



Democratic and Popular Republic of Algeria

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministry of Higher Education and Scientific Research

جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم

University Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculty of Sciences and Technology



UNIVERSITE  
Abdelhamid Ibn Badis  
MOSTAGANEM

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : GENIE CIVIL

N°= ...../2022

Spécialité : VOIES ET OUVRAGES D'ART (VOA).

Etude de la Penetrante De Relizane sur  
70 kms

Lot 2 du PK 06+000 au PK 12+000

Présenté par :

Soutenu le : 23/06/2022 Devant le jury

de soutenance composé de :

- MEGHOUFEL Ahmed.

Mr.MEBROUKI Abdelkader..... Président


- BENTATA Abdelkader

Mr.TALIA Ahmed..... Examineur

Mr Bouarfa Zouhir..... M. Invité

Mr.ROUAM Serik Mohamed.....Encadreur

Année Universitaire : 2021-2022.



*Tout d'abord, Nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force, le courage et la patience pour mener à bien ce modeste travail. Nos remerciements vont particulièrement à nos parents pour leur soutien et leurs encouragements. Nous tenons à remercier notre promoteur*

*Mr SOLTAN kaddour pour son incroyable dévotion à parfaire notre travail et à nous aider par ses orientations et ses précieux conseils pour l'élaboration de cette étude.*

*Nos remerciements également à l'ensemble du corps enseignants de l'université **ABDELHAMID IBN BADIS** en générale et plus particulièrement à ceux du département Génie Civil pour avoir contribué à notre formation.*

*Nous adressons nos remerciements à notre pays hôte l'Algérie ainsi qu'à tous les collègues de notre promotion qui nous ont accompagnés depuis 2019*

*Nous remercions Mr TALIA Ahmed pour sa présence au tant que EXAMINATEUR . Mr MEBROUKI Abdelkader au tant que PRESIDENT et Mr BOUARFA Aziz au tant que M.invite*

*Nous remercions Mr ROUAM Serik Mohmed tant que notre ENCADREUR*

*Enfin, nous remercions toutes les personnes qui nous ont conseillées, qui se sont simplement intéressées à ce travail, et aussi celles qui, nous l'espérons me pardonneront de les avoir oubliées*

# Dédicace

Je dédie ce mémoire A mes chers parents ma mère  
et mon père

Pour leur patience, leur amour,

Ma chère femme et mes enfants  
leur soutien et leurs encouragements.

A mes chères deux sœurs et mes frères.

A tout ma grande famille et toute qu'a une relation  
avec elle  
soit proche ou lointain.

A mes amies et les collègues de la classe.

Sans oublier tous les enseignants qui ont contribué  
à mon soutien  
scolaire.

Ahmed Meghoufel.

# Dédicace

Je dédie ce mémoire A mes chers parents ma mère et mon  
père

*A mes frères qui mon toujours aidé et qui ont été ma première source  
d'inspiration et de courage, et à ma très chère sœur.*

*A toute ma familles oncles, tantes et cousins.*

*A tous mes amis et amies.*

*A tous ceux que J'ai côtoyé au cours de mes études, profs et étudiants.*

*A vous tous.*

*Bentata Abdelkader .*

# Sommaire

Introduction générale	1
<b>Partie I</b>	
<b>Chapitre I : Les Rocades à travers le Monde</b>	
I.1. Rcade en France	4
I.2. Rcade nord d'Alicante en Espagne	4
I.3. Rcade en Belgique	5
I.4. Les rocales au Maroc	6
I.5. Rcade en Tunis La rocade X30	7
<b>Chapitre II : Les Rocades en Algérie</b>	
II.1. Les rocales en Algérie	9
II.1.1. 3ème Rcade d'Alger	10
II.1.2 La 4ème Rcade d'Alger	11
II.1.3. La rocade de Chlef	12
II.1.4. La 1ere rocade d'Oran	13
<b>Partie II</b>	
<b>Chapitre I Présentation du projet</b>	
I.1. Généralité sur la wilaya de Relizane	16
I.2. Présentation du projet	18
I.3. Justification du projet	19
I.4. Objectif du projet	19
<b>Chapitre II Normes géométriques et données de base</b>	
II.1. Généralités	21
II.2. Environnement de la route	21
II.3. Catégorie de la route	32
II.4. La vitesse de référence	33
<b>Chapitre III Etude du trafic</b>	
III.1. Généralités	35
III.2. Différents types de trafics	35
III.3. Analyse du trafic	35
III.4. Calcul de la capacité	36
III.5. Calcul du trafic effectif	37
III.6. Débit de pointe horaire normal	37
III.7. Débit horaire admissible	37
III.8. Application au projet	39
<b>Chapitre IV Paramètre cinématique</b>	
IV.1. Distance de freinage	44
IV.2. Temps de réaction	45
IV.3. Distance d'arrêt	46
IV.4. Manœuvre de dépassement	47
IV.5. Espacement entre deux véhicules	48

