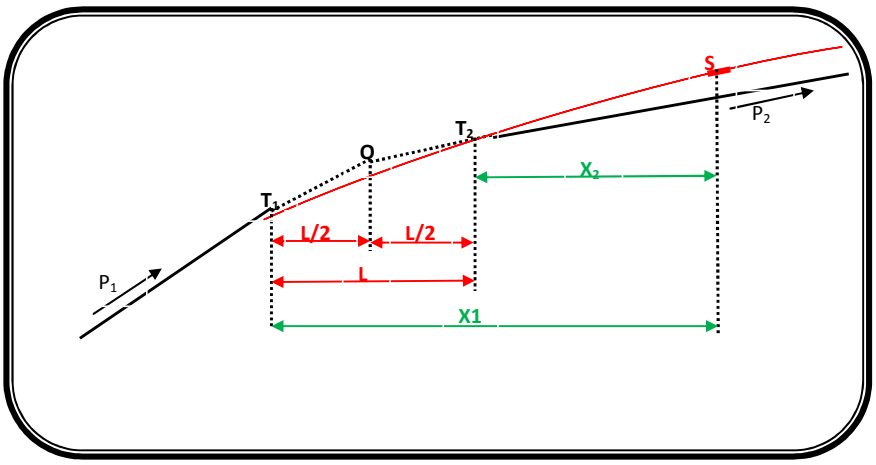
$L=R(P_1+P_2)$

Comme le point **"O"** étant connu, on peut donc positionner et calculer l'altitude de T_1 et de T_2 et ensuite on peut calculer l'altitude du sommet "**S**" de la parabole $\left(y=\frac{x^2}{2R}\right)$ par rapport à T_1 ou T_2.

07-2-cas où les pentes de même sens

La valeur de "L" est différente par rapport le 1er cas

$L=X_1-X_2=R(P_1+P_2)$



Remarques

Les raccordements verticaux sont donnés par le logiciel "COVADIS" par des marges de rayon.

08-Exemple de vérification

Rayons minimaux en angles saillant (points hauts)

- **Condition de confort dynamique**

$$R_v \geq 0.3V_r^2\,[km/h] \Rightarrow R_v \geq 0.3(60)^2 = 1080m$$

- **Condition de visibilité**

D'où: $R = \dfrac{d^2}{2\left[\sqrt{h_0} + \sqrt{h_1}\right]^2} = \dfrac{64^2}{2\left[\sqrt{1.10} + \sqrt{0.2}\right]^2} = 915m$

Rayons minimaux en angles rentrants (points bas)

- **Condition des phares (p=0.0093; p'=0.0272)**

$$R = \frac{2[dp' - h]}{(p + p')^2} = \frac{2[70 \times 0.0272 - 0.75]}{(0.0093 + 0.0272)^2} = 218m$$

- **Condition de confort dynamique**

$R \geq 0{,}23\ V_r^2 \Rightarrow R \geq 0{,}23 \times 60^2 = 828\text{m}$

CHAPITRE 5: DIMMENSIONNEMENT DE CHAUSSEE

01-Introduction

les études techniques déterminant les principaux paramètres de conception géométrique de la route étant finalisées, j'aborde à présent l'étape du dimensionnement de la chaussée.

Cette phase a pour objet de définir la structure de chaussée la plus économique et la mieux adaptée au projet, en tenant compte notamment de : la nature des sols traversés.

02-La chaussée

Définition

La chaussée est un ouvrage dont la fonction principale est de répartir les charges roulantes sur le sol de fondation. Elle permet un roulage rapide, sur et confortable et sans usure excessive des véhicule, sa surface doit être capable de résister efficacement aux diverses sollicitations, notamment mécaniques et climat:

- charges des véhicules.
- chocs.
- intempéries.
- efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage.

✓ **Au Sens Géométrique** :

La surface aménagée de la route sur laquelle circule les véhicules.

✓ **Au Sens Structurel :**

L'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

03- Les Différentes Couches Des Chaussées

A)-Couche de surface

Cette couche constitue la partie supérieure de la structure de chaussée, elle est directement exposée aux agressions combinées du trafic et des conditions climatiques.

Elle peut être composée de :

- une couche de liaison aux couches d'assise ;
- la couche de roulement.

Pour répondre aux besoins des usagers et du voisinage, elle doit avoir les qualités suivantes :

- une forte adhérence,
- une bonne durabilité,
- un bon niveau d'uni,
- une réduction du bruit de roulement des véhicules.

Selon les besoins, on utilise soit la technique des enrobés épais, soit celle des enrobés minces ou bien celle des enrobés très minces voire ultra minces.

Pendant longtemps on a utilisé pour cette couche de surface la technique des enduits superficiels. Cette technique continue à être utilisée pour les routes à faible trafic.

La couche d'assise doit permettre ″d'asseoir″ le couche de surface à court et à long terme.

b)- Couche De Base

Cette couche a pour fonction de résister induites par le trafic et au tassement du sol. Elle reprend les efforts verticaux et répartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes. Son épaisseur est généralement comprise entre 10 et 25 cm.

C)-Couche De Fondation

Cette couche assure un bon uni et une bonne portance de la chaussée finie. Elle remplit également le même rôle qui de couche de base.

d)- Couche de forme

Cette couche répond à des objectifs spécifiques selon la nature du sol support :

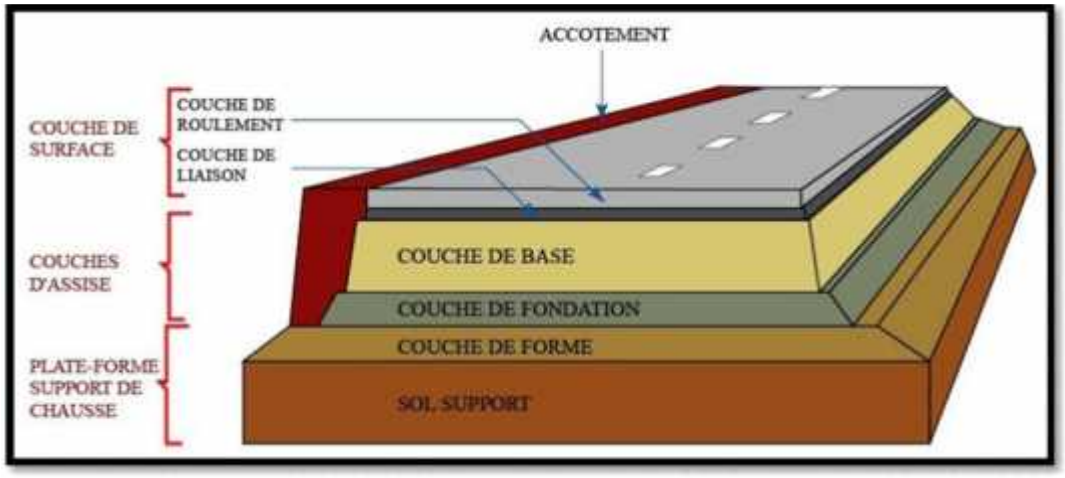
- **Sur sol rocheux:** Elle sert de couche de nivellement pour aplanir la surface.
- **Sur sol peu portant (ex: argile à forte teneur en eau) :** Elle assure une portance immédiate permettant la circulation engins de chantier.

De plus; elle contribue à l'amélioration durable de la portance du sol support.

Son épaisseur généralement comprise entre 30 et 70 cm.

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

Figure 5-1 : sous-couche



04- Les Différents Types De Chaussée

D'un point de vue constructif, les chaussées peuvent être regroupées en trois grandes catégories:

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

04-1-Chaussée Souple

Les chaussées souples sont constituées de plusieurs couches superposées de matériaux peu résistants à la traction. Conçues pour répartir les charges du trafic et absorber les contraintes générées par les véhicules, on y retrouve généralement les trois couches disposées dans un ordre spécifique

- **Couche de roulement (surface)**

Constituant couche de surface constituant la chape (couche supérieure), Couche de base tout en assurant dureté et adhérence Rugosité et sécurité et confort de l'utilisateur. La couche d'usure est en contact direct avec le pneu du véhicule et les charges externes. Absorbe les forces de cisaillement résultantes par circulation La couche de liaison joue un rôle plus transitoire dans les couches inférieures dur. L'épaisseur de la couche de roulement varie généralement entre 6 et 8 cm.

- **Couche de base**

La couche de base joue un rôle important et sont elle existe dans toutes les chaussées elle Résiste aux déformations permanentes sous l'influence du trafic et absorbe les forces verticales et distribuez la contrainte normale résultante à la couche inférieure. L'épaisseur de la couche de base est de 10-25 cm.

- **Couche de fondation**

La couche de base en matériaux non traités en Algérie assume un rôle important dans l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic et dans l'amélioration de l'uniformité et de la portance de la chaussée finie. Elle joue un rôle similaire à celui de la couche de base utilisant des matériaux traités, contribuant ainsi à la performance globale de la chaussée.

- **Couche de forme**

Cette couche assure la transition entre les matériaux de remblai ou le sol naturel (aux caractéristiques aléatoires et hétérogènes) et les couches supérieures de la chaussée. Elle homogénéités les propriétés du support pour répondre aux exigences : portance uniforme, profil régulier, résistance au gel/dégel. Épaisseur courante entre 40 et 70 cm.

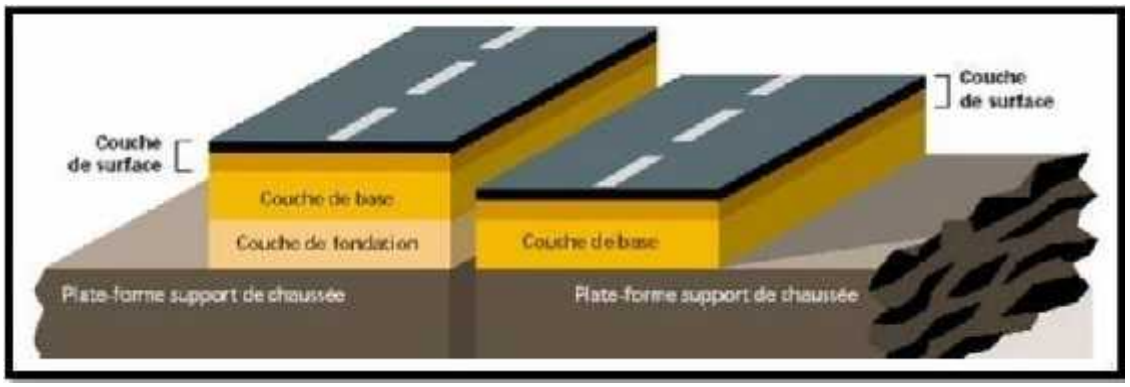
04-2- Chausses semi – rigide :

Une chaussée semi-rigide est type de structure de chaussée utilisée en travaux publics, caractérisée par une couche de base traitée aux liants hydrauliques (ciment ou chaux) qui lui confère une rigidité intermédiaire entre une chaussée souple (tout-enrobés) et une chaussée rigide (dalle béton).

Avantages : durabilité accrue, réduction d'épaisseur, adaptée aux trafics.

Défis : risque de fissures, nécessite un système de joint sou couche anti-fissures.

Figure 5-2 : chaussées semi-rigides



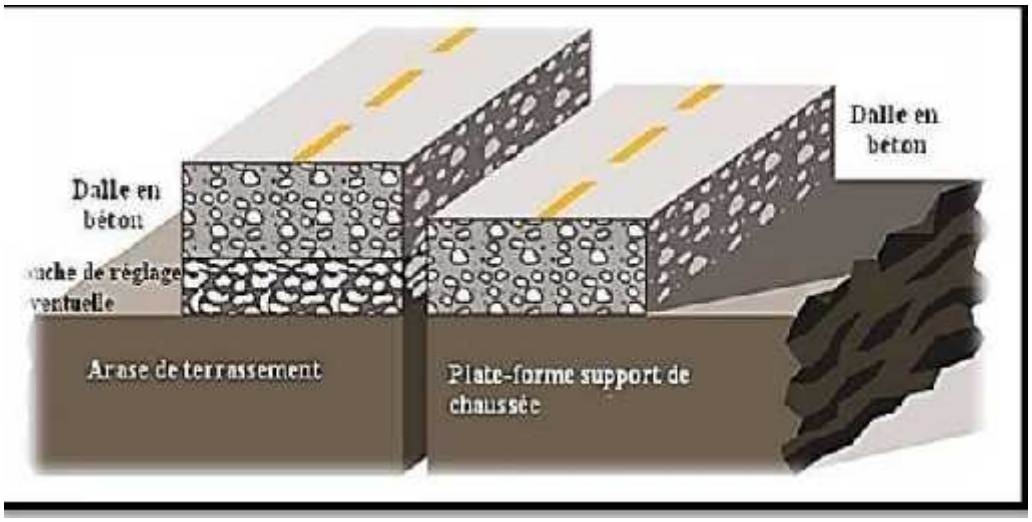
04-3- Chausses rigide:

Une chaussée rigide est une structure de chaussée utilisée en travaux publics, caractérisée par une dalle en béton (ciment) qui assure la portance principale. Contrairement à la chaussée souple ou semi-rigide, elle repose directement sur une couche de fondation, sans couches intermédiaires porteuses.

Avantages : longévité (faible maintenance), résistance à l'orniérage, faible sensibilité à l'eau.

Défis : cout initial élevé, nécessité de joints (risque de dégradation), réparation complexes.

Figure 5-3 : chaussées rigides



05- Méthodes De Dimensionnement

On distingue deux grandes familles des méthodes de dimensionnement:

✓ 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.

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisée sont:

- La méthode de C.B.R (Californiens – Bearing – ratio)
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chausses neuves (CTTP).
- Méthode du catalogue des structures.
- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).

Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser deux méthodes qui sont : la méthode dite CBR et la méthode C.T.T.P.

L'utilisation du catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans la méthode de CBR.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement,

en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode

Rationnelle qui se base sur deux approches

- Approche théorique.
- Approche empirique.

Principes du dimensionnement catalogue

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

Les étapes de dimensionnement des chaussées

- Comprendre le comportement de la chaussée.
- Trouver l'épaisseur des couches.
- Décéder les types des matériaux pour chaque couche.

06- Application au projet (Méthode de CTTP)

06-1-Donnés climatiques

Le dimensionnement du corps de chaussée s'effectue avec une température constante, c'est dire température équivalente θeq, en tenant compte du cycle de variation de température de chaque année.

La température équivalente est généralement déterminée selon le zonage climatique du site.

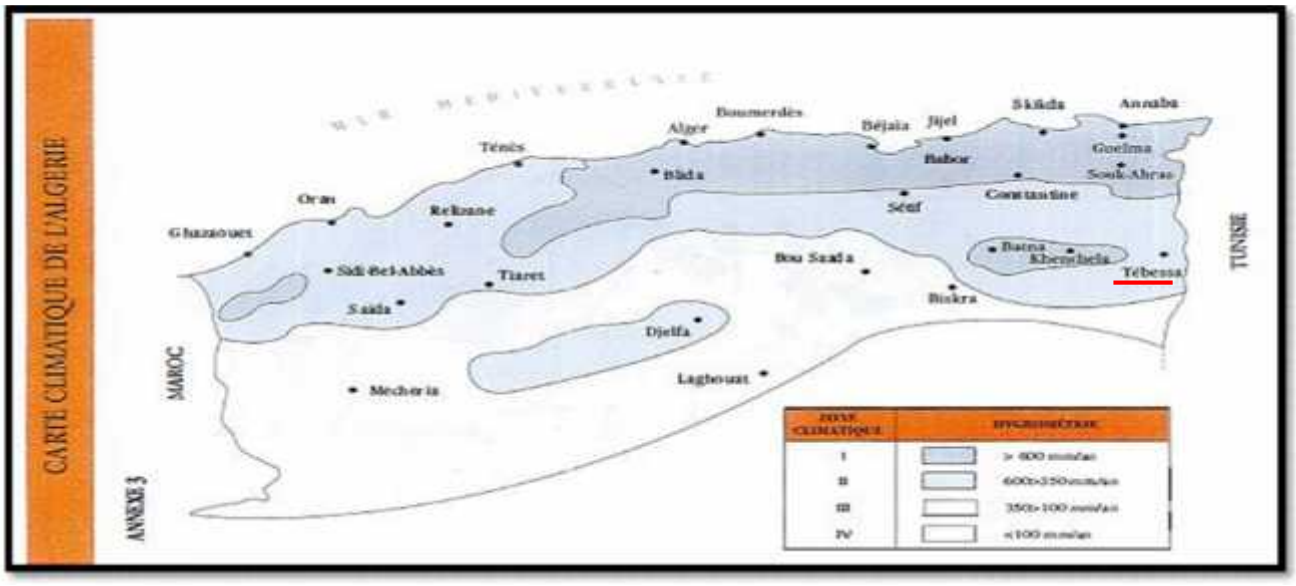
D'après le « catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (2001CTTP) », le site de projet est classé en **zone II**.

D'après Le tableau :06-01 et le tableau suivant on prend une température équivalente égale à **20°c.**

Tableau 5-1 : Température équivalente (Fascicule N°2)

	Zone climatique		
Température équivalente θeq (°c)	I et II	III	IV
	20	25	30

Figure 5-4 : Position du projet dans la carte climatique de l'Algérie (Fascicule N°1)



- La Pluviométrie entre **350** et **600 mm/an.**

06-2-Les données du trafic :

06-2-1-Détermination du réseau principal

Le réseau principal se divise généralement en deux niveaux dans le catalogue spécifiant les normes de dimensionnement des routes. D'après le catalogue on a la classification suivante :

Tableau 5-2 : Choix du type de réseaux principal (Fas N°1 p 08)

Réseau principal	Trafic (v/j)
RP1	> 1500
RP2	< 1500

On a **TJMA2024= 240v/j < 1500 v/j** Donc le réseau principal est **RP2**

06-2-2-Détermination de la classe de trafic (TPLi)

Le trafic sera calculé et classifié avec les recommandations de « catalogue algérien du dimensionnement des chaussées neuves (version 2001) »

➢ Le trafic été considéré comme équilibré (identique) dans les deux sens

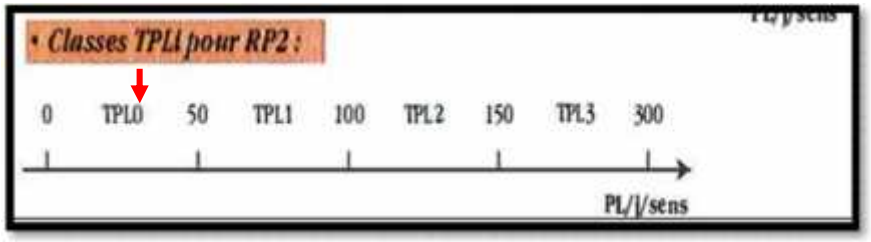
- Le Pourcentage de poids lourds : Z = 12 % ;
- Taux de croissance de poids lourds : τ = 04 % ;

- TJMA2024 = 240 v/j ;
- TPL2024= 0,12× 240 = 29 PL/j

Pour une chaussée bidirectionnelles à 2 voies, on prend 50 % du trafic PL sur la voie lente de droite (la voie plus chargé), donc $\mathbf{TPL_{2039}}$= (29×(1+0,04)^{15})/2 = 26PL/j/voie plus chargée.

D'après le catalogue, on a la classification suivante :

Figure 5-5 : Classes de TPLi pour PR2 (Fas N°1 p 10)



Donc la classe de trafic est : **TPL0**

06-2-3-Le trafic cumulé de poids lourd (TCi)

Le TCi est le trafic de PL sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vie), est donné par la formule suivante :

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

Avec :

- i : taux d'accroissement géométrique (pris égal à 0,04 dans le calcul de Dimensionnement), ce taux de 4% résulte d'une enquête nationale de trafic réalisée dans le cadre de l'étude du schéma directeur routier national.
- **n** : durée de vie considérée.

Donc : $TCi_{2039} = 26x365x\frac{(1+0.04)^{15}-1}{0.04} = 0,19x10^6$

06-2-4-Calcul du trafic cumulé équivalent (TCEi)

Le TCEi est le trafic à prendre en compte dans le calcul du dimensionnement, il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalente de 13 tonnes sur la durée de vie considère.

Nb : l'essieu de référence standard en Algérie est l'essieu isolé à roues jumelées de

130 kn (13tonnes) .c'est l'essieu maximum légal.

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

TPLi: Trafic poids lourd / jour / sens

i: taux d'accroissement

n: durée de vie considérée

A : coefficient d'agressivité égalea0,6 pour les matériaux traite au bitume (fas 2 page17)

Donc :

$$TCEi = 26 \times \frac{(1+0,04)^{15} - 1}{0,04} \times 0,6 \times 365 = 0,114 \times 10^6$$

06-2-5-Le risque de calcul

C'est la probabilité pour qu'apparaissent au cours de la durée de vie de la chaussée des dégradations structurelles qui impliqueraient des travaux de renforcement de la chaussée.

Tableau 5-3: Risque adopte pour le réseau RP2 (Fas N°2 p 14)

	Classe de trafic (TPLi) (PL/j/sens)	TPL_0	TPL_1	TPL_2	TPL_3
Risque (%)	GNT/GNT,TUF/TUF, SG/SG,SB/SG	**25**		**20**	

D'après le catalogue de dimensionnement algérien nous avons un risque de **25 %**.

06-2-6-Détermination de la portance du sol support

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S4 à S0. Cette classification sera également utilisée pour les sols-supports de chaussé, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante: E (Mpa) = 5 . I_{CBR}

Tableau 5-4: Présentation des classes de portance à long terme du sol-support (Fas 2 p 17)

Classe de portance(Si)	S4	S3	S2	S1	S0
Module (MPa)	**15**	**25**	**50**	**125**	**200**

A partir de la relation empirique : E(MPA)=5 × 11 = 55 MPa

Le classe de portance de sol support est **S_2**.

Donc la classe de portance de notre sol et **S_2**, il y'a donc en doit ajoute **40cm** (40 TUF) pour améliorer la couche de fondation.

07- Choix des différentes couches de la chaussée

07-1- Proposition de la structure

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

Couche de roulement : BB.

Couche de base : GNT.

Couche de fondation : Matériaux sélectionnés TUF.

07-2- Choix de type de structure

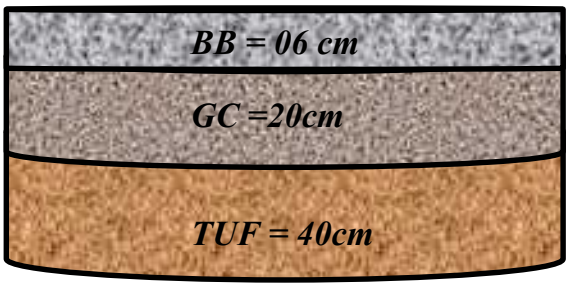
Nous sommes dans le réseau principal (RP2), la zone climatique 2, durée de vie de 15ans, taux d'accroissement moyen (4%), portance de sol (S_2) et une classe de trafic (TPL_0. Avec toutes ces données, le catalogue Algérienne (Fascicule3) propose de renforcer l'ancien corps de chaussée par la structure suivante:

Couche de roulement : Béton Bitumineux 06 cm.

Couche de base : GNT Grave Concassé = 20 cm.

Couche de fondation : Matériaux sélectionnés TUF = 40cm.

Dessin représentative



08-Application au projet méthode de CBR (Californie-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'au moins 15 cm.

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

- Pour un trafic en voiture particulaire :**TMJA ×365 ×1,5t < 100000t/ans**

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{CBR} + 5} \quad \textbf{(cm)}$$

- Pour un trafic en voiture particulaire : **TMJA ×365 ×1,5t ≥ 100000t/ans**

$$e \geq \frac{100 + (\sqrt{P})\left(75 + 50log\frac{N}{10}\right)}{I_{CBR} + 5} \quad \textbf{(cm)}$$

Avec:

e: épaisseur équivalente

P: charge maximale par roue en tonnes égales 6,5 t (essieu 13 t).

$\mathbf{I_{CNR}}$: indice CBR (sol support).

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

Log: logarithme décimal.

- Coefficient d'équivalence.

Le tableau 5-5 : indice le poids pour chaque véhicule.

	Véhicule	Poids total	Poids par essieu
Véhicule léger	Tourisme	1	0,5
	Utilitaire	1,5	0,5 → 1
Poids lourds	Camions légers	5	1,5 → 3,5
	Camions lourds	20	7 → 13

Le tableau 5-6 : indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau

Matériaux utilises	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	**2,00**
Grave ciment – grave laitier	**1,50**
Grave bitume	**1,6 à 1,7**
Grave concasse ou gravier	**1,00**
Grave roulée – grave sableuse - TVO	**0,75**
Sable ciment	**1,00 à 1,20**
Sable	**0,50**
Tuf	**0,75**

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = C_1 \times e_1 + C_2 \times e_2 + C_3 \times$$

$\mathbf{C_1} \times \mathbf{e_1}$: couche de roulement.

$\mathbf{C_2} \times \mathbf{e_2}$: couche de base.

$\mathbf{C_3} \times \mathbf{e_3}$: couche de fondation.

Ou: $\mathbf{C_1}$,$\mathbf{C_2}$, $\mathbf{C_3}$: coefficient d'équivalent.

$\mathbf{e_1}$, $\mathbf{e_2}$, $\mathbf{e_3}$**:** épaisseurs réelles des couches.

- Application numérique sur notre projet

Les données

- TMJA = 240 v/j
- τ = 4 %
- PL = 12 %
- I cbr = 11
- P = 6,5t
- Durée de vie de la route = 15 ans

AN

N_0 = PL% * TMJA = 0,12 * 240 = 29

N_0 = 29 (poids lourds / jour)

$N = N_0 (1 + \tau)^n = 29 (1 + 0,04)^{15} = 52,00$

N = 52 PL / j

T = TMJA × 365 ×1,5

T = 240 × 365 ×1,5 = 131400

$T = 1,314 \times 10^5 > 10^5$

$$e \geq \frac{100 + 150 \times \sqrt{P}}{I_{CBR} + 5}$$

$$e \geq \frac{100 + 150 \times (\sqrt{6,5})}{11 + 5} = 30,15 \text{ cm} \cong 31 \text{ cm}$$

- L'épaisseur équivalente:

  L'épaisseur équivalente est donnée par: $e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe «e_1» et «e_2» et on calcule «e_3» généralement les épaisseurs adoptées pour chaque couche sont:

- BB: 6 - 8 cm
- GB: 10 – 20 cm
- GNT: 15 – 25 cm
- TUF: 25 cm et plus

Le tableau suivant montre le choix des couches de la chaussée.

Tableau 5-7 : choix de l'épaisseur

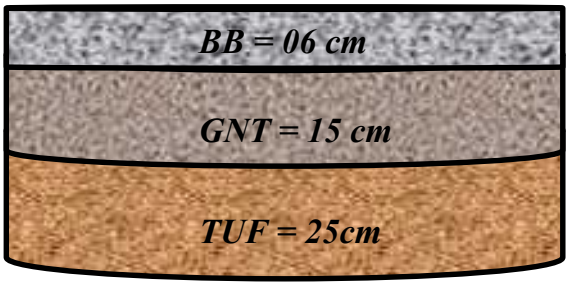
Nom de la couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence	L'épaisseur de la couche
Roulement	BB	2	6
Base	GNT	1	15
fondation	TUF	0,75	25

On trouve : e_3 = 31-(2 x 6 + 1 x 15) =04 cm

On adopte l'épaisseur de TUF à la valeur minimale (25cm)

e=6*2+15*1+25=42cm > 31cm …) est vérifié.

Dessin représentative



09- Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support

Il faudra vérifier que ε_t et ε_z calculées à l'aide d'Alize III, sont inférieurs aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à $\varepsilon_{t,\,adm}$ et $\varepsilon z_{,\,adm}$.

ε_t : étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.)

ε_z : (sol) étant la déformation verticale sur le sol support.

10-Calcule de la déformation admissible ($\mathcal{E}_{z,adm}$) sur de sol support

La valeur admissible est donnée par la relation empirique déduit à partir d'une étude statique de comportement des chaussées algériennes.

Cette formule est:

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

$$\mathcal{E}_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (0{,}114 \times 10^{6})^{-0.235} = 0{,}001425 \times 10^{6}\ def = 1425\,\mu def$$

11- Calcul de la déformation admissible de traction ($\mathcal{E}_{t,adm}$) a la couche de roulement

$$\varepsilon t,\, adm = \varepsilon_6\,(10^{\circ}c, 25\,hZ) \times \left(\frac{TCE_i}{10^6}\right)^{b} \times \sqrt{\frac{E(10^{\circ}C)}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-zb\delta} \times K_C$$

- **θ**eq= température équivalent (**θ**eq= 20c°)=> E (20° ,10H Z)=4000 MPa
- Classe de trafic (TPL_0).
- Risque adoptés pour réseau RP2 (R%=25),(fac 02 P 14)
- C : coefficient égal 0.02, (fac 02 P 20)
- t : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté (t =-1,036),(fac 02 P 20).

$$\delta = \sqrt{Sn^2 + (\frac{c}{b} Sh)^2}$$

$$\delta = \sqrt{0{,}25^2 + (\frac{0{,}02}{-0{,}2} 3)^2}$$

$$\delta = 0{,}390$$

Déformation admissible de traction

$$\varepsilon t, adm = 100 \times 10^{-6} \times (\frac{0{,}114 \times 10^6}{10^6})^{-0{,}2} \times \sqrt{\frac{7200}{4000}} \times 10^{-(1{,}036 \times 0{,}390 \times 0{,}2)} \times 1{,}1$$

$$\varepsilon t, adm = 211{,}66 \times 10^{-6} \mu def$$

12- Vérification des résultats de calcul par Alize-LCPC

Le logiciel Alizé-LCPC est le programme de référence utilise pour les calculs de dimensionnement des chaussées. Donc à l'aide d'Alizé-LCPC, on vérifie que:

- $\varepsilon_t < \varepsilon_{t,adm}$
- $\varepsilon_z < \varepsilon_{z,adm}$

Figure 5-6 : Résultats des déformations pour la chaussée selon catalogue (Alizé-LCPC)



Figure 5-7 : Résultats des déformations pour la chaussée selon CBR (Alizé-LCPC)

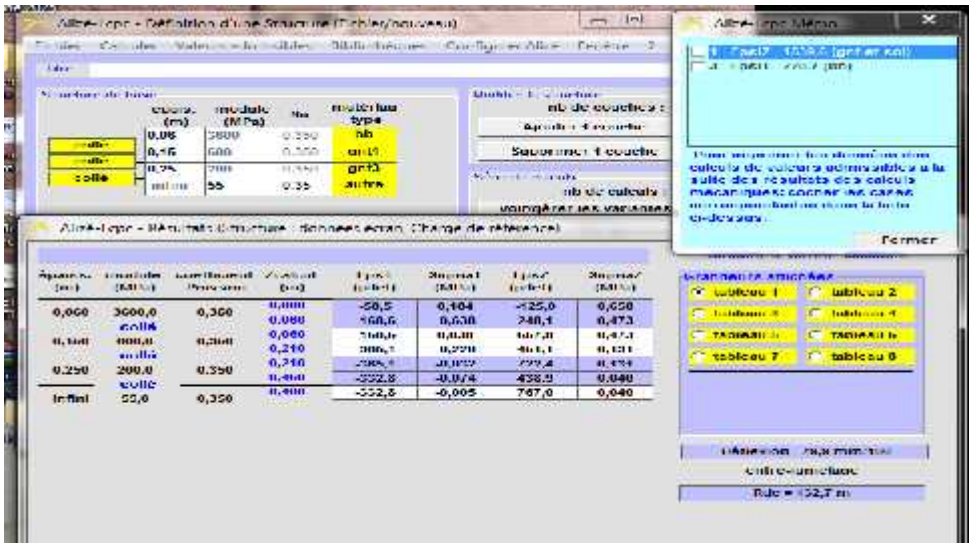


Tableau 5-8 : Récapitulatif de la structure 01

	Déformation admissible $\mu\varepsilon$ def	Déformation admissible par Alizé $\mu\varepsilon$ def	Déformation calculées par Alizé $\mu\varepsilon$ def
ε_z sol sopport	**1425**	**1539,6**	455,3
ε_t à la base de GNT	$\mathbf{211,66x10^{-6}}$	**228,7**	157,3

Tableau 5-9 : Récapitulatif de la structure 02

	Déformation admissible $\mu\varepsilon$ def	Déformation admissible par Alizé $\mu\varepsilon$ def	Déformation calculées par Alizé $\mu\varepsilon$ def
ε_z sol sopport	**1425**	**1539,60**	767,00
ε_t à la base de GNT	$\mathbf{211,66x10^{-6}}$	**228,7**	168,60

On a: $\varepsilon_t < \varepsilon_{t;adm}$ et $\varepsilon_z < \varepsilon_{z;adm}$ pour les deux structures, donc elles **sont vérifiées**.

Résumé:

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

indice **C.B.R**	Méthode	
	C.B.R	**C.T.T.P**
11	06BB+15GNT+25TUF	06BB+20GNT+40TUF

13- Conclusion:

D'après le tableau ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante et uniforme pour l'ensemble du tracé, alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nette ment moins importantes et différentes sel on l'indice portant du sol support.

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

- Augmentation de la longévité de la route.

- Disponibilité de crédit d'investissement à court terme pour éviter les fluctuations dans le cas d'un investissement différé à long terme.
- Minimiser les coûts d'entretien.
- Expérimentation de la méthode pour avoir un retour d'expérience suffisant pour sa généralisation et son adoption ou bien à sa révision selon les observations qui seront faites.
- Un meilleur comportement à l'agressivité des charges son cesse croissantes (l'orniérage).

Donc la structure retenue est celle de la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP).

06 cm (BB)+ 20 cm (GNT)+ 40 cm (TUF)

CHAPITRE 6 : TERRASSEMENT

01-Introduction

Le terrassement routier est la phase primordiale lors d'exécution d'un projet routier et sa réalisation devra être bien étudiée.

L'objectif principal est d'assurer la stabilité, la portance, et la durabilité de cette plate-forme tout en minimisant les couts grâce à une étude géotechnique rigoureuse prenant en compte la nature et l'état des sols.

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

02-Travaux préliminaires

Avant l'exécution des travaux de terrassement on doit effectuer une série de travaux préliminaires les plus importants sont:

- Modifier le terrain naturel pour l'amener ai niveau prévu le projet,
- Préparer une plate-forme de la chaussée répondant aux critères de qualité nécessaire d'ordres:
  - Géométrique;
  - Et mécanique.

Les travaux de terrassement sont les suivants:

- Décapage – purges;
- Confortement avant remblais;
- Déblais;
- Mise en remblais ou en dépôt;
- Confortements après déblais ;
- Partie supérieure des terrassements;
- Couche de forme – réglages;
- Revêtement terre végétale;
- Drainage superficiel – assainissement de la plate-forme.

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

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

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

03- Mouvement des terres

03-1- Métré de terrassement

Le mouvement des terres représente l'ensemble de l'opération nécessaire pour modeler le terrain naturel selon les besoins d'un projet routier, en réalisant des déblais, remblais, nivellement et transports de matériaux. le métré de terrassement vise à quantitatif ces travaux en termes de volumes et distances pour estimer le cout et planifier les travaux.

-Deux facteurs interviennent à cette opération :

a. Les cubes de terre à transporter

-Descente de transport : à cet effet, on cherche toujours la distance minimale de transport, en ramenant les terres des emprunts les plus proches.

-Foisonnement: lorsqu'on remet en place les sols ramenés, ils ne représentent pas le volume qu'ils occupaient précédemment dans la majorité des cas. Le foisonnement des matériaux est très variable. Suivant la nature des sols, on prend un coefficient de foisonnement pour les terres qui seront transportées égale à 20%.

b. Moment de transport

C'est le produit du volume transporté par la distance de transport

M = V x d

Avec : V : Volume transporté.

d : distance de transport.

Le but de l'étude de mouvement des terres est de trouver la distance moyenne minimale de transport pour minimiser le prix de ce dernier :

$$D= \sum_{i=1}^{n} \frac{Vod}{\sum_{i}^{n} vi}$$

03-2- Plan de mouvement de terre

Un projet de mouvement des terres devra être effectué sur une longueur suffisant, et doit tenir compte de :

- les essais de laboratoire effectués sur des échantillons représentatifs des différentes classes de sol.

- Des conditions météo logiques probables au moment des travaux (élimination de certains matériaux en période de pluies).
- Des coefficients de foisonnement de différents matériaux.
- Les déférents emprunts proposés seront définis avec précision, de limités sur le terrain et bien identifies par quelques essais de laboratoire.