IV.6. Application au projet	48
<b>Chapitre V Tracé en plan</b>	
V.1. Introduction	51
V.2. La vitesse de référence (de base)	51
V.3. Paramètres fondamentaux (B40)	51
V.4. Règles et principes du tracé en plan	52
V.5. Les éléments du tracé en plan	52
V.6. Courbes en plan	54
V.7. courbes de raccordements	58
<b>Chapitre VI Profil en long</b>	
VI.1. Définition	67
VI.2. Règles à respecter dans le tracé de la ligne rouge	67
VI.3. Eléments de composition du profil en long	67
VI.4. Coordination entre le tracé en plan et le profil en long	68
VI.5. Déclivité	68
VI.6. Les raccordements en profil en long	69
VI.7. Détermination pratique du profil en long	71
VI.8. Exemple de calcul du profil en long	74
<b>Chapitre VII Profil en travers</b>	
VII.1. Généralités	77
VII.2. Les éléments du profil en travers	77
VII.3. Classification du profil en travers	79
VII.4. Application numérique au projet	80
<b>Chapitre VIII Cubature</b>	
VIII.1. Généralités	82
VIII.2. Définition	82
VIII.3. Méthode de calcul des cubatures	82
VIII.4. Application au projet	85
<b>Chapitre IX Dimensionnement de corps de chaussée</b>	
IX.1. Introduction	87
IX.2. La chaussée	88
IX.3. Les différentes catégories de chaussée	89
IX.4. Les principales méthodes de dimensionnement	90
IX.5. Application au projet	92
<b>Chapitre X Etude géotechnique</b>	
X.1 Introduction	96
X.2 Objectif de la géotechnique routière	96
X.3 Moyens de reconnaissance	96
X.4 Réglementation algérienne en géotechnique	97
X.5 Les essais en géotechnique	97
X.5.1 Essais physiques	97
X.5.2 Essais mécaniques	111

X.5.3 Essais chimiques	115
X.5.4 Essais des Enrobées	115
<b>Chapitre XI Assainissement</b>	
XI.1. Généralités	119
XI.2. Objectif de l'assainissement	119
XI.3. Assainissement de la chaussée	120
XI.4. Définitions des termes hydrauliques	121
<b>Chapitre XII Signalisation et éclairage</b>	
XII.1.1 Signalisation	124
XII.1.2 Objectifs de signalisation routière	124
XII.1.3 Critères à respecter pour les signalisations	124
XII.1.4 type de signalisation	124
XII.1.5 Application au projet	128
XII.2.1 Eclairage	134
XII.2.2 Catégorie d'éclairage	134
XII.2.3 Paramètres d'implantation des luminaires	134
XII.2.4 Eclairage d'un point singulier	135
<b>Chapitre XIII Impact sur l'environnement</b>	
XIII.1. Impacts du projet sur l'environnement	137
XIII.2. Mesures d'atténuation	137
XIV. Devis quantitatif et estimatif	139
<b>Conclusion générale</b>	140
<b>Bibliographie</b>	
<b>Annexes</b>	