1- Exécution des déblaies

Cette phase des travaux intervient après le dégagement des emprises et faite avec des moyens mécanisés le plus utilisée sont :

Les scrapers, les tracteurs, les dozers

2- Exécution des remblais

Cette phase des travaux intervient après le dégagement des emprises c'est à dire enlèvement de la terre végétale dessèchement et remblaiement des fouilles correspondantes.

03-3- Préparation des terrains sous remblais

Dans les zones de plus grande pente le terrain naturel sera supérieure à15% par mètre, nous devons exécuter sur la surface d'appui des remblais fait des sillons sensiblement horizontaux.

Ces sillons présenteront une profondeur moyenne de 20cm et seront espacés de 20m maximum.

03-4- Compactage des terrains sous remblais

Après l'exécution des travaux finis précédemment, les surfaces devraient recevoir les remblais seront compactées méthodiquement.

Les remblais seront mis en œuvre par couche successive régnant sur toute la largeur de remblais.

Les couches élémentaires devraient présenter après compactage, une pente transversale égale au moins à 5%, en tous points .seul la couche supérieure sera réglée conformément à la pente du projet.

Dans le cas du remblai en terrain meuble : l'ingénieur et pour chaque nature de matériaux utilisés, l'épaisseur maximale des couches élémentaires qu'il propose à obtenir après le comptage, cette épaisseur étant détermine en fonction de la densité à obtenir, des matériaux, et des matériels de compactage utilisés qui devraient être agrées.

Un autre cas, les remblais en terrain rocheux: les dégagements des matériaux rocheux et leur réglage seront organisés de manière à obtenir un matériau aussi homogène et aussi plein que possible.

Les couches élémentaires auront une épaisseur aussi faible que le permettra les dimensions des matériaux et ne dépassera en aucun cas 60cm.

Les matériaux rocheux pouvant être mis en remblais.

Dans les couches inférieures, on se limite à 1m au-dessous de la cote finale de la plateforme.

Les compactages des remblais rocheux seront exclusivement réalisés au rouleau vibrant d'un poids supérieur à 7 tonnes.

Le compactage de plateforme sera réalisé

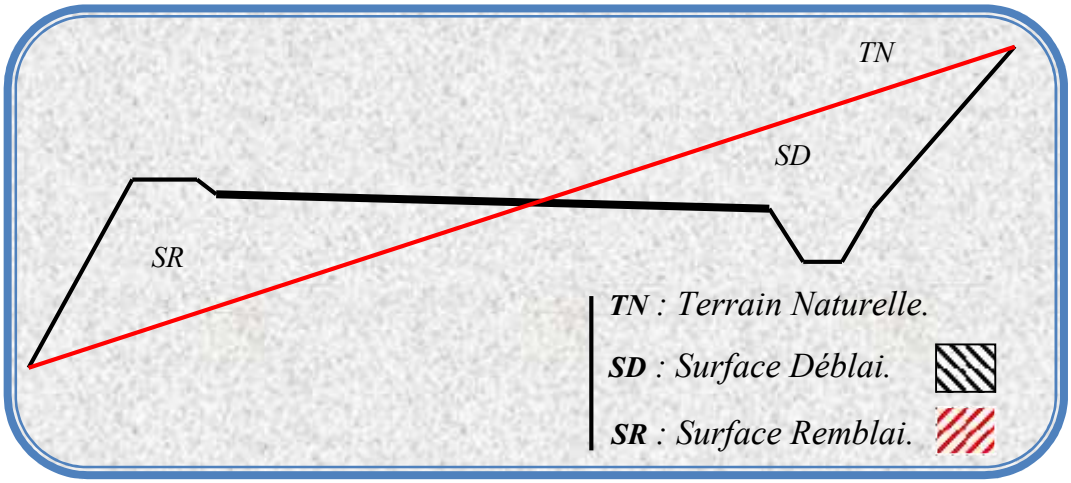
- Soit au rouleau vibrant lourd (poids supérieur 7 tonnes).
- Soit au rouleau pneumatique (poids supérieur 4 tonnes) et rouleau lisse.

04- Méthode de calcul des cubatures

Le calcul à déterminer les volumes de déblais et de remblais nécessaire à la réalisation d'un projet routier. C'est une &tape essentielle pour la planification des travaux, l'estimation des couts et la gestion. Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.

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

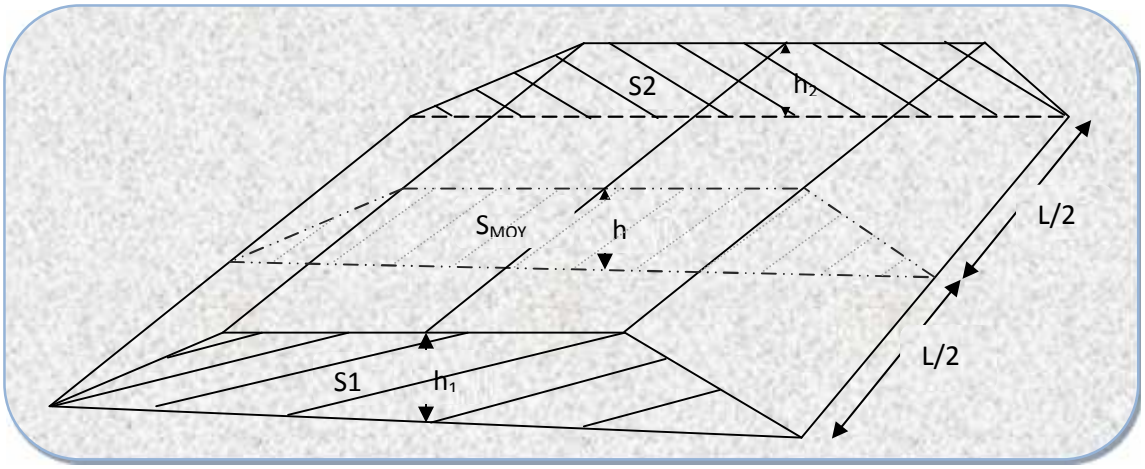
On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

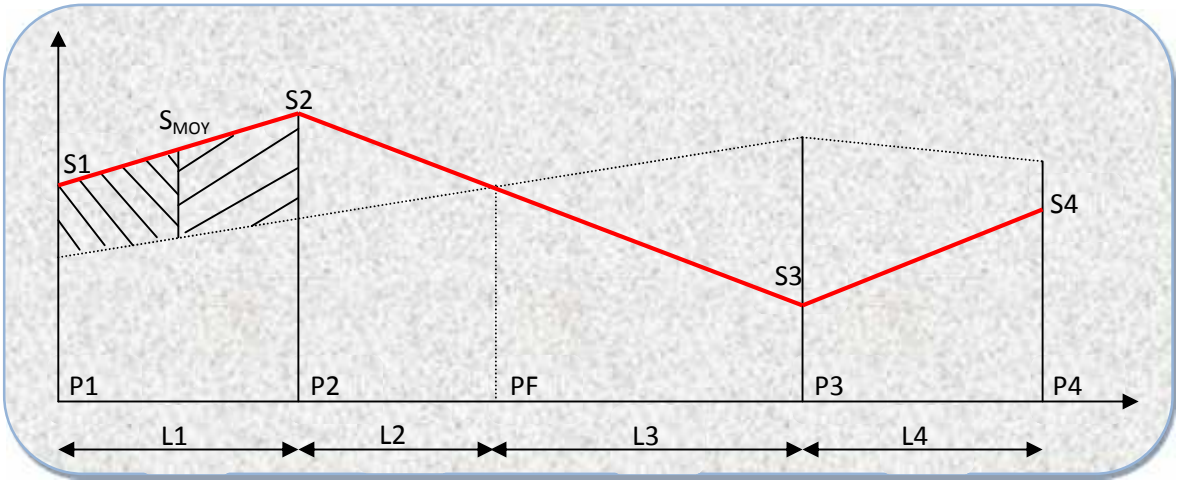


- **Formule de Mr SARRAUS**

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

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





- ✓ PF: Profil F, S nulle
- ✓ Si: S de P en travers Pi
- ✓ Li: D entre deux P
- ✓ S_{MOY}: S I (Surface Parallèle et à mi-distance Li)

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions $S_{moy} = \frac{(S1+S2)}{2}$.

Ceci donne:

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

Donc les volumes seront:

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

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

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

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

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

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

05- Tableau du métrée de terrassement

##

COVADIS PROJET - LISTING RECAPITULATIF DU CALCUL D'UN PROJET ROUTIER

##

Nom du dessin courant : D:\projet fin d'étude mémoire cahier des profils.dwg

Date du calcul : 23/03/2025 à 11:50:24

Profil en L N° : 1

==========

RE DU CAL DES CUB DE De, DE Re.

==========

V T de Dé = 3210,50 m³

V T de Re = 18567,90 m³

==========

T R DES CUBATURES DE Dé ET Re PAR PROFIL

==========

			Remblai			Déblai		
N° profil	Abscisse	distance d'application	surface	volume	volume cumule	surface	volume	volume cumule
P01	0,00	12,50	0,05	0,60	0,60	5,26	65,80	65,80
P02	25,00	25,00	0,06	1,50	2,10	5,48	137,00	202,80
P03	50,00	25,00	0,06	1,40	3,50	6,36	158,90	361,70
P04	75,00	25,00	0,06	1,50	5,00	8,06	201,50	563,20
P05	100,00	25,00	0,06	1,50	6,50	8,30	207,50	770,70
P06	125,00	25,00	0,06	1,50	8,00	6,85	171,20	941,90
P07	150,00	25,00	0,06	1,50	9,50	6,50	162,60	1104,50
P08	175,00	25,00	0,06	1,50	11,00	4,78	119,50	1224,00
P09	200,00	25,00	0,06	1,60	12,60	2,96	73,90	1297,90
P10	225,00	25,00	0,25	6,20	18,80	2,15	53,70	1351,60
P11	250,00	25,00	0,22	5,50	24,30	2,21	55,20	1406,80
P12	275,00	25,00	0,06	1,50	25,80	4,78	119,50	1526,30
P13	300,00	25,00	0,06	1,50	27,30	4,60	115,00	1641,30
P14	325,00	25,00	0,07	1,70	29,00	4,16	104,00	1745,30
P15	350,00	25,00	1,36	33,90	62,90	0,62	15,40	1760,70
P16	375,00	25,00	0,88	22,10	85,00	1,03	25,80	1786,50
P17	400,00	25,00	0,43	10,80	95,80	2,25	56,20	1842,70
P18	425,00	25,00	0,89	22,20	118,00	1,60	40,10	1882,80
P19	450,00	25,00	2,29	57,30	175,30	0,51	12,80	1895,60
P20	475,00	25,00	2,43	60,80	236,10	0,67	16,70	1912,30
P21	500,00	25,00	2,52	63,10	299,20	0,00	0,00	1912,30
P22	525,00	25,00	2,94	73,60	372,80	0,89	22,30	1934,60
P23	550,00	25,00	2,14	53,50	426,30	0,00	0,00	1934,60
P24	575,00	25,00	1,71	42,70	469,00	0,00	0,00	1934,60
P25	600,00	25,00	2,10	52,40	521,40	0,00	0,00	1934,60
P26	625,00	25,00	3,57	89,20	610,60	0,00	0,00	1934,60
P27	650,00	25,00	3,44	86,10	696,70	0,00	0,00	1934,60
P28	675,00	25,00	3,62	90,40	787,10	0,00	0,00	1934,60
P29	700,00	25,00	4,13	103,30	890,40	0,00	0,00	1934,60
P30	725,00	25,00	4,63	115,70	1006,10	0,00	0,00	1934,60
P31	750,00	25,00	4,97	124,30	1130,40	0,00	0,00	1934,60
P32	775,00	25,00	4,44	110,90	1241,30	0,00	0,00	1934,60
P33	800,00	14,83	3,84	56,90	1298,20	0,00	0,00	1934,60
P34	804,66	12,50	4,91	61,40	1359,60	0,00	0,00	1934,60
P35	825,00	22,67	7,40	167,80	1527,40	0,00	0,00	1934,60
P36	850,00	25,00	5,89	147,30	1674,70	0,00	0,00	1934,60

P37	875,00	18,72	7,64	143,00	1817,70	0,00	0,00	1934,60
P38	887,44	12,50	11,05	138,10	1955,80	0,00	0,00	1934,60
P39	900,00	18,78	8,99	168,80	2124,60	0,00	0,00	1934,60
P40	925,00	25,00	6,61	165,30	2289,90	0,00	0,00	1934,60
P41	950,00	25,00	4,21	105,30	2395,20	0,00	0,00	1934,60
P42	975,00	25,00	3,42	85,40	2480,60	0,00	0,00	1934,60
P43	1000,00	25,00	2,86	71,60	2552,20	0,00	0,00	1934,60
P44	1025,00	25,00	2,18	54,50	2606,70	0,00	0,00	1934,60
P45	1050,00	25,00	2,62	65,40	2672,10	0,00	0,00	1934,60
P46	1075,00	25,00	3,22	80,50	2752,60	0,00	0,00	1934,60
P47	1100,00	25,00	4,09	102,30	2854,90	0,00	0,00	1934,60
P48	1125,00	25,00	5,30	132,60	2987,50	0,00	0,00	1934,60
P49	1150,00	25,00	5,89	147,30	3134,80	0,00	0,00	1934,60
P50	1175,00	25,00	6,94	173,60	3308,40	0,00	0,00	1934,60
P51	1200,00	25,00	7,48	186,90	3495,30	0,00	0,00	1934,60
P52	1225,00	25,00	7,58	189,40	3684,70	0,00	0,00	1934,60
P53	1250,00	25,00	6,94	173,60	3858,30	0,00	0,00	1934,60
P54	1275,00	25,00	6,71	167,80	4026,10	0,00	0,00	1934,60
P55	1300,00	25,00	6,06	151,40	4177,50	0,00	0,00	1934,60
P56	1325,00	25,00	4,36	108,90	4286,40	0,00	0,00	1934,60
P57	1350,00	25,00	4,33	108,20	4394,60	0,00	0,00	1934,60
P58	1375,00	25,00	4,72	118,10	4512,70	0,00	0,00	1934,60
P59	1400,00	25,00	5,45	136,20	4648,90	0,00	0,00	1934,60
P60	1425,00	19,53	4,85	94,70	4743,60	0,00	0,00	1934,60
P61	1439,05	12,50	4,63	57,90	4801,50	0,00	0,00	1934,60
P62	1450,00	17,97	5,29	95,10	4896,60	0,00	0,00	1934,60
P63	1475,00	25,00	7,24	181,00	5077,60	0,00	0,00	1934,60
P64	1500,00	25,00	6,76	169,10	5246,70	0,00	0,00	1934,60
P65	1525,00	18,80	6,24	117,30	5364,00	0,00	0,00	1934,60
P66	1537,59	12,50	5,86	73,30	5437,30	0,00	0,00	1934,60
P67	1550,00	18,70	5,42	101,40	5538,70	0,00	0,00	1934,60
P68	1575,00	25,00	4,04	100,90	5639,60	0,00	0,00	1934,60
P69	1600,00	25,00	3,96	99,00	5738,60	0,00	0,00	1934,60
P70	1625,00	25,00	3,34	83,50	5822,10	0,00	0,00	1934,60
P71	1650,00	25,00	2,91	72,70	5894,80	0,00	0,00	1934,60
P72	1675,00	25,00	2,93	73,20	5968,00	0,00	0,00	1934,60
P73	1700,00	25,00	4,92	123,00	6091,00	0,00	0,00	1934,60
P74	1725,00	25,00	5,37	134,20	6225,20	0,00	0,00	1934,60
P75	1750,00	25,00	5,41	135,20	6360,40	0,00	0,00	1934,60
P76	1775,00	25,00	5,73	143,30	6503,70	0,00	0,00	1934,60
P77	1800,00	25,00	6,20	155,10	6658,80	0,00	0,00	1934,60
P78	1825,00	25,00	7,41	185,20	6844,00	0,00	0,00	1934,60
P79	1850,00	25,00	9,15	228,80	7072,80	0,00	0,00	1934,60

P80	1875,00	25,00	10,87	271,80	7344,60	0,00	0,00	1934,60
P81	1900,00	25,00	13,54	338,60	7683,20	0,00	0,00	1934,60
P82	1925,00	25,00	15,34	383,40	8066,60	0,00	0,00	1934,60
P83	1950,00	25,00	16,49	412,20	8478,80	0,00	0,00	1934,60
P84	1975,00	25,00	18,36	458,90	8937,70	0,00	0,00	1934,60
P85	2000,00	19,46	16,81	327,10	9264,80	0,00	0,00	1934,60
P86	2013,91	12,50	17,69	221,10	9485,90	0,00	0,00	1934,60
P87	2025,00	18,04	16,73	301,80	9787,70	0,00	0,00	1934,60
P88	2050,00	25,00	15,78	394,50	10182,20	0,00	0,00	1934,60
P89	2075,00	25,00	16,97	424,30	10606,50	0,00	0,00	1934,60
P90	2100,00	25,00	18,66	466,50	11073,00	0,00	0,00	1934,60
P91	2125,00	25,00	22,06	551,40	11624,40	0,00	0,00	1934,60
P92	2150,00	25,00	18,52	463,00	12087,40	0,00	0,00	1934,60
P93	2175,00	25,00	17,17	429,30	12516,70	0,00	0,00	1934,60
P94	2200,00	25,00	15,23	380,70	12897,40	0,00	0,00	1934,60
P95	2225,00	25,00	14,86	371,40	13268,80	0,00	0,00	1934,60
P96	2250,00	25,00	14,33	358,30	13627,10	0,00	0,00	1934,60
P97	2275,00	20,48	15,33	314,00	13941,10	0,00	0,00	1934,60
P98	2290,96	12,50	15,93	199,10	14140,20	0,00	0,00	1934,60
P99	2300,00	17,02	14,36	244,50	14384,70	0,00	0,00	1934,60
P100	2325,00	25,00	15,11	377,80	14762,50	0,00	0,00	1934,60
P101	2350,00	25,00	15,63	390,70	15153,20	0,00	0,00	1934,60
P102	2375,00	25,00	14,81	370,30	15523,50	0,00	0,00	1934,60
P103	2400,00	19,36	15,35	297,10	15820,60	0,00	0,00	1934,60
P104	2413,71	12,50	16,54	206,80	16027,40	0,00	0,00	1934,60
P105	2425,00	18,14	14,77	267,90	16295,30	0,00	0,00	1934,60
P106	2450,00	25,00	10,87	271,70	16567,00	0,00	0,00	1934,60
P107	2475,00	25,00	9,17	229,20	16796,20	0,00	0,00	1934,60
P108	2500,00	25,00	7,52	188,10	16984,30	0,00	0,00	1934,60
P109	2525,00	25,00	6,08	152,10	17136,40	0,00	0,00	1934,60
P110	2550,00	18,87	5,89	111,20	17247,60	0,00	0,00	1934,60
P111	2562,73	12,50	5,86	73,20	17320,80	0,00	0,00	1934,60
P112	2575,00	18,63	4,43	82,50	17403,30	0,00	0,00	1934,60
P113	2600,00	25,00	2,97	74,30	17477,60	0,00	0,00	1934,60
P114	2625,00	25,00	3,54	88,60	17566,20	0,00	0,00	1934,60
P115	2650,00	25,00	1,61	40,30	17606,50	0,00	0,00	1934,60
P116	2675,00	25,00	0,35	8,80	17615,30	1,56	38,90	1973,50
P117	2700,00	25,00	0,13	3,30	17618,60	2,14	53,60	2027,10
P118	2725,00	25,00	0,14	3,50	17622,10	1,54	38,60	2065,70
P119	2750,00	25,00	0,24	6,00	17628,10	0,83	20,70	2086,40
P120	2775,00	25,00	0,92	23,10	17651,20	0,44	11,00	2097,40
P121	2800,00	25,00	1,13	28,20	17679,40	0,00	0,00	2097,40
P122	2825,00	25,00	1,61	40,20	17719,60	0,00	0,00	2097,40