# Liste des tableaux

<b>Tableau n°1</b> :Les Rocades en Algérie	9
<b>Tableau n°2</b> :Dénivelé de chaque profil	26
<b>Tableau n°3</b> :Détermination de la nature des terrains	26
<b>Tableau n°4</b> :Sinuosité	27
<b>Tableau n°5</b> :Environnement de la route	28
<b>Tableau n°6</b> :Vitesse de référence	29
<b>Tableau n°7</b> :Valeurs du coefficient P	33
<b>Tableau n°8</b> :Valeurs de K1 en fonction de l'environnement	34
<b>Tableau n°9</b> :Valeurs de K2 en fonction de l'environnement	34
<b>Tableau n°10</b> :Valeurs de la capacité théorique	34
<b>Tableau n°11</b> :Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40	38
<b>Tableau n°12</b> :Les valeurs du temps et de perception réaction t en fonction de E, CAT et Vr	39
<b>Tableau n°13</b> :Lois de distance d'arrêt	40
<b>Tableau n°14</b> :Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse	40
<b>Tableau n°15</b> :Devers en fonction de l'environnement	47
<b>Tableau n°16</b> :Dévers [Normes B40]	48
<b>Tableau n°17</b> :Valeur du coefficient $f_t$	49
<b>Tableau n°18</b> :Valeur du coefficient « F'' »	49
<b>Tableau n°19</b> :Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques	49
<b>Tableau n°20</b> :Les rayons en plan selon [Normes B40]	49
<b>Tableau n°21</b> :Valeur de déclivité maximale [Normes B40]	58
<b>Tableau n°22</b> :Rayons convexes (angle saillant) [Normes B40]	60
<b>Tableau n°23</b> :Rayons concaves (angle rentrant)	61
<b>Tableau n°24</b> :Valeurs de la tangente et de la flèche	65
<b>Tableau n°25</b> :Coefficient d'équivalence des matériaux	81
<b>Tableau n°26</b> :Nature du sol en fonction d'E.S	95
<b>Tableau n°27</b> :Qualification des horizons en fonction de leur teneur en calcaire total selon le GEPPA	100
<b>Tableau n°28</b> :Modulation de la ligne continue	116

# Liste des figures

<b>Figure n°1</b> :La Rocade Nord de Alicante.	4
<b>Figure n°2</b> :Ceinture routière du secteur : A25 et les rocade (Flandre).	5
<b>Figure n°3</b> :Localisation de la rocade sud-ouest de Casablanca.	6
<b>Figure n°4</b> :La rocade de Tunis.	7
<b>Figure n°5</b> :3ème rocade d'Alger	10
<b>Figure n°6</b> :4 <sup>ème</sup> rocade d'Alger	11
<b>Figure n°7</b> :Localisation géographique de la rocade de Tizi Ouzou	12
<b>Figure n°8</b> :Localisation géographique de la 1ere rocade d'Oran	13
<b>Figure n°9</b> :Localisation géographique de la 1ere rocade d'Oran	13
<b>Figure n°10</b> :Carte géographique de la wilaya de Relizane	16
<b>Figure n°11</b> :Carte du réseau routier de la wilaya de Relizane	17
<b>Figure n°12</b> :Tracé globale de la pénétrante de Relizane	18
<b>Figure n°13</b> :Tracé du tronçon étudié de la pénétrante de Relizane	18
<b>Figure n°14</b> :Distance de freinage	37
<b>Figure n°15</b> :Temps de réactions	38
<b>Figure n°16</b> :Distance d'arrêt	39
<b>Figure n°17</b> :Espacement entre véhicule	41
<b>Figure n°18</b> :Elément du tracé en plan	45
<b>Figure n°19</b> :Elément de la Clothoïde	52
<b>Figure n°20</b> :Raccordement convexe et concave	59
<b>Figure n°21</b> :Visibilité	60
<b>Figure n°22</b> :Détermination du profil en long	62
<b>Figure n°23</b> :Eléments du profil en travers	67
<b>Figure n°24</b> :Volume déblai, remblai	72
<b>Figure n°25</b> :Calcul volume déblai, remblai	72
<b>Figure n°26</b> :Les différentes catégories de chaussée	78
<b>Figure n°27</b> :Les couches du corps de chaussée	83
<b>Figure n°28</b> :Matériels d'essai teneur en eau	88
<b>Figure n°29</b> :Analyse granulométrique	90
<b>Figure n°30</b> : Tamisage électrique et manuel	90
<b>Figure n°31</b> :Méthode d'essai	91
<b>Figure n°32</b> :Mode opératoire 01	91
<b>Figure n°33</b> :Mode opératoire 2	92
<b>Figure n°34</b> :Matériels utilisés dans l'essai équivalent de sable	93
<b>Figure n°35</b> :L'essai d'équivalent de sable	94
<b>Figure n°36</b> :Matériels utilisés	96