P123	2850,00	25,00	2,06	51,60	17771,20	0,00	0,00	2097,40
P124	2875,00	25,00	2,14	53,40	17824,60	0,00	0,00	2097,40
P125	2900,00	25,00	2,12	53,10	17877,70	0,00	0,00	2097,40
P126	2925,00	25,00	2,26	56,60	17934,30	0,00	0,00	2097,40
P127	2950,00	25,00	2,08	52,10	17986,40	0,00	0,00	2097,40
P128	2975,00	25,00	2,76	69,00	18055,40	0,00	0,00	2097,40
P129	3000,00	25,00	2,59	64,80	18120,20	0,00	0,00	2097,40
P130	3025,00	25,00	2,16	54,00	18174,20	0,00	0,00	2097,40
P131	3050,00	25,00	2,03	50,70	18224,90	0,00	0,00	2097,40
P132	3075,00	25,00	1,48	37,10	18262,00	0,48	11,90	2109,30
P133	3100,00	25,00	1,48	37,00	18299,00	0,00	0,00	2109,30
P134	3125,00	25,00	0,97	24,20	18323,20	0,55	13,70	2123,00
P135	3150,00	25,00	0,35	8,70	18331,90	2,08	52,00	2175,00
P136	3175,00	25,00	0,06	1,60	18333,50	3,64	90,90	2265,90
P137	3200,00	25,00	0,13	3,30	18336,80	2,67	66,70	2332,60
P138	3225,00	25,00	0,68	17,00	18353,80	1,39	34,70	2367,30
P139	3250,00	25,00	0,35	8,80	18362,60	1,33	33,20	2400,50
P140	3275,00	25,00	0,73	18,20	18380,80	1,20	30,10	2430,60
P141	3300,00	25,00	0,82	20,50	18401,30	0,61	15,20	2445,80
P142	3325,00	25,00	0,65	16,30	18417,60	1,40	35,00	2480,80
P143	3350,00	25,00	0,82	20,40	18438,00	2,40	60,10	2540,90
P144	3375,00	25,00	1,60	40,10	18478,10	2,72	68,00	2608,90
P145	3400,00	25,00	1,34	33,60	18511,70	1,77	44,30	2653,20
P146	3425,00	25,00	1,00	25,00	18536,70	1,59	39,80	2693,00
P147	3450,00	25,00	0,62	15,40	18552,10	2,04	51,10	2744,10
P148	3475,00	25,00	0,40	10,00	18562,10	2,46	61,40	2805,50
P149	3500,00	25,00	0,14	3,50	18565,60	3,14	78,50	2884,00
P150	3525,00	25,00	0,06	1,50	18567,10	7,47	186,70	3070,70
P151	3550,00	12,50	0,06	0,80	18567,90	11,18	139,80	3210,50

TABLEAU RECAPITULATIF DES DIFFERENTS MATERIAUX UTILISENT

Mat diffé = 3

Maté	V T
BB	3363,75 m³
GNT	4650,00 m³
TUF	18567,90 m³

06-Tableaux de Mou des Terra

Num des profils	Cubes des déblais	Cubes des remblais	Déblais à employer transfert-seulement à l'axe	excès de déblais (positif)	excès de remblais (négatif)	Déblais à porter en remblais a des profils	Excès à de déblais à évacuer aux dépôts	Remblais à amener à des profils venant d'emprunts	N° des profils recevant des déblais venant d'autres profils	Indication des lieux de dépôts pour les déblais en excès	Indication des lieux d'emprunt des terres à amener à des profils	Distances de transport	Transport à la brouette amateur		Transport au camion		observations
													cubes	Moments de traansport	cubes	Moments de traansport	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10 bis	10ter	11	12	13	14	15	16
1	65,80	0,60	0,60	65,20	0,00	(65,2	0,00	0,00	(P38	/	/	887,44	0	0	65,20	57 861,088	***dans tous les cas :*** ∑Col5=Col2-Col4 (2761.6=3210.50-448.90) est Vérifiée ∑Col6=Col3-Col4 (18119=18567.9-448.90) est Vérifiée
2	137,00	1,50	1,50	135,50	0,00	(83,8 (51,7	0,00	0,00	(P37 (P38	/	/	(875 (826,44	0	0	(83,8 (51,7	(73325 (42726,948	
3	158,90	1,40	1,40	157,50	0,00	(98,3 (59,2	0,00	0,00	(P36 (37	/	/	(800 (825	0	0	(98,3 (59,2	(78640 (48840	
4	201,50	1,50	1,50	200,00	0,00	(151 (49	0,00	0,00	(P35 (P36	/	/	(750 (875	0	0	(151 (49	(113250 (42875	
5	207,50	1,50	1,50	206,00	0,00	(70,9 (56,9 (61,4 (16,8	0,00	0,00	(P32 (P33 (P34 (P35	/	/	(675 (700 (725 (750	0	0	(70,9 (56,9 (61,4 (16,8	(47857,5 (39830 (44515 (12600	
6	171,20	1,50	1,50	169,70	0,00	(5,4 (124,3 (40	0,00	0,00	(P30 (P31 (P32	/	/	(600 (625 (650	0	0	(5,4 (124,3 (40	(3240 (77687,5 (26000	
7	162,60	1,50	1,50	161,10	0,00	(50,8 (110,3	0,00	0,00	(P29 (P30	/	/	(550 (575	0	0	(50,8 (110,3	(27940 (63422,5	
8	119,50	1,50	1,50	118,00	0,00	(65,5 (52,5	0,00	0,00	(P28 (P29	/	/	(500 (525	0	0	(65,5 (52,5	(32750 (27562,5	
9	73,90	1,60	1,60	72,30	0,00	(47,4 (24,9	0,00	0,00	(P27 (P28	/	/	(450 (475	0	0	(47,4 (24,9	(21330 (11827,5	
10	53,70	6,20	6,20	47,50	0,00	(8,8 (38,7	0,00	0,00	(P26 (P27	/	/	(400 (425	0	0	(8,8 (38,7	(3520 (16447,5	
11	55,20	5,50	5,50	49,70	0,00	(49,7	0,00	0,00	(P26	/	/	375	0	0	49,70	18637,50	
12	119,50	1,50	1,50	118,00	0,00	(34,9 (52,4 (30,7	0,00	0,00	(P24 (P25 (P26	/	/	(300 (325 (350	0	0	(34,9 (52,4 (30,7	(10470 (17030 (10745	
13	115,00	1,50	1,50	113,50	0,00	(0,9 (51,3 (53,3 (7,8	0,00	0,00	(P20 (P22 (P23 (P24	/	/	(175 (225 (250 (275	0	0	(0,9 (51,3 (53,3 (7,8	(157,5 (11542,5 (13325 (2145	

14	104,00	1,70	1,70	102,30	0,00	(18,5 (20,7 (63,1	0,00	0,00	(P15 (P20 (P21	/	/	(25 (150 (175	18,5	462,5	(20,7 (63,1	(3105 (11042,5
15	15,40	33,90	15,40	0,00	18,50		0,00	0,00		/	/	/	0	0	/	/
16	25,80	22,10	22,10	3,70	0,00	(3,7	0,00	0,00	(P20	/	/	100	0	0	3,70	370,00
17	56,20	10,80	10,80	45,40	0,00	(26,6 (18,8	0,00	0,00	(P19 (P20	/	/	(50 (75	0	0	(26,6 (18,8	(1330 (1410
18	40,10	22,20	22,20	17,90	0,00	(17,9	0,00	0,00	(P19	/	/	(25	17,90	447,50		
19	12,80	57,30	12,80	0,00	44,50	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
20	16,70	60,80	16,70	0,00	44,10	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
21	0,00	63,10	0,00	0,00	63,10	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
22	22,30	73,60	22,30	0,00	51,30	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
23	0,00	53,50	0,00	0,00	53,50	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
24	0,00	42,70	0,00	0,00	42,70	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
25	0,00	52,40	0,00	0,00	52,40	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
26	0,00	89,20	0,00	0,00	89,20	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
27	0,00	86,10	0,00	0,00	86,10	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
28	0,00	90,40	0,00	0,00	90,40	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
29	0,00	103,30	0,00	0,00	103,30	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
30	0,00	115,70	0,00	0,00	115,70	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
31	0,00	124,30	0,00	0,00	124,30	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
32	0,00	110,90	0,00	0,00	110,90	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
33	0,00	56,90	0,00	0,00	56,90	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
34	0,00	61,40	0,00	0,00	61,40	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
35	0,00	167,80	0,00	0,00	167,80	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
36	0,00	147,30	0,00	0,00	147,30	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		
37	0,00	143,00	0,00	0,00	143,00	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0		

Dans le cas d'un accès de Remblais : ∑Col6=Col7+Co9 (18119=2761.6+15357.40) est Vérifiée

∑Col6=Col2+Col4 (18119=94.40+18024.60) est Vérifiée

∑Col5=Col7 (2761.6=2761.6) est Vérifiée

38	*0,00*	*138,10*	*0,00*	*0,00*	*138,10*	/	*0,00*	***21,20***	/	/	***emprunt***	*637,44*	*0*	*0*	***21,20***	*13513,728*
39	*0,00*	*168,80*	*0,00*	*0,00*	*168,80*	/	*0,00*	*168,80*	/	/	***emprunt***	*675*	*0*	*0*	*168,80*	*113940*
40	*0,00*	*165,30*	*0,00*	*0,00*	*165,30*	/	*0,00*	*165,30*	/	/	***emprunt***	*700*	*0*	*0*	*165,30*	*115710*
41	*0,00*	*105,30*	*0,00*	*0,00*	*105,30*	/	*0,00*	*105,30*	/	/	***emprunt***	*725*	*0*	*0*	*105,30*	*76342,5*
42	*0,00*	*85,40*	*0,00*	*0,00*	*85,40*	/	*0,00*	*85,40*	/	/	***emprunt***	*750*	*0*	*0*	*85,40*	*64050*
43	*0,00*	*71,60*	*0,00*	*0,00*	*71,60*	/	*0,00*	*71,60*	/	/	***emprunt***	*775*	*0*	*0*	*71,60*	*55490*
44	*0,00*	*54,50*	*0,00*	*0,00*	*54,50*	/	*0,00*	*54,50*	/	/	***emprunt***	*800*	*0*	*0*	*54,50*	*43600*
45	*0,00*	*65,40*	*0,00*	*0,00*	*65,40*	/	*0,00*	*65,40*	/	/	***emprunt***	*825*	*0*	*0*	*65,40*	*53955*
46	*0,00*	*80,50*	*0,00*	*0,00*	*80,50*	/	*0,00*	*80,50*	/	/	***emprunt***	*850*	*0*	*0*	*80,50*	*68425*
47	*0,00*	*102,30*	*0,00*	*0,00*	*102,30*	/	*0,00*	*102,30*	/	/	***emprunt***	*875*	*0*	*0*	*102,30*	*89512,5*
48	*0,00*	*132,60*	*0,00*	*0,00*	*132,60*	/	*0,00*	*132,60*	/	/	***emprunt***	*900*	*0*	*0*	*132,60*	*119340*
49	*0,00*	*147,30*	*0,00*	*0,00*	*147,30*	/	*0,00*	*147,30*	/	/	***emprunt***	*925*	*0*	*0*	*147,30*	*136252,5*
50	*0,00*	*173,60*	*0,00*	*0,00*	*173,60*	/	*0,00*	*173,60*	/	/	***emprunt***	*950*	*0*	*0*	*173,60*	*164920*
51	*0,00*	*186,90*	*0,00*	*0,00*	*186,90*	/	*0,00*	*186,90*	/	/	***emprunt***	*975*	*0*	*0*	*186,90*	*182227,5*
52	*0,00*	*189,40*	*0,00*	*0,00*	*189,40*	/	*0,00*	*189,40*	/	/	***emprunt***	*1000*	*0*	*0*	*189,40*	*189400*
53	*0,00*	*173,60*	*0,00*	*0,00*	*173,60*	/	*0,00*	*173,60*	/	/	***emprunt***	*1025*	*0*	*0*	*173,60*	*177940*
54	*0,00*	*167,80*	*0,00*	*0,00*	*167,80*	/	*0,00*	*167,80*	/	/	***emprunt***	*1050*	*0*	*0*	*167,80*	*176190*
55	*0,00*	*151,40*	*0,00*	*0,00*	*151,40*	/	*0,00*	*151,40*	/	/	***emprunt***	*1075*	*0*	*0*	*151,40*	*162755*
56	*0,00*	*108,90*	*0,00*	*0,00*	*108,90*	/	*0,00*	*108,90*	/	/	***emprunt***	*1100*	*0*	*0*	*108,90*	*119790*
57	*0,00*	*108,20*	*0,00*	*0,00*	*108,20*	/	*0,00*	*108,20*	/	/	***emprunt***	*1125*	*0*	*0*	*108,20*	*121725*
58	*0,00*	*118,10*	*0,00*	*0,00*	*118,10*	/	*0,00*	*118,10*	/	/	***emprunt***	*1150*	*0*	*0*	*118,10*	*135815*
59	*0,00*	*136,20*	*0,00*	*0,00*	*136,20*	/	*0,00*	*136,20*	/	/	***emprunt***	*1175*	*0*	*0*	*136,20*	*160035*
60	*0,00*	*94,70*	*0,00*	*0,00*	*94,70*	/	*0,00*	*94,70*	/	/	***emprunt***	*1200*	*0*	*0*	*94,70*	*113640*
61	*0,00*	*57,90*	*0,00*	*0,00*	*57,90*	/	*0,00*	*57,90*	/	/	***emprunt***	*1214,05*	*0*	*0*	*57,90*	*70293,495*
62	*0,00*	*95,10*	*0,00*	*0,00*	*95,10*	/	*0,00*	*95,10*	/	/	***emprunt***	*1225*	*0*	*0*	*95,10*	*116497,5*
63	*0,00*	*181,00*	*0,00*	*0,00*	*181,00*	/	*0,00*	*181,00*	/	/	***emprunt***	*1250*	*0*	*0*	*181,00*	*226250*
64	*0,00*	*169,10*	*0,00*	*0,00*	*169,10*	/	*0,00*	*169,10*	/	/	***emprunt***	*1275*	*0*	*0*	*169,10*	*215602,5*

65	0,00	117,30	0,00	0,00	117,30	/	0,00	117,30	/	/	emprunt	1300	0	0	117,30	152490
66	0,00	73,30	0,00	0,00	73,30	/	0,00	73,30	/	/	emprunt	1312,59	0	0	73,30	96212,847
67	0,00	101,40	0,00	0,00	101,40	/	0,00	101,40	/	/	emprunt	1325	0	0	101,40	134355
68	0,00	100,90	0,00	0,00	100,90	/	0,00	100,90	/	/	emprunt	1350	0	0	100,90	136215
69	0,00	99,00	0,00	0,00	99,00	/	0,00	99,00	/	/	emprunt	1375	0	0	99,00	136125
70	0,00	83,50	0,00	0,00	83,50	/	0,00	83,50	/	/	emprunt	1400	0	0	83,50	116900
71	0,00	72,70	0,00	0,00	72,70	/	0,00	72,70	/	/	emprunt	1425	0	0	72,70	103597,5
72	0,00	73,20	0,00	0,00	73,20	/	0,00	73,20	/	/	emprunt	1450	0	0	73,20	106140
73	0,00	123,00	0,00	0,00	123,00	/	0,00	123,00	/	/	emprunt	1475	0	0	123,00	181425
74	0,00	134,20	0,00	0,00	134,20	/	0,00	134,20	/	/	emprunt	1500	0	0	134,20	201300
75	0,00	135,20	0,00	0,00	135,20	/	0,00	135,20	/	/	emprunt	1525	0	0	135,20	206180
76	0,00	143,30	0,00	0,00	143,30	/	0,00	143,30	/	/	emprunt	1550	0	0	143,30	222115
77	0,00	155,10	0,00	0,00	155,10	/	0,00	155,10	/	/	emprunt	1575	0	0	155,10	244282,5
78	0,00	185,20	0,00	0,00	185,20	/	0,00	185,20	/	/	emprunt	1600	0	0	185,20	296320
79	0,00	228,80	0,00	0,00	228,80	/	0,00	228,80	/	/	emprunt	1625	0	0	228,80	371800
80	0,00	271,80	0,00	0,00	271,80	/	0,00	271,80	/	/	emprunt	1650	0	0	271,80	448470
81	0,00	338,60	0,00	0,00	338,60	/	0,00	338,60	/	/	emprunt	1675	0	0	338,60	567155
82	0,00	383,40	0,00	0,00	383,40	/	0,00	383,40	/	/	emprunt	1700	0	0	383,40	651780
83	0,00	412,20	0,00	0,00	412,20	/	0,00	412,20	/	/	emprunt	1725	0	0	412,20	711045
84	0,00	458,90	0,00	0,00	458,90	/	0,00	458,90	/	/	emprunt	1750	0	0	458,90	803075
85	0,00	327,10	0,00	0,00	327,10	/	0,00	327,10	/	/	emprunt	1775	0	0	327,10	580602,5
86	0,00	221,10	0,00	0,00	221,10	/	0,00	221,10	/	/	emprunt	1788,91	0	0	221,10	395528,001
87	0,00	301,80	0,00	0,00	301,80	/	0,00	301,80	/	/	emprunt	1800	0	0	301,80	543240
88	0,00	394,50	0,00	0,00	394,50	/	0,00	394,50	/	/	emprunt	1825	0	0	394,50	719962,5
89	0,00	424,30	0,00	0,00	424,30	/	0,00	424,30	/	/	emprunt	1850	0	0	424,30	784955
90	0,00	466,50	0,00	0,00	466,50	/	0,00	466,50	/	/	emprunt	1875	0	0	466,50	874687,5
91	0,00	551,40	0,00	0,00	551,40	/	0,00	551,40	/	/	emprunt	1900	0	0	551,40	1047660