<b>Figure n°37</b> :Limite de plasticité	98
<b>Figure n°38</b> :Appareillage	98
<b>Figure n°39</b> :Tamisage de l'échantillon	99
<b>Figure n°40</b> :Pesé l'échantillon	99
<b>Figure n°41</b> :Mode opératoire de l'essai carbonate	99
<b>Figure n°42</b> :Modalité d'exécution des essais Proctor modifié	100
<b>Figure n°43</b> :Matériels de l'essai Proctor	101
<b>Figure n°44</b> :Les étapes de l'essai Proctor	102
<b>Figure n°45</b> :Matériels d'essai CBR	102
<b>Figure n°46</b> :Matériels d'essai CBR	103
<b>Figure n°47</b> :L'appareil de compacité (nucléo-densimètre)	105
<b>Figure n°48</b> :Exemple d'un essai de carottage	107
<b>Figure n°49</b> :Flèche de sélection	118
<b>Figure n°50</b> :Marque sur la chaussée	119
<b>Figure n°51</b> :Flèche de rabattement	119
<b>Figure n°52</b> :Schéma de signalisation stop sur chaussée	120
<b>Figure n°53</b> :Schémas de marquage par hachures (sur le nez d'ilot)	120
<b>Figure n°54</b> :Panneaux spéciaux (type A).	123
<b>Figure n°55</b> :Les signaux d'identification des routes (type E)	123
<b>Figure n°56</b> :Paramètres de l'implantation des luminaires	125

## Résumé

Notre projet de fin d'étude rentre dans le domaine des infrastructures de transport, et en particulier les routes.

La route est considérée un élément efficace reliant les différentes régions du pays et contribuer à son développement à travers différentes activités économiques et les échanges commerciaux.

Ce projet présente une étude Géotechnique et géométrique de La pénétrante de Relizane lot 2 du (PK 06+000 au PK 12+000).

Cette étude se compose de deux parties :

- La première partie : étude bibliographique des rocaes.
- La deuxième partie : étude géométrique et géotechnique.

## Summary

Our Project of end of study return in the Field of the infrastructures of transport, and in particular the roads.

The road is considered an effective element linking the various regions of the country and to contribute its development through various economic activities and commercial exchanges.

This Project presents a geotechnical and geometrical study of the penetrating of Relizane (PK 06+000 to PK 12+000).

This study consists of three parts:

- The first part: bibliographical study of ring roads.
- The second part: geometric study and geotechnical.

## ملخص

يقع مشروع نهاية دراستنا في مجال البنية التحتية للنقل ، ولا سيما الطرق. يعتبر الطريق عنصرا فعالا يربط بين مختلف مناطق الدولة ويساهم في تنميتها من خلال الأنشطة الاقتصادية المختلفة والتجارة.

يقدم هذا المشروع دراسة جيوتقنية وهندسية للطريق السيار غليزان 70 كلم ( النقطة الكيلو مترية 06+000 إلى النقطة الكيلو مترية 12+ 000).

تتكون هذه الدراسة من جزأين :

• الجزء الأول : دراسة بيليوغرافية . للممر الجانبي

• الجزء الثاني : دراسة هندسية

# Introduction

Le réseau routier est le seul moyen de communication dans la wilaya de Relizane en absence de transports aériens et maritimes. Dans ce cas , il est nécessaire d'améliorer ce réseau et de construire de nouvelles infrastructures routières ,pour faciliter les déplacements et les échanges commerciaux soit dans la wilaya même, soit avec les autres wilayas voisines .

Dans ce cadre l'agence nationale des autoroutes de la wilaya réalise plusieurs infrastructures et ouvrages d'arts de grande importance.

De ce fait notre travail se divise en deux parties : La première partie porte sur l'étude bibliographique sur les rocadés du monde et en Algérie. Dans la deuxième partie l'étude géométrique et géotechnique de la pénétrante de Relizane un tronçon de 06 Kms (PK 06+000 au PK 12+000) et son impact sur l'environnement.

# *Partie 01*

# Chapitre I : Les Rocades à travers le Monde

---

## I.1. Rocade en France :

En France, la vitesse en ville est limitée par la loi à 50 km/h et à des vitesses avoisinantes par la signalisation. Une rocade permet donc de traverser la ville sans être exposé à ces limitations de vitesse, au prix d'un détour plus ou moins important. En France, les rocades peuvent avoir le statut d'autoroute, des routes nationales ou départementales. La vitesse y est généralement limitée à 70 km/h, 90 km/h ou exceptionnellement à 110 km/h.

## I.2. Rocade nord de Alicante en Espagne :

L'autoroute espagnole A-77 est une autoroute urbaine de la province d'Alicante qui pénètre dans Alicante par le nord en venant d'Alcoy.

Elle prolonge l'A-7 à partir du croisement avec l'AP-7 d'une longueur de 7,5 kilomètres, elle relie l'AP-7 au nord de l'agglomération à la Rocade d'Alicante A-70 au nord de la ville.

Elle est composée de 5 échangeurs jusqu'à la rocade et ses accès sont totalement libres de péage.