92	0,00	463,00	0,00	0,00	463,00	/	0,00	463,00	/	/	**emprunt**	1925	0	0	463,00	891275
93	0,00	429,30	0,00	0,00	429,30	/	0,00	429,30	/	/	**emprunt**	1950	0	0	429,30	837135
94	0,00	380,70	0,00	0,00	380,70	/	0,00	380,70	/	/	**emprunt**	1975	0	0	380,70	751882,5
95	0,00	371,40	0,00	0,00	371,40	/	0,00	371,40	/	/	**emprunt**	2000	0	0	371,40	742800
96	0,00	358,30	0,00	0,00	358,30	/	0,00	358,30	/	/	**emprunt**	2025	0	0	358,30	725557,5
97	0,00	314,00	0,00	0,00	314,00	/	0,00	314,00	/	/	**emprunt**	2050	0	0	314,00	643700
98	0,00	199,10	0,00	0,00	199,10	/	0,00	199,10	/	/	**emprunt**	2065,96	0	0	199,10	411332,636
99	0,00	244,50	0,00	0,00	244,50	/	0,00	244,50	/	/	**emprunt**	2075	0	0	244,50	507337,5
100	0,00	377,80	0,00	0,00	377,80	/	0,00	377,80	/	/	**emprunt**	2100	0	0	377,80	793380
101	0,00	390,70	0,00	0,00	390,70	/	0,00	390,70	/	/	**emprunt**	2125	0	0	390,70	830237,5
102	0,00	370,30	0,00	0,00	370,30	/	0,00	370,30	/	/	**emprunt**	2150	0	0	370,30	796145
103	0,00	297,10	0,00	0,00	297,10	/	0,00	297,10	/	/	**emprunt**	2175	0	0	297,10	646192,5
104	0,00	206,80	0,00	0,00	206,80	/	0,00	206,80	/	/	**emprunt**	2188,71	0	0	206,80	452625,228
105	0,00	267,90	0,00	0,00	267,90	/	0,00	267,90	/	/	**emprunt**	2200	0	0	267,90	589380
106	0,00	271,70	0,00	0,00	271,70	/	0,00	271,70	/	/	**emprunt**	2225	0	0	271,70	604532,5
107	0,00	229,20	0,00	0,00	229,20	/	0,00	229,20	/	/	**emprunt**	2250	0	0	229,20	515700
108	0,00	188,10	0,00	0,00	188,10	/	0,00	188,10	/	/	**emprunt**	2275	0	0	188,10	427927,5
109	0,00	152,10	0,00	0,00	152,10	/	0,00	152,10	/	/	**emprunt**	2300	0	0	152,10	349830
110	0,00	111,20	0,00	0,00	111,20	/	0,00	111,20	/	/	**emprunt**	2325	0	0	111,20	258540
111	0,00	73,20	0,00	0,00	73,20	/	0,00	44,40	/	/	**emprunt**	2337,73	0	0	**44,40**	103795,212
112	0,00	82,50	0,00	0,00	82,50	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
113	0,00	74,30	0,00	0,00	74,30	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
114	0,00	88,60	0,00	0,00	88,60	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
115	0,00	40,30	0,00	0,00	40,30	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
116	38,90	8,80	8,80	30,10	0,00	(30,10	0,00	0,00	(P115	/	/	25	30,10	752,5		
117	53,60	3,30	3,30	50,30	0,00	(10,2 (40,1	0,00	0,00	(P115 (P114	/	/	50 75	0	0	(10,2 (30,1	(510 (2257,5
118	38,60	3,50	3,50	35,10	0,00	(25,6 (9,5	0,00	0,00	(P121 (P114	/	/	(75 (100	0	0	(25,6 (9,5	(1920 (950

119	20,70	6,00	6,00	14,70	0,00	(12,10 (2,6	0,00	0,00	(P120 (P121	/	/	(25 (50	12,1	302,5	(2,6	(130
120	11,00	23,10	11,00	0,00	12,10	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
121	0,00	28,20	0,00	0,00	28,20	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
122	0,00	40,20	0,00	0,00	40,20	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
123	0,00	51,60	0,00	0,00	51,60	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
124	0,00	53,40	0,00	0,00	53,40	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
125	0,00	53,10	0,00	0,00	53,10	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
126	0,00	56,60	0,00	0,00	56,60	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
127	0,00	52,10	0,00	0,00	52,10	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
128	0,00	69,00	0,00	0,00	69,00	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
129	0,00	64,80	0,00	0,00	64,80	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
130	0,00	54,00	0,00	0,00	54,00	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
131	0,00	50,70	0,00	0,00	50,70	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
132	11,90	37,10	11,90	0,00	25,20	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
133	0,00	37,00	0,00	0,00	37,00	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
134	13,70	24,20	13,70	0,00	10,50	/	0,00	0,00	/	/	/	/	0	0	/	
135	52,00	8,70	8,70	43,30	0,00	(10,50 (32,80	0,00	0,00	(P134 (P133	/	/	(25 (50	10,5	262,5	(32,80	(1640
136	90,90	1,60	1,60	89,30	0,00	(4,20 (25,20 (50,70 (9,20	0,00	0,00	(P133 (P132 (P131 (P130	/	/	(75 (100 (125 (150	0	0	(4,20 (25,20 (50,70 (9,20	(315 (2520 (6337,5 (1380
137	66,70	3,30	3,30	63,40	0,00	(44,80 (18,60	0,00	0,00	(P130 (P129	/	/	(175 (200	0	0	(44,80 (18,60	(7840 (3720
138	34,70	17,00	17,00	17,70	0,00	(17,70	0,00	0,00	(P129	/	/	(225	0	0	(17,70	(3982,5
139	33,20	8,80	8,80	24,40	0,00	(24,40	0,00	0,00	(P129	/	/	(250	0	0	(24,40	(6100
140	30,10	18,20	18,20	11,90	0,00	(2,50 (4,10 (5,30	0,00	0,00	(P128 (P129 (P141	/	/	(300 (275 (25	5,3	132,5	(2,50 (4,10	(750 (1127,5

141	15,20	20,50	15,20	0,00	5,30	/	0,00	0,00	/	/	/		0	0	/	
142	35,00	16,30	16,30	18,70	0,00	(18,70	0,00	0,00	(P128	/	/	(350	0	0	(18,70	(6545
143	60,10	20,40	20,40	39,70	0,00	(39,70	0,00	0,00	(P128	/	/	(375	0	0	(39,70	(14887,5
144	68,00	40,10	40,10	27,90	0,00	(8,10 (19,80	0,00	0,00	(P128 (P127	/	/	(400 (425	0	0	(8,10 (19,80	(3240 (8415
145	44,30	33,60	33,60	10,70	0,00	(10,70	0,00	0,00	(P127	/	/	(450	0	0	(10,70	(4815
146	39,80	25,00	25,00	14,80	0,00	(14,80	0,00	0,00	(P127	/	/	(475	0	0	(14,80	(7030
147	51,10	15,40	15,40	35,70	0,00	(6,80 (28,90	0,00	0,00	(P127 (P126	/	/	(500 (525	0	0	(6,80 (28,90	(3400 (15172,5
148	61,40	10,00	10,00	51,40	0,00	(27,70 (23,70	0,00	0,00	(P126 (P125	/	/	(550 (575	0	0	(27,70 (23,70	(14542,5 (13627,5
149	78,50	3,50	3,50	75,00	0,00	(29,40 (45,60	0,00	0,00	(P125 (P124	/	/	(600 (625	0	0	(29,40 (45,60	(17640 (28500
150	186,70	1,50	1,50	185,20	0,00	(7,80 (51,60 (40,20 (39,00 (46,60	0,00	0,00	(P124 (P123 (P122 (P114 (P113	/	/	(650 (675 (700 (900 (925	0	0	(7,80 (51,60 (40,20 (49,00 (36,60	(5070 (34830 (28140 (44100 (33855
151	139,80	0,80	0,80	139,00	0,00	(27,70 (82,50 (28,80	0,00	0,00	(P113 (P112 (P111	/	/	(950 (975 (987,27	0	0	(37,70 (82,50 (18,80	(35815 (80437,5 (18560,676
Tot	**3210,50**	**18567,9**	**448,90**	**2761,6**	**18119**	**2761,6**	**0**	**15357,40**	/	/	/	**144421,54**	**94,40**	**2360**	**18024,60**	27423468,57

CHAPITRE 7: ASSAINISSEMENT

01-Introduction

L'assainissement routier constitue une composante essentielle dans la conception et la réalisation de l'infrastructure routière. Il regroupe l'ensemble des dispositifs et ouvrages permettant d'assurer la collecte, la canalisation, le traitement, voire l'évacuation des eaux pluviales et parfois usées, afin de protéger la chaussée, les usagers ; ainsi que l'environnement avoisinant.

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

a) Pour les chaussées

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

b) Pour les talus

- La dégradation végétative.
- Le ravinement.
- la déformation ou affaissement du talus.

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

02- Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit atteindre les objectifs suivants

- protéger la chaussée contre les infiltrations d'eau qui peuvent dégrader sa structure (déformation, fissuration, affaissement).
- Coûts d'entretien réduits.
- S'assurer que les eaux d'infiltration sont évacuées par les chaussées.
- Maintenir une bonne condition de viabilité.
- S'assurer que les eaux d'infiltration sont évacuées par les chaussées. (Risque d'effets sous-jacents de ramollissement et de gel du sol)
- Eviter les problèmes d'érosion.
- Evacuation de l'eau qui s'infiltre dans le sol sous la plate-forme (réduit l'importance de la plate-forme et le risque d'effets de gel).

03- Types de dispositif d'assainissement

- Dispositif d'évacuation : leur rôle est de recueillir les eaux de ruissellement sur la chaussée et ses abords, par des fossés, caniveaux, bordures, avaloirs, grilles. cunettes.
- Dispositif d'infiltration ou de traitement : ils permettent soit d'infiltrer les eaux dans le sol, soit de traiter les eaux polluées avant rejet. exp (noues végétalismes, puits d'infiltration,…)
- Dispositif d'évacuation : ils servent à transporter les eaux collectées vers un rejet ou un ouvrage

04- Assainissement de la chaussée

L'assainissement de la chaussée regroupe l'ensemble des dispositifs et techniques mis en œuvre pour évacuer efficacement les eaux pluviales (ou de ruissellement) afin de protéger la structure de la route et garantir la sécurité des usagers.

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).

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.

a)Fossé de pieds du talus de déblai

Les fossés de pieds de talus de déblai sont des fossés situés à la basse des talus issus de travaux de déblai (excavation de terrain), le long d'une route.

Ils ont pour rôle de collecter et évacuer les eaux de ruissellement provenant de la surface de la route, du versant naturel, ou du talus lui-même, la pente en profil en long dépasse les 3 %.

b) Fossé de crête de déblai

Ce type de fossé, généralement construit en béton, est mis en place au sommet d'un déblai lorsque le terrain naturel présente une pente dirigée vers l'infrastructure routière. Il sert à canaliser les eaux pluviales pour prévenir les phénomènes d'érosion affectant les talus et empêcher l'infiltration de ces eaux vers la plate-forme.

c)Fossé de pied de talus de remblai

Réalisé en matériaux adaptés (terre ou béton selon le débit attendu), ce dispositif est positionné en contrebas du remblai, dans les zones ou les terrains avoisinants s'écoulent vers la voie. Il a pour fonction de recueillir les eaux et de faciliter leur évacuation à travers des conduites appelées descentes.

d) Drain

Le drainage longitudinal de la chaussée est réalisé à l'aide d'une tranchée filtrante, positionnée en bordure de route, elle est remplie de matériaux granulaires et contient en son centre un tuyau en plastique perforé sur sa partie supérieure, d'un diamètre de 150mm. Ce dispositif est situé sous le fossé en forme trapézoïdale, en limite des accotements.

Les eaux infiltrées sont dirigées vers des regards, puis acheminées jusqu'aux exutoires.

e)Descentes d'eau

Dans les zones en remblai ou la hauteur dépasse 2,50m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Leur espacement dépend de la pente longitudinale : environ tous les 50m pour une pente > 1% et entre 30 et 40m si la pente est inférieure à 1%.

5- Définition des termes hydraulique

a)Bassin versant

Un bassin versant est une zone géographique délimités par des lignes de partage des eaux, ou toutes les précipitations ruissellent vers un point bas appelé éxutoire.il représente la surface ou l'eau de pluie est collectée naturellement, nécessitant une gestion hydraulique pour son évacuation.

b) Collecteur principal (canalisation):

C'est la Conduite principale du réseau d'évacuation, destinée à recueillir les eaux provenant des canalisations secondaires ou usées, vers les exutoires ou stations de traitement.

c)Chambre de visite (cheminée):

Appelée aussi cheminée d'accès, est une structure verticale généralement en béton ou en matériau préfabriqué, installée sur les réseaux d'assainissement (eaux usées ou pluviales) .

Elle est placée à des points stratégiques, comme les changements de direction, de pente, de diamètre ou aux jonctions de conduites.

d) Sacs

Ces ouvrages sont implantés en tête des canalisations pour permettre l'introduction des eaux pluviales superficielles. Ils sont fréquemment équipés d'un dépotoir intégré, destiné à retenir des déchets solides et sédiments entrainés par le ruissellement.

e)Fossés de crêtes

Sont de petits caniveaux aménagés en haut des talus ou remblai, servant à collecter et évacuer les eaux pluviales en amont afin de prévenir l'érosion et assurer la stabilité des infrastructures routières.

f) Décente d'eau : est un aménagement qui permet d'évacuer les eaux de ruissellement d'un talus.

g) Les regards

Sont de structures enterrées, généralement rn béton, permettant l'accès, l'inspection, l'entretient et le raccordement des réseaux souterrains (eau usées, eaux pluviales, câbles). Ils facilitent le contrôle du bon fonctionnement des ouvrages d'assainissement et d'infrastructure.

06- Entretien et exploitation des ouvrages

Désignent l'ensemble des actions technique et organisationnelles visant à maintenir en bon état de fonctionnement les infrastructures (routes, pont, réseaux d'assainissement, etc.).

Diamètre minimum des ouvrages hydrauliques pour les routes à 2 ou 3 voies, le diamètre peut être réduit à 600mm si les conditions d'exploitation sont garanties. Cette dimension doit être la capacité de maintien du manager.

07- Aperçu hydrographique de projet

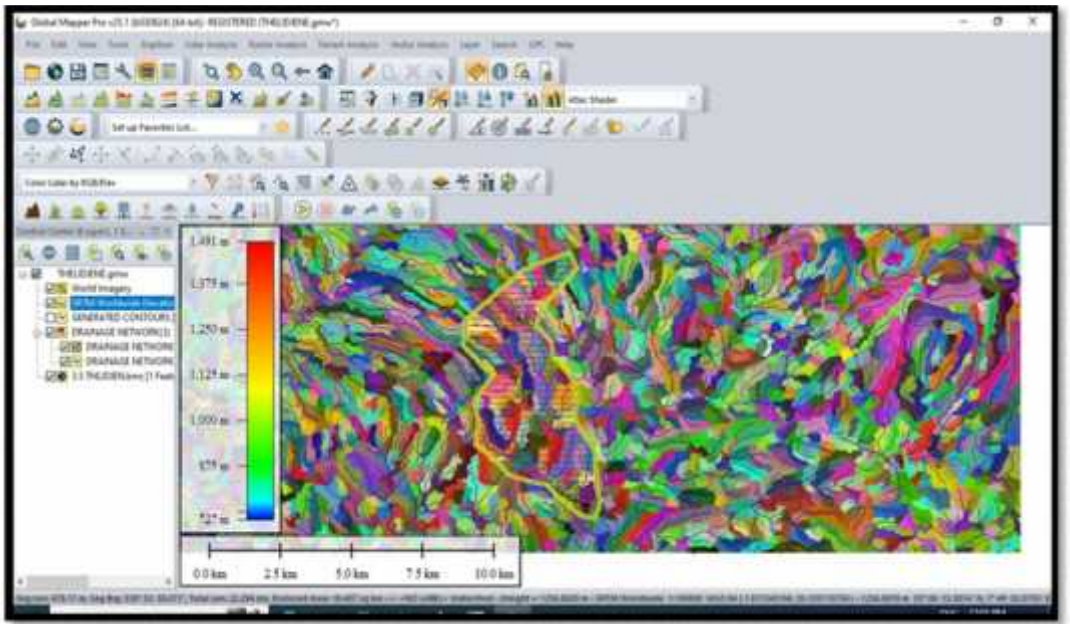
La section d'étude (CC N°573) est traversée par un réseau hydrographique constitué de plusieurs Chaabats à écoulement torrentiel temporaire.

Les bassins versants alimentant ces Chaabats présentent une morphologie marquée par des pentes prononcées en amont et un relief relativement plate en aval. Ces bassins sont majoritairement occupés par des terres de pâturage, des zones agricoles ainsi quelques secteurs hydro morphes.

08- Détermination de la caractéristique morphologique de bassin versants

Le tracée de la future route a été réalisé à l'aide des cartes issues du système **SRTM (Shuttle Radar Topographié Mission)**.permettant une analyse précise de la morphologie des bassins versants traversés, longueurs et pente – sont déterminées à l'aide du logiciel **Globale Mapper**.

Figure 7-1: Carte hydrologie du bassin versant du la commune de Thledjene.



09- Choix de la période de retour (Texte inspire de document setra guide technique de l'assainissement router (Octobre 2006)

09-1- La période de retour

C'est la période au cours de laquelle un évènement pluvieux n'a la probabilité de se reproduire qu'une seul fois.

Sa détermination tient compte de 2 considérations essentielles:

-La fréquence des débordements à limiter, car ils provoqueraient la ruine trop rapide des ouvrages et de la route, causant du même coup des nuisances au riverains et aux usagers de la route.