**Figure n°1 : La Rocade Alicante.**

## **I.3. Rocade en Belgique :**

En Belgique (Bruxelles), l'alternative proposée sur Verlinghem-Pérenchies-Frelinghien ; - Relier le futur rond-point rue Bouchery à Pérenchies RD654 (sortie du chemin du Vieux Soldat) au chemin du Temple par un barreau à créer pour rejoindre le carrefour existant à l'entrée de la rue des Flandres. - Traverser la RD36 au Funquereau à Frelinghien pour réaliser une nouvelle voie sur le chemin de terre et à l'équerre jusqu'à la rue du Fresnel RD36 : longer le bois. - Redresser et refaire complètement le chemin de l'Aventure RD7 jusqu'à la rocade de la Lys RD945 – (concessionnaire Duquesne Agricole). La figure ci-dessous représente La ceinture routière du secteur : A25 et les rocales de la Flandre :

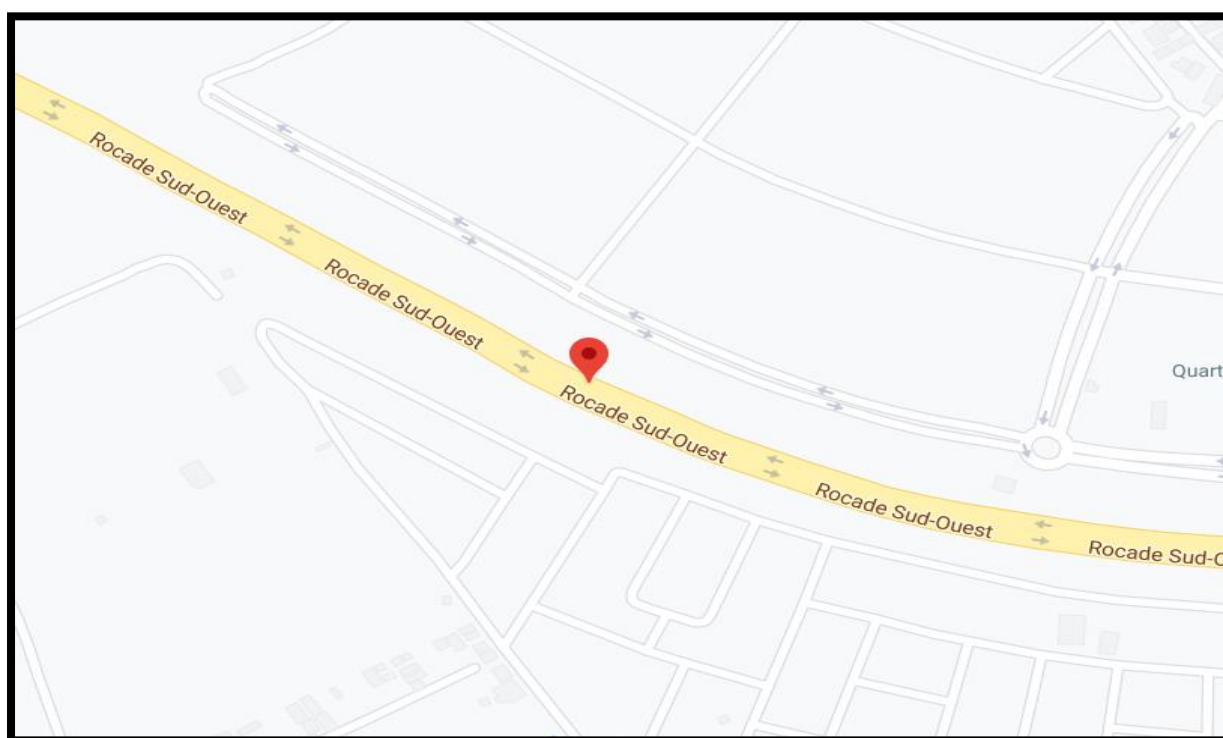


**Figure n°2 :** La ceinture routière du secteur : A25 et les rocales (Flandre).

## I.4. Les rocales au Maroc :

La **rocade sud-ouest de Casablanca**, est une voie express ouverte le premier octobre 2014 afin de participer au désengorgement de la capitale économique du Maroc et à l'amélioration de sa sécurité routière tout en favorisant l'accès aux trois autoroutes existantes (Casablanca - El Jadida, Casablanca - Marrakech et Casablanca - Rabat) et la desserte de la zone touristique du littoral Ouest, des nouvelles zones d'urbanisation et des deux nouveaux malls le MoroccoMall et AnfaPlace.