- Les couts d'investissement qui deviennent prohibitifs et sans justification pour des fréquences trop espacées, en dehors du cas de quelques ouvrages importants.

09-02-Pluies à prendre en compte

Comme précisé ci-dessus et en toute rigueur, ce choix devrait, dans chaque cas, faire l'objet d'une analyse mettant en regard le cout d'investissement du réseau ou de l'ouvrage de rétablissement avec les conséquences d'un débordement pour l'usager, les riverains et les ouvrages routiers.

On peut cependant recommander d'adopter dans le cas général les valeurs suivantes de période de retour (inverse de la fréquence):

- **Sous autoroutes : 100 ans quel que soit la taille du bassin versant;**

- **Sous routes ou rétablissements de communications**

100 ans, 50 ans, voire 25 ans pour les bassins dont les crues seraient limitées dans le temps et moyennant une incidence du débordement faible, voire nulle selon les cas ;

Routes et autoroutes en zone inondable : le calage de l'infrastructure doit prendre en compte les enjeux liés à la zone inondable.

Pour notre cas nous optons pour une période de retour et 25 ans

09-03- Précipitation journalière

Les précipitations journalières ont été déterminées à partir des valeurs maximales enregistrées à la station météorologique de Tébessa.

Par la loi de Gumbel, une régression linéaire a été effectuée, et de cette manière, il est possible de déterminer la précipitation journalière pour chaque période de retour souhaité.

Le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus :

Station de Tébessa (code 60475): Les données s'étendent de 1987 à 2023.

Tableau 7-1: Précipitations journalières maximales à la station de Tébessa.

T [années]	PJ [mm/jour]
10	124,251
25	157,00
100	207,784
500	267,137

09-04- Détermination des débits de crue

Pour les bassins versants d'une superficie inférieure à 200 Km², les débits de crue sont détermines à l'aide de la méthode rationnelle, dont l'expression courante est donnée par la formule :

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

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

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

C : Coefficient de ruissellement.

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

A : Superficie du bassin versant (en km²).

- **Loi intensité – durée – fréquence**

Un certain nombre d'études de synthèse ont été faites par l'I.N.R.H. Pour un fréquence de retour décennale.

La loi intensité - durée est de la forme :

$$I_t = I_{1h} x t_c^{b-1}$$

I_t : intensité de la pluie de durée et de fréquence déterminée

I_{1h}: intensité de la pluie de durée 1heure et de la même fréquence

t_c:temps de concentration en heures

b: coefficient spécifique de la zone climatique.

Pour une fréquence décennale les averses de durée **24 heures** proposées pour chacune des zones climatiques sont données dans le tableau suivant:

Tableau 7-2: Averses de fréquence de canal pour chacune des zones

Zone climatique	**Averses de fréquence de cennale**	
	H 24 (mm)	**I 1 (mm/h)**
Littorale 0,30	90	35
Atlas tellien 0,24	60	29

I_{1h} :**29 mm/h**

Zone climatique : Atlas tellien **0,24**

On prend I_{1h} :**50 mm/h** (Cas averses de Mai 2023)

09-05- Le coefficient de ruissellement

Le Coefficient de ruissellement se calcul à l'aide de la formule suivante : **C = C1 + C2 + C3**

C1 dépend de la pente de talweg **P**

Pente	Valeurs C1		
P < 3,5 %	**0,01**	**0,03**	**0,05**
3,5 % < P < 11 %	**0,06**	**0,08**	**0,10**
11 % < P < 35 %	**0,17**	**0,16**	**0,20**
P > 35 %	**0,22**	**0,26**	**0,30**

C2 et C3: sont influencés par d'autres facteurs hydrologiques et topographiques (à préciser selon le contexte).

C2 dépend de la nature du sol

Nature du Sol	Valeurs C2		
Imperméable	0,22	0,26	0,30
Peu perméable	0,10	0,15	0,20
Perméable	0,06	0,08	0,10
Très perméable	0,03	0,04	0,05

C3 dépend de la couverture végétale

Couverture Végétale	Valeurs C3		
Rocheux	0,22	0,26	0,30
Prairie	0,17	0,21	0,25
Labours – champs	0,07	0,11	0,15
Forêts et territoire sableux	0,03	0,04	0,05

- **Temps de concentration**

L'application de la méthode rationnelle pour le calcul des débits de crue nécessite la connaissance des caractéristiques géométriques et du temps de concentration de chaque bassin versant.

Pourdéterminerledébitmaximalàenvisagerpourunouvrageavecunepériodederetourdonnée,il est convenudeconsidérerl'averselaplusdéfavorablequipuissealimenterlebassind'apportaveclamême

périodederetour.Onadmetgénéralementqu'ils'agitdel'aversededuréégaleautempsdeconcentrationdu bassin versant.

Le temps de concentration est le temps nécessaire aux précipitations tombées au point le plus éloigné du bassin versant par rapport à l'exécutoire pour atteindre ce dernier.

Le temps de concentration est calculé à l'aide de la formule de **GIANDOTTI**

$$t_c = \frac{4 \times A^{0,5} + 1,5 \times L}{0,5 \times h^{0,5}}$$

tc: temps de concentration (en heures)

A : superficie du bassin versant (en km²)

L: longueur de thalweg (en km)

H:altitude moyenne du bassin versant par rapport à l'exécutoire (en m). En première

Approximation, elle peut être assimilée à la moitié de la dénivelée.

Tableau 7-3: méthodes du calcul para port la surface

Formules	S<1 km²	1 km²<S<10 km²	S>10 km²
Mac-Math	Oui	-	-
Bürkli-Ziegler	Oui	Oui	-
Rationnelle	Oui	Oui	-
Mallet-Gauthier	-	-	Oui
Fuller II	-	-	Oui
Hazan Lazarevic	-	-	Oui
Débit retenu	Max	Max	Moyenne

10- Calcul hydrauliques

Calcul Du Temps De Concentration										
BV N°	***Surface***	***L***	***DH***	***P***	***Tc** (min)*					
	km²	***Km***	***M***	***%***	***Kirpich***	***Californienne***	***Espagnole***	***Turazza***	***Ventura***	***Adopté***
07	16,98	10,63	250	2,352	104,11	227,80	228,67	238,38	205,07	**200,81**

09	11,20	8,32	210	2,524	83,89	183,57	186,79	184,64	160,77	**159,93**

FORMULE DE KIRPICH

$$Tc = 0.0195 * L^{0.77} * P^{-0.385}$$

Tc – temps de concentration en minute
L distance en m entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin
P = pente moyenne en m/m

FORMULE CALIFORNIENNE

$$Tc = 60 * 0.1452 * (L / P^{0.5})^{0.77}$$

Tc – temps de concentration en minute
L = distance en km entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin
P – pente moyenne en m/m

FORMULE TURAZZA

$$Tc = 60 * 0.108 * (S * L)^{0.333} * P^{-0.5}$$

Tc – temps de concentration en minute
S = surface du bassin versant en km2
L – distance en km entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin
P – pente moyenne en m/m

FORMULE ESPAGNOLE

$$Tc = 60 * 0.3 * (L / P^{0.25})^{0.75}$$

Tc temps de concentration en minute
L = distance en km entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin
P – pente moyenne en m/m

Tableau 7-4: méthode du calcul débit des évacuer.

FORMULE DE HAZAN LAZARAVIC

$$Q_{(t)} = k1 \times S^{k2} = 9,390 \times 16,98^{0,742} = 76,70 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{T1} = \frac{1 + a \times \log(T1)}{1 + a \times \log(T2)} \times Q_{T2} = \frac{1+1 \times \log(100)}{1+1 \times \log(1000)} \times 76,53 = 57,53 \text{ m}^3/\text{s}$$

N° B.V	*AIRE km2*	*L km*	*Coéff k1*	*Coéff k2*	*Coéff a*	*Q1000 m3/s*	*Q100 m3/s*	*Q1O m3/s*
1	16,98	10,63	9,380	0,742	1,00	76,70	57,53	**38,35**
2	11,20	8,32	9,380	0,742	1,00	56,33	42,25	**28,16**

Q (t) = débit à évacuer en m3/s de récurrence 1000 ans.
S – surface du B.V. en km².
QT = débit de pointe en m3/s de récurrence T (T1=100 ans, T2=1000 ans)
a = Coefficient variant de 0,8 à 3,5 en fonction de la pluviosité

LES BVS	surface km²	pente moy%	Zmax	Zmin	LONG THALWEG	PK
BV1	1.52	1,65%	1040,00	988,00	3150,00	**000+805**
BV2	1.52	1,64%	1040,00	988,00	3170,00	**000+880**
BV3	0,06	0,61%	985,00	984,00	165,00	**001+200**
BV4	EQ	EQ	EQ	EQ	EQ	**001+440**
BV5	EQ	EQ	EQ	EQ	EQ	**001+540**
BV6	EQ	EQ	EQ	EQ	EQ	**002+015**
BV7	16,98	2,352%	1 230,00	980,00	10630,00	**002+125**
BV8	EQ	EQ	EQ	EQ	EQ	**002+290**
BV9	11,20	2,524%	1 140,00	977,00	8320,00	**002+415**
BV10	EQ	EQ	EQ	EQ	EQ	**002+560**
BV11	EQ	EQ	EQ	EQ	EQ	**003+125**

10-1- Dimensionnement des ouvrages hydrauliques

Le tableau suivant montre un résumé des résultats obtenus pour drainer adéquatement la route:

LES BVS	*COEF DE RUISSELEMENT*	*TEMP DE CONCENTRATION h*	*INTENSITE mm/h*	*DEBIT DE CRUE m3/s*	*PENTE DE POSE %*	*OUVRAGE HYDRAULIQUE NECESSAIRE*	*DEBIT CAPABLE m3/s*	*PK*
BV1	*0,35*	*3,79*	*50*	*2.69*	*1,00%*	*3Ø1000*	*3,696*	*00+805*
BV2	*0,35*	*3,80*	*50*	*2.68*	*1,00%*	*3Ø1000*	*3,696*	*00+880*
BV3	*0,35*	*3,47*	*50*	*1.68*	*1,00%*	*2Ø1000*	*2,464*	*01+200*
BV4	*0,35*	*EQ*	*50*	*EQ*	*1,00%*	*1Ø1000*	*1,232*	*01+440*
BV5	*0,35*	*EQ*	*50*	*EQ*	*1,00%*	*2Ø1000*	*2,464*	*01+540*
BV6	*0,35*	*EQ*	*50*	*EQ*	*1,00%*	*1Ø1000*	*1,232*	*02+015*
BV7	*0,35*	*5,39*	*50*	*37,94*	*1,00%*	*3(4x2)*	*45,36*	*02+125*
BV8	*0,35*	*EQ*	*50*	*EQ*	*1,00%*	*3Ø1000*	*3,696*	*02+290*

BV9	0,35	5,36	50	28,65	1,00%	2(4x2)	30,24	02+415
BV10	0,35	EQ	50	EQ	1,00%	1Ø1000	1,232	02+560
BV11	0,35	EQ	50	EQ	1,00%	1Ø1000	1,232	03+125

10-02- Détermination des débits capables pour buses

Les débits capables des ouvrages sont donnés par les débits qui correspondent aux débits critiques détermines par la formule de **Delorme** (Annales des ponts et chaussées - Novembre 1959).

- **Pour buses**

$$Q_C = 2{,}80 \cdot R \cdot D^{1,5} \cdot 0{,}88 \qquad Q_C = 2{,}80 \cdot 0{,}5 \cdot 1^{1,5} \cdot 0{,}88 = 1{,}232 m^{3/s}$$

Qc : Débit critique évacué en m^3/s.

R : Rayon intérieur des buses en m.

D : Diamètre de la buse en m.

- **Pour Dalot /OA**
-

$$Qc = 1{,}50 \cdot L \cdot H^{3/2}$$

Qc : Débit critique évacué en m^3/s.

R : Rayon intérieur des buses en m.

L : Ouverture droite des dalots en m.

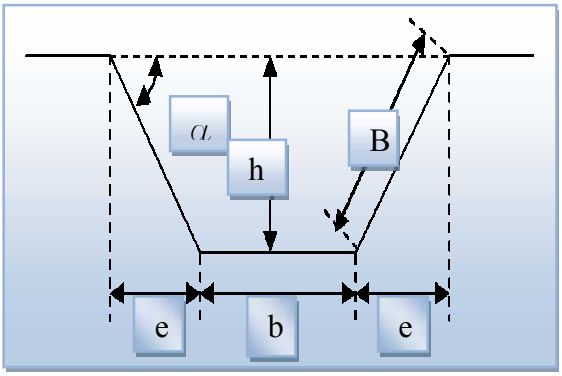
H : Hauteur des piédroits sous dalles pour les dalots en m.

10-03- Assainissement longitudinal : Le profil en travers hypothétique de fossés est donné dans la figure ci-dessous avec:

- Sm: surface mouillée. U : périmètre mouillé.

- R: rayon hydraulique R = Sm /U P: pente du talus P =1/n.

La section mouillée:



S_m=bh+2(eh/2).

Avec : tgα=h/e=1/n, d'où: e=n.h

S_m= $bh+nh^2$ $\Rightarrow S_m = h.(b+nh)$.

Le périmètre mouillé:

P_m= b+ 2.B

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

Pm = b + 2 h.$\sqrt{1+n^2}$

Le Rayon hydraulique:

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

Les dimensions des fossés:

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation.

$Q_a = Q_s = F(h)$ et calcul se fera par itération.

$Q_a = Q_s = K_{st} . j^{1/2} . Sm . Rh^{2/3}$

Donc: $Qa = Qs = (Kst.j^{1/2}).h.(b + n.h).\left[\frac{h.(b+n.h)}{b+2h\sqrt{1+n^2}}\right]^{2/3}$

11- Application au projet

Dimensionnement des fossés:

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

Pour le dimensionnement des fossés on prend un temps de concentration égale à 20 min. Alors tc= 0.33h. Et une période de retour de 10ans, I=92.89mm/h.

Le débit rapporté par la chaussée, de l'accotement et du talus est pris pour un cas défavorable.

La surface de bassin versant: on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 100m en calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total. Une largeur de talus : été prise défavorable égale (10m).

Donc: Qa = Qc + QA + Qt

Qc = K.I.Cc.Ac

QA = K.I.CA.AA

Qt = K.I.Ct.At

Avec:

Qc: débit rapport par la chaussée.

QA : débit rapport par l'accotement.

Qt: débit rapport par le talus.

Cc: coefficient de ruissellement de la chaussée.

CA: coefficient de ruissellement de l'accotement.

Ct: coefficient de ruissellement du talus.

Ac: surface de la chaussée.

AA: surface de l'accotement.

At: surface du talus.

- Calcul de surface:

Surface de la chaussée

Ac = 5×100.10^{-4} =0,05ha

Surface de l'accotement

AA = 1.5×100.10^{-4} =0,015 ha

- surface du talus

At = 3×100.10^{-4} =0,03 ha

- Calcul du débit:

Qc = 2,778 x 0, 9 x 11,54 x 0, 05 = 1.44m3/s

QA=2,778x 0, 4 x 11,54x 0, 015 = 0.19 m3/s

QT =2,778 x 0, 3 x 11,54x 0,03 = 0.29m3/s

D'où : Qa= QA + Q t+ Qc =**1.92** m3/s

On a $Qa = Qs = (Kst.i^{0.5}).h.(b + n.h).\left[\frac{h.(b+n.h)}{b+2h\sqrt{1+n^2}}\right]^{2/3}$

Avec:

Qa = 1.92$m^{3/s}$

Kst = 30

i= 0.5 % = 0.005

h =?

b = 0.50 m

n =1.5

D'après le calcul itérative: h = 0.48m **On adopté pour h=0.50 m**

CHAPITRE 8 : AMENAGEMENT DES CARREFOURS

01-Introduction

Un carrefour est une zone où se rencontrent deux ou plusieurs voies publiques. Plus précisément, il s'agit d'un croisement routier comportant des intersections.

Les carrefours sont des points critiques dans le réseau routier, représentant des zones où se produisent environ 50% des accidents en milieu urbain et 20% hors agglomération.

L'urbanisation croissante et l'augmentation incessante du trafic posent des défis

Significatifs en matière de gestion des intersections routières, en particulier celles à haute circulation. Ces carrefours deviennent les épicentres complexes où se rencontrent la mobilité incessante et les impératifs de sécurité. Ainsi, concevoir des aménagements efficaces pour ces points nodaux devient impératif, nécessitant une approche méticuleuse afin de concilier fluidité du trafic, sécurité routière, et considérations environnementales.

Les règles principales de conception sont:

- La visibilité;
- La lisibilité;
- La capacité;
- La sécurité;
- L'esthétique.

02-Les différents types des carrefours

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

a- Carrefour à trois branches (en T)

C'est un carrefour à trois branches, également appelé carrefour en T, est une intersection entre une route principale et une route secondaire qui se présente sous la forme de la lettre « T ».

b- Carrefour à trois branches (en Y)

Est une intersection à trios branches formant un angle aigu, facilitant la continuité de trafic avec une bonne visibilité et signalisation (s'éloignant de la normale de plus 20°).

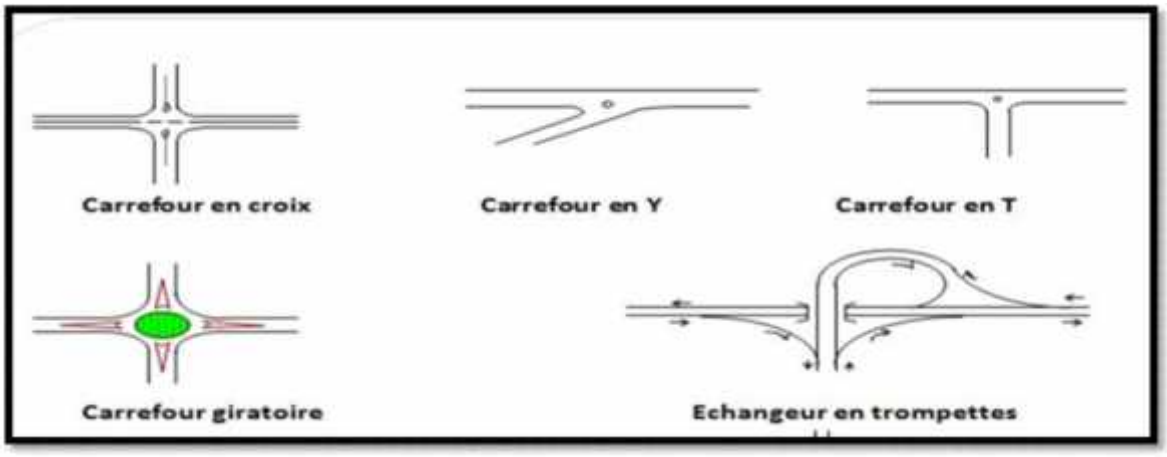
c- Carrefour a quatre branches (en croix)

Le carrefour à quatre branches, dit en croix, est une intersection ou deux routes se coupent perpendiculairement, il est fréquent en milieu urbain et nécessite une gestion précise du trafic pour éviter les conflits flux.

d-Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire

Le carrefour giratoire est une intersection circulaire ou la circulation s'effectue autour d'un ilot central, avec priorité aux véhicules déjà engagés.il permet d'améliorer la fluidité du trafic et de réduire les conflits et les vitesses à l'intersection.

Figure 8 -1 : Différents types des carrefours



03- Données utiles à l'aménagement d'un carrefour

L'aménagement d'un carrefour nécessite la collecte et l'analyse de plusieurs types de données techniques, géométriques, et fonctionnelles, notamment :

- Les données de circulations : volume de trafic, répartition du trafic par type de véhicule, taux de saturation des branches, vitesse pratiquée et souhaitée, origine-destination des flux.
- Données de sécurité routière : statistique d'accidents (localisation, gravité, causes), visibilité, éclairage, signalisation existante.
- Données géométrique et topographiques : plan topographique, altimétrie et pente naturelles.
- Données environnementales et contextuelles : présence d'écoles, hôpitaux, zones résidentielles.
- Données réglementaires et normatives : normes de conception, prescription du code de la route
- Données d'usages et de mobilité douce : flux piétons et cyclistes, arrêts de transport.

04-Principes généraux de l'aménagement des carrefours

Les grands principes son les suivants :

- Sécurité routière : réduction des conflits entre les usagers, amélioration de la visibilité, réduction des vitesses par conception géométrique adaptée.
- Lisibilité et simplicité : conception claire du carrefour pour faciliter la compréhension des priorités, signalisation, minimiser les décisions complexes pour les conducteurs.

- Hiérarchisation du réseau : respect de la hiérarchie des voies, donner la priorité aux axes les plus charges ou structurants.
- Optimisation des performances : améliorer la capacité du carrefour, adapter la géométrie.
- Accessibilité pour tous : aménagements pour piétons, intégration des postes cyclables.
- Intégration urbaine et environnementale : adapter l'aménagement, prévoir l'évacuation des eaux pluviales, l'éclairage, et le mobilier urbain. .
- Souplesse d'évolution : prévoir un aménagement modifiable à long terme selon les évolutions de trafic ou d'urbanisme.

4-01- La visibilité

Elle est essentielle pour garantir la sécurité et le confort de conduite, surtout les zones sensibles comme les carrefours, les virages, les rampes et les sommets cote. On distingue généralement :

- La visibilité en courbe ou en sommet de cote : assurée par le profil en long et en travers.
- La visibilité de croisement : distance permettant à deux véhicules venant en sens opposé.
- La visibilité de distance d'arrêt : distance minimale permettant à un conducteur d'apercevoir un obstacle et de s'arrêter à temps.

04-02-Données de base

- Données de trafic routier et données géométriques et topographiques.
- Données fonctionnelles et conteste urbanistique et environnemental. .
- Données techniques complémentaires.

D'après le B40 :

A = 2.5m (distance entre l'œil de conducteur et la ligne d'arrêt).

04-03-triangle de visibilité

C'est une zone délimitée par :

- L'axe de la voie prioritaire, l'axe de voir secondaire.
- Et deux distance réglementaires définies en fonction de la vitesse maximale autorisée sur chaque voie (visibilité directe).

04-04- Les îlots

Les îlots, aménagés sur les bras secondaires des carrefours pour séparer les directions de circulation ou aussi de limiter le nombre de voies, ont des éléments dimensionnement précis lorsqu'il s'agit d'ilots séparateurs. Les principaux sont : le décalage de **1m** entre la tête de l'ilot (coté route secondaire) et la limite de la chaussée de la route principale; un décalage latéral de 1 m à gauche de

l'axe da la route secondaire ; un rayon en tête compris entre 0,5 m et 1 m ; et une longueur variant de 15 m à 30m**.**

04-05- Ilots directionnel

Les ilots directionnels ont pour rôle de délimiter les voies d'entrée et de sortie. Leur extrémité avant, appelée « nez », est en saillie et doit être conçue avec un arrondi dont le rayon varie entre **0,5m** et **1m**.

04-06- Les couloirs d'entrée et de sortie

La longueur de couloirs varie selon l'accotement dérasé : elle est de **4m** pour un accotement de **1,5m**, et de **5m** pour un accotement de **0,5m**.

05-Notre projet

Les carrefours dans un notre projet des intersections simples a trois branches(en Y) aménagé

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Ce projet de fin d'études a constitué une opportunité pratique pour appliquer les connaissances théoriques et techniques acquises dans le cadre du master en travaux publique, spécialité voie et ouvrage d'art.

Ce m'à permis aussi de confronter les défis techniques et administratifs inhérents aux projets d'infrastructure routiers. Tout en offrant une compréhension globale de cycle de vie des projets de travaux public - notamment routiers. Ceci s'est accompagné d'une maitrise des outils logiciels spécialisés (PISTE, COVADIS, l'AUTOCAD) et de l'exploitation des technologies émergentes dans le domaine.

Les exigences normatives ont été rigoureusement respectées grâce à l'application intégrale des spécifications, directives et recommandations techniques relatives au génie routier, afin de surmonter les contraintes terrain. Ce travail a priorisé un double référentiel de conception :

- Garantir la sécurité des usagers de la route.
- Assure l'efficience économique et la durabilité environnementale, incluant l'évaluation des impacts écologiques du projet.

Cette étude représente une transition essentielle vers l'intégration professionnelle, consolidant les compétences analytiques et opérationnelles requises pour l'exercice de l'ingénierie routière selon les standards internationaux.

Bibliographie

[1] Aménagement des routes principales. Recommandations techniques pour la conception générale. et la géométrie de la route, Guide technique, ARP-SETRA (1994).

[2] Assainissement Routier, Guide Technique SETRA- LCPC (2006).

[3] (B40 Normes technique d'aménagement des routes, Algérie, octobre 1977.).

[4] Catalogue des structures types de chaussée neuves. SETRA-LCPC (1977).

[5] Catalogue de dimensionnement des chaussée neuves (fascicule 1,2 et3). CTTP (2001).

[6] Cours du mouvement des véhicules Génie civil 3 ^{eme} année licence travaux publiques U.Tébessé 2024-2025.

[7] Cours Aménagement des carrefours Génie civil 3eme année licence travaux publiques U.Tébessé 2024-2025.

[8] Cours Caractéristiques géométriques des routes Génie civil 3eme année licence travaux publiques U.Tébessé 2024-2025.

[9] Cours géométriques routière Génie – Dr Mezhoudi

[10] Chadli Ahmed-Redha : Mémoire de fin d'étude Master Promotion 2020 Université Med Khider Biskra-2020.

[11] Google earth.

[12] LCPC ; SETRA. Réalisation des remblais et des couches de forme ; Guide technique fascicule 1et2. 2éme édition. Paris: Bagneux, juillet 2000.

[13] Serinai Zouheir et Redha Abdelmalek: Mémoire de fin d'étude Promotion 2009 Université Echaid echikh Larbi Tebessi – Tebessa.

ANNEXES

LISTING D'IMPLANTATION ET CALUL D'AXE

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gau	Droit	
P01	0.000	Droite 1	Pente 1	975.706	975.706	177.37	390747.812	3877588.877	-4.46	-4.46	-0.89
P02	25.000	Arc 1	Pente 1	975.389	975.483	185.76	390771.541	3877596.669	-7.00	-7.00	-0.89
P03	50.000	Arc 1	Pente 1	975.246	975.260	200.23	390796.336	3877599.409	-7.00	-7.00	-0.89
P04	75.000	Arc 1	Pente 1	975.089	975.038	214.69	390821.112	3877596.493	-7.00	-7.00	-0.89
P05	100.000	Arc 1	Pente 1	974.900	974.815	229.16	390844.592	3877588.069	-7.00	-7.00	-0.89
P06	125.000	Droite 2	Pente 1	974.594	974.592	232.25	390866.513	3877576.052	-2.25	-2.50	-0.89
P07	150.000	Droite 2	Pente 1	974.266	974.369	232.25	390888.372	3877563.921	2.50	-2.50	-0.89
P08	175.000	Droite 2	Pente 1	973.933	974.147	232.25	390910.232	3877551.790	2.50	-2.50	-0.89
P09	200.000	Droite 2	Parabole 1	973.569	973.915	232.25	390932.091	3877539.659	2.50	-2.50	-1.10
P10	225.000	Droite 2	Parabole 1	973.138	973.563	232.25	390953.951	3877527.528	2.50	-2.50	-1.72
P11	250.000	Droite 2	Parabole 1	972.648	973.054	232.25	390975.810	3877515.397	2.50	-2.50	-2.35
P12	275.000	Droite 2	Parabole 1	972.292	972.389	232.25	390997.670	3877503.266	2.50	-2.50	-2.97
P13	300.000	Droite 2	Parabole 1	971.359	971.568	232.25	391019.529	3877491.134	2.50	-2.50	-3.60
P14	325.000	Droite 2	Parabole 1	970.410	970.590	232.25	391041.389	3877479.003	2.50	-2.50	-4.22
P15	350.000	Droite 2	Pente 2	968.900	969.463	232.25	391063.248	3877466.872	2.50	-2.50	-4.66
P16	375.000	Arc 2	Pente 2	967.736	968.297	232.34	391085.107	3877454.740	2.50	-2.50	-4.66
P17	400.000	Arc 2	Parabole 2	966.649	967.153	233.40	391106.848	3877442.398	2.50	-2.50	-4.47
P18	425.000	Arc 2	Parabole 2	965.515	966.061	234.46	391128.380	3877429.696	2.50	-2.50	-4.26
P19	450.000	Arc 2	Parabole 2	964.360	965.020	235.52	391149.698	3877416.637	2.50	-2.50	-4.06
P20	475.000	Droite 3	Parabole 2	963.373	964.032	236.33	391170.801	3877403.234	2.50	-2.50	-3.85
P21	500.000	Droite 3	Parabole 2	962.401	963.096	236.33	391191.839	3877389.728	2.50	-2.50	-3.64
P22	525.000	Droite 3	Parabole 2	961.510	962.213	236.33	391212.877	3877376.223	2.50	-2.50	-3.43
P23	550.000	Droite 3	Parabole 2	960.747	961.381	236.33	391233.915	3877362.717	2.50	-2.50	-3.22
P24	575.000	Droite 3	Parabole 2	959.996	960.601	236.33	391254.953	3877349.211	2.50	-2.50	-3.01
P25	600.000	Droite 3	Parabole 2	959.231	959.873	236.33	391275.991	3877335.705	2.50	-2.50	-2.81
P26	625.000	Droite 3	Parabole 2	958.468	959.198	236.33	391297.029	3877322.200	2.50	-2.50	-2.60
P27	650.000	Droite 3	Parabole 2	957.811	958.574	236.33	391318.067	3877308.694	2.50	-2.50	-2.39
P28	675.000	Droite 3	Parabole 2	957.193	958.003	236.33	391339.105	3877295.188	2.50	-2.50	-2.18
P29	700.000	Droite 3	Parabole 2	956.654	957.484	236.33	391360.143	3877281.682	2.50	-2.50	-1.97
P30	725.000	Droite 3	Parabole 2	956.141	957.017	236.33	391381.181	3877268.177	2.50	-2.50	-1.76
P31	750.000	Arc 3	Parabole 2	955.707	956.601	236.60	391402.211	3877254.660	2.50	-2.50	-1.56
P32	775.000	Arc 3	Parabole 2	955.388	956.238	237.66	391423.078	3877240.891	2.50	-2.50	-1.35
P33	800.000	Arc 3	Parabole 2	955.215	955.927	238.72	391443.711	3877226.776	2.50	-2.50	-1.14
P34	804.664	Arc 3	Parabole 2	955.126	955.875	238.92	391447.535	3877224.104	2.50	-2.50	-1.10
P35	825.000	Arc 3	Parabole 2	954.745	955.669	239.79	391464.107	3877212.319	2.50	-2.50	-0.93
P36	850.000	Droite 4	Pente 3	954.536	955.452	240.18	391484.308	3877197.591	2.50	-2.50	-0.85
P37	875.000	Droite 4	Pente 3	954.110	955.240	240.18	391504.492	3877182.840	2.50	-2.50	-0.85
P38	887.437	Droite 4	Pente 3	953.615	955.135	240.18	391514.534	3877175.501	2.50	-2.50	-0.85
P39	900.000	Droite 4	Pente 3	953.944	955.028	240.18	391524.677	3877168.089	2.50	-2.50	-0.85
P40	925.000	Droite 4	Pente 3	953.865	954.816	240.18	391544.861	3877153.338	2.50	-2.50	-0.85
P41	950.000	Droite 4	Pente 3	953.797	954.604	240.18	391565.045	3877138.587	2.50	-2.50	-0.85
P42	975.000	Droite 4	Pente 3	953.624	954.392	240.18	391585.230	3877123.836	2.50	-2.50	-0.85
P43	1000.000	Droite 4	Parabole 3	953.458	954.176	240.18	391605.414	3877109.085	2.50	-2.50	-0.91
P44	1025.000	Droite 4	Parabole 3	953.281	953.937	240.18	391625.598	3877094.333	2.50	-2.50	-1.01
P45	1050.000	Droite 4	Pente 4	952.983	953.674	240.18	391645.783	3877079.582	2.50	-2.50	-1.08
P46	1075.000	Droite 4	Pente 4	952.652	953.403	240.18	391665.967	3877064.831	2.50	-2.50	-1.08
P47	1100.000	Droite 4	Pente 4	952.296	953.132	240.18	391686.151	3877050.080	2.50	-2.50	-1.08
P48	1125.000	Droite 4	Pente 4	951.964	952.861	240.18	391706.336	3877035.329	2.50	-2.50	-1.08
P49	1150.000	Droite 4	Pente 4	951.622	952.590	240.18	391726.520	3877020.578	2.50	-2.50	-1.08
P50	1175.000	Droite 4	Pente 4	951.258	952.319	240.18	391746.704	3877005.827	2.50	-2.50	-1.08

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pent
									Gau	Droit	long.
P51	1200.000		Pente 4	950.935	952.048	239.79	391766.911	3876991.107	2.50	-2.50	-1.08
P52	1225.000	Arc 4	Pente 4	950.673	951.777	238.99	391787.276	3876976.607	2.50	-2.50	-1.08
P53	1250.000	Arc 4	Pente 4	950.448	951.506	238.20	391807.821	3876962.363	2.50	-2.50	-1.08
P54	1275.000	Arc 4	Pente 4	950.152	951.235	237.40	391828.543	3876948.377	2.50	-2.50	-1.08
P55	1300.000	Arc 4	Pente 4	950.035	950.964	236.60	391849.438	3876934.651	2.50	-2.50	-1.08
P56	1325.000	Droite 5	Pente 4	949.922	950.693	236.53	391870.433	3876921.079	2.50	-2.50	-1.08
P57	1350.000	Droite 5	Pente 4	949.420	950.423	236.53	391891.429	3876907.509	2.50	-2.50	-1.08
P58	1375.000	Droite 5	Pente 4	949.106	950.152	236.53	391912.426	3876893.939	2.50	-2.50	-1.08
P59	1400.000	Droite 5	Pente 4	948.813	949.881	236.53	391933.422	3876880.368	2.50	-2.50	-1.08
P60	1425.000	Droite 5	Pente 4	948.727	949.610	236.53	391954.418	3876866.798	2.50	-2.50	-1.08
P61	1439.054	Droite 5	Pente 4	948.573	949.457	236.53	391966.221	3876859.169	2.50	-2.50	-1.08
P62	1450.000	Droite 5	Pente 4	948.394	949.339	236.53	391975.415	3876853.228	2.50	-2.50	-1.08
P63	1475.000	Droite 5	Parabole 4	948.003	949.068	236.53	391996.411	3876839.657	2.50	-2.50	-1.08
P64	1500.000	Droite 5	Parabole 4	947.831	948.802	236.53	392017.407	3876826.087	2.50	-2.50	-1.05
P65	1525.000	Droite 5	Parabole 4	947.617	948.543	236.53	392038.404	3876812.516	2.50	-2.50	-1.02
P66	1537.593	Droite 5	Parabole 4	947.516	948.415	236.53	392048.980	3876805.681	2.50	-2.50	-1.01
P67	1550.000	Droite 5	Parabole 4	947.403	948.290	236.53	392059.400	3876798.946	2.50	-2.50	-1.00
P68	1575.000	Droite 5	Parabole 4	947.225	948.045	236.53	392080.396	3876785.376	2.50	-2.50	-0.97
P69	1600.000	Droite 5	Parabole 4	946.977	947.807	236.53	392101.393	3876771.805	2.50	-2.50	-0.94
P70	1625.000	Droite 5	Parabole 4	946.789	947.575	236.53	392122.389	3876758.235	2.50	-2.50	-0.91
P71	1650.000	Arc 5	Parabole 4	946.640	947.351	237.08	392143.344	3876744.601	2.50	-2.50	-0.88
P72	1675.000	Arc 5	Parabole 4	946.388	947.133	237.88	392164.134	3876730.717	2.50	-2.50	-0.86
P73	1700.000	Arc 5	Parabole 4	945.948	946.923	238.68	392184.749	3876716.575	2.50	-2.50	-0.83
P74	1725.000	Arc 5	Parabole 4	945.761	946.719	239.47	392205.186	3876702.176	2.50	-2.50	-0.80
P75	1750.000	Arc 5	Parabole 4	945.588	946.522	240.27	392225.441	3876687.522	2.50	-2.50	-0.77
P76	1775.000	Arc 5	Parabole 4	945.380	946.333	241.06	392245.512	3876672.617	2.50	-2.50	-0.75
P77	1800.000	Arc 5	Parabole 4	945.127	946.150	241.86	392265.394	3876657.462	2.50	-2.50	-0.72
P78	1825.000	Droite 6	Parabole 4	944.832	945.974	241.96	392285.159	3876642.153	2.50	-2.50	-0.69
P79	1850.000	Droite 6	Parabole 4	944.553	945.805	241.96	392304.922	3876626.843	2.50	-2.50	-0.66
P80	1875.000	Droite 6	Parabole 4	944.241	945.643	241.96	392324.685	3876611.532	2.50	-2.50	-0.63
P81	1900.000	Droite 6	Parabole 4	943.885	945.488	241.96	392344.448	3876596.221	2.50	-2.50	-0.61
P82	1925.000	Droite 6	Parabole 4	943.626	945.340	241.96	392364.211	3876580.911	2.50	-2.50	-0.58
P83	1950.000	Droite 6	Parabole 4	943.426	945.199	241.96	392383.975	3876565.600	2.50	-2.50	-0.55
P84	1975.000	Droite 6	Parabole 4	943.169	945.065	241.96	392403.738	3876550.289	2.50	-2.50	-0.52
P85	2000.000	Droite 6	Parabole 4	943.086	944.937	241.96	392423.501	3876534.978	2.50	-2.50	-0.50
P86	2013.913	Droite 6	Parabole 4	942.969	944.870	241.96	392434.500	3876526.457	2.50	-2.50	-0.48
P87	2025.000	Droite 6	Parabole 4	943.011	944.817	241.96	392443.264	3876519.668	2.50	-2.50	-0.47
P88	2050.000	Droite 6	Parabole 4	942.946	944.704	241.96	392463.027	3876504.357	2.50	-2.50	-0.44
P89	2075.000	Droite 6	Parabole 4	942.747	944.597	241.96	392482.790	3876489.046	2.50	-2.50	-0.41
P90	2100.000	Droite 6	Parabole 4	942.606	944.498	241.96	392502.553	3876473.736	2.50	-2.50	-0.38
P91	2125.000	Arc 6	Parabole 4	942.406	944.405	240.91	392522.383	3876458.511	2.50	-2.50	-0.36
P92	2150.000	Arc 6	Parabole 4	942.512	944.320	238.92	392542.627	3876443.844	2.50	-2.50	-0.33
P93	2175.000	Arc 6	Parabole 4	942.429	944.241	236.93	392563.319	3876429.817	2.50	-2.50	-0.30
P94	2200.000	Arc 6	Parabole 4	942.437	944.169	234.94	392584.440	3876416.442	2.50	-2.50	-0.27
P95	2225.000	Arc 6	Parabole 4	942.394	944.105	232.95	392605.968	3876403.735	2.50	-2.50	-0.25
P96	2250.000	Arc 6	Parabole 4	942.405	944.047	230.96	392627.883	3876391.706	2.50	-2.50	-0.22
P97	2275.000	Arc 6	Parabole 4	942.273	943.996	228.97	392650.163	3876380.367	2.50	-2.50	-0.19
P98	2290.958	Droite 7	Parabole 4	942.187	943.967	228.67	392664.526	3876373.413	2.50	-2.50	-0.17
P99	2300.000	Droite 7	Parabole 4	942.239	943.952	228.67	392672.666	3876369.478	2.50	-0.92	-0.16
P100	2325.000	Droite 7	Parabole 4	942.156	943.915	228.67	392695.174	3876358.596	4.92	4.92	-0.13
P101	2350.000	Arc 7	Parabole 4	942.128	943.885	220.14	392718.106	3876348.704	7.00	7.00	-0.11
P102	2375.000	Arc 7	Parabole 4	942.152	943.862	206.88	392742.501	3876343.447	7.00	7.00	-0.08
P103	2400.000	Arc 7	Parabole 4	942.066	943.846	193.62	392767.456	3876343.350	7.00	7.00	-0.05
P104	2413.712	Arc 7	Parabole 4	942.008	943.840	186.34	392780.991	3876345.499	7.00	7.00	-0.04
P105	2425.000	Arc 7	Parabole 4	942.175	943.837	180.35	392791.891	3876348.417	7.00	7.00	-0.02
P106	2450.000	Droite 8	Parabole 4	942.444	943.834	174.92	392815.132	3876357.604	3.56	3.56	0.00
P107	2475.000	Droite 8	Parabole 4	942.594	943.839	174.92	392838.218	3876367.199	2.50	-2.28	0.03
P108	2500.000	Droite 8	Parabole 4	942.742	943.851	174.92	392861.304	3876376.793	0.08	-2.50	0.06
P109	2525.000	Droite 8	Parabole 4	942.879	943.869	174.92	392884.389	3876386.388	-1.90	-2.50	0.09
P110	2550.000	Arc 8	Parabole 4	942.918	943.895	177.27	392907.576	3876395.730	-2.70	-2.70	0.12
P111	2562.734	Arc 8	Parabole 4	942.952	943.910	179.30	392919.576	3876399.989	-2.70	-2.70	0.13

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente
									Gau	Droit	long.
P112	2575.000	Arc 8	Parabole 4	943.056	943.927	181.25	392931.257	3876403.729	-2.70	-2.70	0.14
P113	2600.000	Droite 9	Pente 5	943.199	943.967	184.16	392955.379	3876410.289	-2.17	-2.50	0.17
P114	2625.000	Droite 9	Pente 5	943.224	944.008	184.16	392979.609	3876416.446	-0.20	-2.50	0.17
P115	2650.000	Droite 9	Pente 5	943.444	944.050	184.16	393003.839	3876422.603	1.78	-2.50	0.17
P116	2675.000	Droite 9	Pente 5	943.605	944.092	184.16	393028.069	3876428.760	2.50	-2.50	0.17
P117	2700.000	Arc 9	Pente 5	943.693	944.133	183.55	393052.287	3876434.960	2.50	-2.50	0.17
P118	2725.000	Arc 9	Pente 5	943.714	944.175	181.96	393076.375	3876441.649	2.50	-2.50	0.17
P119	2750.000	Arc 9	Pente 5	943.737	944.217	180.37	393100.289	3876448.937	2.50	-2.50	0.17
P120	2775.000	Droite 10	Pente 5	943.703	944.258	179.63	393124.041	3876456.736	2.50	-2.50	0.17
P121	2800.000	Droite 10	Pente 5	943.762	944.300	179.63	393147.772	3876464.601	2.50	-2.50	0.17
P122	2825.000	Droite 10	Pente 5	943.761	944.342	179.63	393171.502	3876472.465	2.50	-2.50	0.17
P123	2850.000	Droite 10	Pente 5	943.752	944.383	179.63	393195.233	3876480.330	2.50	-2.50	0.17
P124	2875.000	Arc 10	Pente 5	943.785	944.425	179.77	393218.967	3876488.185	2.50	-2.50	0.17
P125	2900.000	Arc 10	Pente 5	943.814	944.467	180.17	393242.739	3876495.923	2.50	-2.50	0.17
P126	2925.000	Arc 10	Pente 5	943.834	944.508	180.56	393266.560	3876503.511	2.50	-2.50	0.17
P127	2950.000	Droite 11	Pente 5	943.908	944.550	180.58	393290.406	3876511.020	1.74	-2.50	0.17
P128	2975.000	Droite 11	Pente 5	943.956	944.592	180.58	393314.252	3876518.528	-1.79	-2.50	0.17
P129	3000.000	Arc 11	Pente 5	943.963	944.634	182.32	393338.119	3876525.964	-4.55	-4.55	0.17
P130	3025.000	Arc 11	Pente 5	944.084	944.675	190.28	393362.527	3876531.299	-4.55	-4.55	0.17
P131	3050.000	Arc 11	Parabole 5	944.160	944.724	198.24	393387.409	3876533.549	-4.55	-4.55	0.25
P132	3075.000	Arc 11	Parabole 5	944.250	944.802	206.19	393412.378	3876532.680	-4.55	-4.55	0.38
P133	3100.000	Droite 12	Parabole 5	944.383	944.912	209.60	393437.132	3876529.207	-2.53	-2.53	0.50
P134	3125.000	Droite 12	Parabole 5	944.567	945.053	209.60	393461.848	3876525.449	1.00	-2.50	0.63
P135	3150.000	Droite 12	Parabole 5	944.819	945.225	209.60	393486.564	3876521.692	2.50	-2.29	0.75
P136	3175.000	Droite 12	Parabole 5	945.101	945.428	209.60	393511.280	3876517.935	2.50	-0.43	0.88
P137	3200.000	Droite 12	Parabole 5	945.315	945.663	209.60	393535.996	3876514.178	2.50	1.44	1.00
P138	3225.000	Arc 12	Pente 6	945.482	945.928	208.23	393560.729	3876510.536	2.50	2.50	1.11
P139	3250.000	Arc 12	Pente 6	945.794	946.206	205.05	393585.590	3876507.934	2.50	2.50	1.11
P140	3275.000	Arc 12	Parabole 6	946.024	946.481	201.86	393610.551	3876506.578	2.50	2.50	1.07
P141	3300.000	Droite 13	Parabole 6	946.306	946.740	199.06	393635.548	3876506.463	2.50	2.28	1.01
P142	3325.000	Droite 13	Parabole 6	946.541	946.984	199.06	393660.545	3876506.832	2.50	0.41	0.94
P143	3350.000	Droite 13	Parabole 6	946.865	947.212	199.06	393685.543	3876507.200	2.50	-1.45	0.88
P144	3375.000	Arc 13	Parabole 6	947.067	947.424	189.36	393710.433	3876509.192	6.12	6.12	0.82
P145	3400.000	Arc 13	Parabole 6	947.156	947.621	177.99	393734.583	3876515.526	6.12	6.12	0.76
P146	3425.000	Arc 13	Parabole 6	947.366	947.802	166.62	393757.224	3876526.048	6.12	6.12	0.69
P147	3450.000	Arc 13	Pente 7	947.574	947.968	155.25	393777.636	3876540.425	6.12	6.12	0.65
P148	3475.000	Arc 13	Pente 7	947.775	948.131	143.88	393795.170	3876558.199	6.12	6.12	0.65
P149	3500.000	Arc 13	Pente 7	947.991	948.293	132.51	393809.267	3876578.805	6.12	6.12	0.65
P150	3525.000	Droite 14	Pente 7	948.322	948.455	129.21	393820.506	3876601.134	2.59	2.59	0.65
P151	3550.000	Droite 14	Pente 7	948.617	948.617	129.21	393831.577	3876623.549	2.50	-2.38	0.65

Dossier: Etude De Réalisation Route Communale N°573 Reliant cw 01 – zone boulthrouthe sur 3.5 Km
TC PT.dwg GEOMEDIA S.A.S. Le 19/04/2025 à 11:48

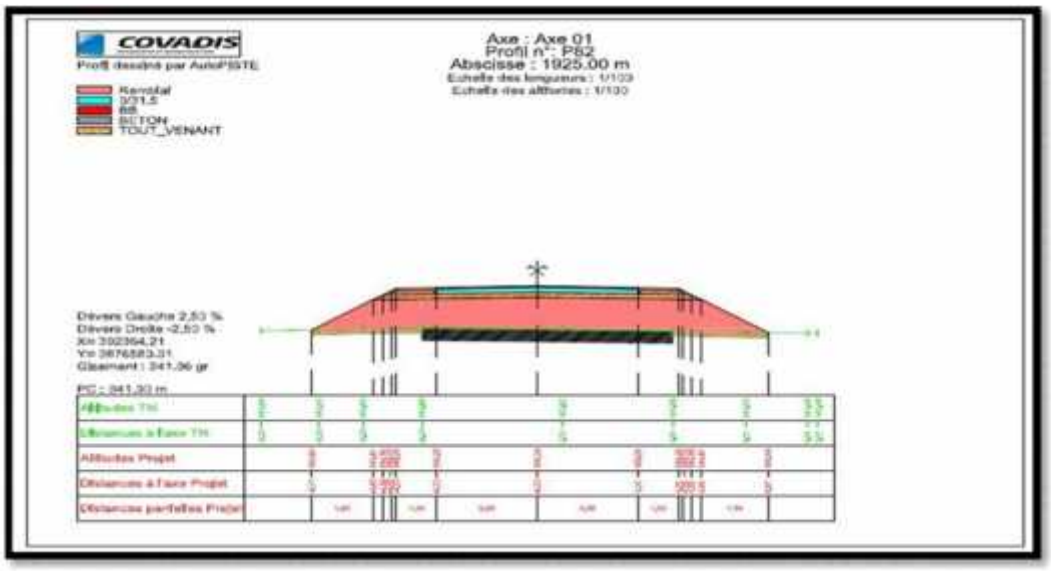
Profil En Long Projet

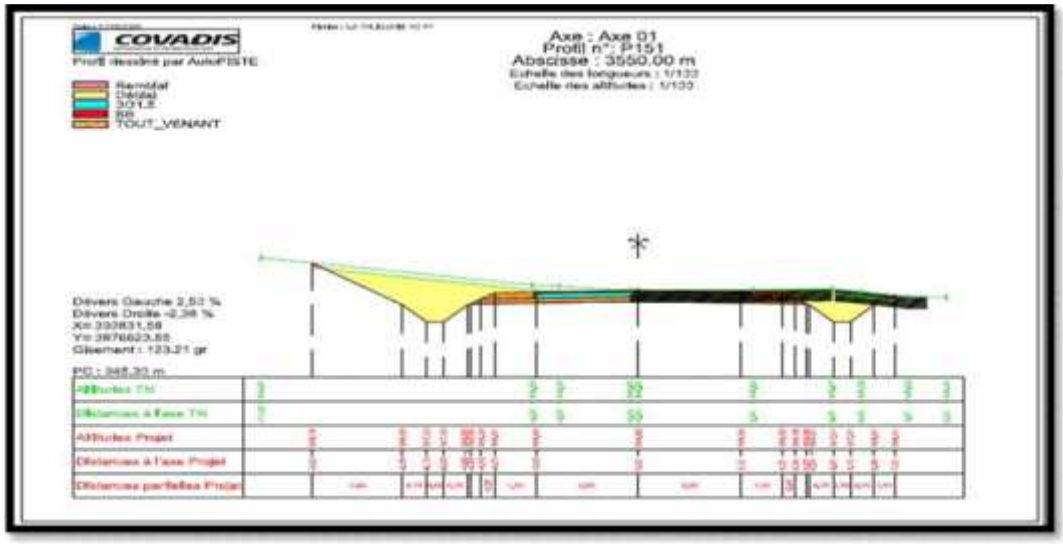
Axe : Axe 01

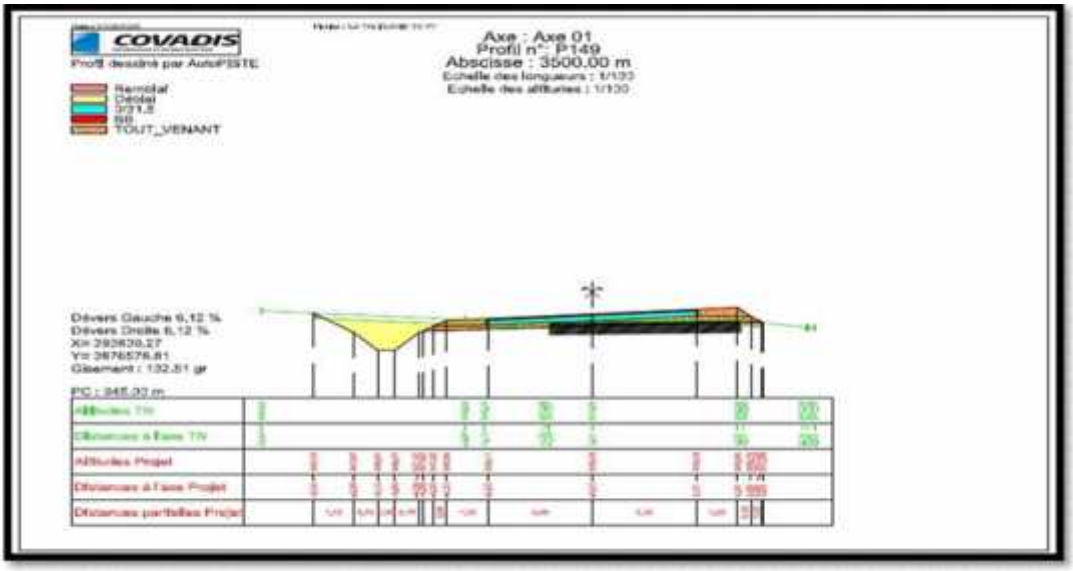
Table courante : ARP R60 2 voies < 6m

Elts Caractéristiques				Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente	-0.89 %	191.743	0.000	975.706
Parabole 1	Rayon	-4000.000 m	150.952	191.743	973.997
	Sommet Absc.	156.099 m			
	Sommet Alt.	974.156 m			
Pente 2	Pente	-4.66 %	34.279	342.695	969.804
Parabole 2	Rayon	12000.000 m	458.036	376.974	968.205
	Sommet Absc.	936.760 m			
	Sommet Alt.	955.148 m			
Pente 3	Pente	-0.85 %	150.293	835.010	955.579
Parabole 3	Rayon	-25000.000 m	58.937	985.303	954.305
	Sommet Absc.	773.324 m			
	Sommet Alt.	955.204 m			
Pente 4	Pente	-1.08 %	426.077	1044.240	953.736
Parabole 4	Rayon	90000.000 m	1125.370	1470.317	949.119
	Sommet Absc.	2445.614 m			
	Sommet Alt.	943.834 m			
Pente 5	Pente	0.17 %	437.514	2595.687	943.959
Parabole 5	Rayon	20000.000 m	189.260	3033.200	944.689
	Sommet Absc.	2999.851 m			
	Sommet Alt.	944.661 m			
Pente 6	Pente	1.11 %	34.711	3222.460	945.900
Parabole 6	Rayon	-40000.000 m	185.658	3257.171	946.286
	Sommet Absc.	3702.389 m			
	Sommet Alt.	948.764 m			
Pente 7	Pente	0.65 %	107.171	3442.829	947.922
				3550.000	948.617
Longueur totale de l'axe 3550.000 mètre(s)					
Longueur développée totale de l'axe 3550.383 mètre(s)					

Profil en Travers Types







LTP.EST DIRECTION RÉGIONALE ANNABA ANTENNE DE TEBESSA

TABLEAU DES RESULTATS DES ESSAIS AU LABORATOIRE

PUITS		PTS (1)	PTS (2)
Profondeur m		0.40-1.50	0.30-1.50
ANALYSE GRANULOMÉTRIE	5mm	65.73	78.61
	2mm	55.85	58.42
	0.080 mm	30.95	32.39
ÉQUIVALENT DE SABLE	ES %	33	31
ESSAIS CBR+PROCTOR	CBR	12	11
	γ OPN	1.85	1.82
	W%	09	09
LIMITE D'ATTERBERG	WL%	37	35
	IP%	15	14