Ce projet, qui a nécessité une enveloppe budgétaire de 253 millions de DH (hors acquisition du foncier), a consisté en la construction d'une voie express 2 × 2 sur 8,3 Kilomètres et l'aménagement de deux échangeurs. Cette infrastructure routière est le fruit d'un partenariat entre le ministère de l'Équipement du Transport et de la Logistique, la région du Grand Casablanca et la Commune urbaine.



**Figure n°3 :** Localisation de la rocade sud-ouest de Casablanca.

## **I.5. Les rocales en Tunisie :**

### **I.5. 1. La rocade X30 :**

Il s'agit d'un tronçon autoroutier qui sera édifié à la périphérie du Grand Tunis. Il est très attendu en ce sens où il permettra de décongestionner la circulation dans et autour de la capitale. D'une longueur de 80 Km, la rocade, dont le coût est estimé à 800 MDT, traversera les gouvernorats de l'Ariana, La Manouba et Ben Arous, et vise à établir une liaison à partir du Port Financier à Raoued avec les quatre autoroutes existantes et prévues, à savoir, Tunis-Bizerte , Tunis -frontière algérienne, Tunis-Sud du pays et celle devant relier Kairouan, Sidi Bouzid, Kasserine et Gafsa (ECOSO).

A noter que le réseau autoroutier réalisé, en cours de réalisation ou à l'étude est estimé à 1.210 km. Tout le réseau sera fin prêt en principe vers 2020-2022.

D'une longueur totale de 356 km, les tronçons réalisés sont composés des tronçons : Tunis-Bizerte, Tunis-Sfax et Tunis-Oued Zarga (nord-ouest).

Les tronçons en cours de réalisation, d'une longueur de 385 km, sont composés de Sfax-Gabes (155 km), Gabes-Médenine (84 km), Médenine-Ras jdir (92 km), Oued Zarga-Bousalem (54 km).



**Figure n°4 : La rocade X30.**

## Chapitre II : Les Rocades en Algérie

---

### II.1. Les rocades en Algérie :

Ce tableau présente quelque rocade en Algérie :

<u>Rocade</u>	<u>Liaison</u>	<u>itinéraire</u>
Ghazaouet - Maghnia	Elle reliera la ville de Ghazaouet à l'Autoroute Est Ouest au niveau de l'échangeur de Maghnia (Wilaya de Tlemcen).	41 km
Sig – Mascara	reliera la ville de Mascara à l'Autoroute Est-Ouest au niveau de l'échangeur de Sig (Wilaya de Mascara), est en travaux depuis 2014	66 Km
Azazga – Azeffoun	Elle relie Azazga et Azeffoun (Azazga est située à 30 km du littoral à 30 km à l'est de Tizi Ouzou et à 100 km à l'ouest de Bejaïa) et (Azeffoun est une ville côtière de la wilaya de Tizi Ouzou, située à 70 km au nord-est de Tizi Ouzou et à 95 km à l'ouest de Bejaïa).	66 Km
Mostaganem – Relizane	Elle reliera la ville de Mostaganem à l'Autoroute Est Ouest au niveau de l'échangeur d'El Hamadna (Wilaya de Relizane)	28 km

**Tableau n°1 : Les Rocades en Algérie.**

## Chapitre II : Les Rocades en Algérie

### II.1.1. 3ème Rocade d'Alger :

La 3ème Rocade d'Alger relie Tipaza à Tizi-Ouzou rentre dans le cadre du Schéma Directeur Routier et Autoroutier 2005-2025.

Elle prend origine sur la pénétrante de Tipaza, évolue dans l'emprise de la RN67 sur 36km, contourne, par le Nord, la localité de Ben-Chaabane parallèlement au CW112. Dans la Wilaya de Blida, le tracé intercepte l'Autoroute Est-Ouest au Nord de Boufarik, passe au Nord de Bouinan, Bougara et Larbaa puis évolue dans un relief difficile jusqu'à la limite Est de Blida. Dans la Wilaya de Boumerdes, le tracé passe au Sud de Khemis-El-Khechna, intercepte par la suite l'Autoroute Est-Ouest à 1.5 km au Nord de Larbaa pour rejoindre le tracé de la 2ème Rocade. Ensuite, Il évolue avec cette dernière jusqu'à sa fin (au niveau de Boudouaou). Après cela, il longe la RN 5, entre Boudouaou et Thénia, et par la suite, la RN 12, entre

Si-Mustapha et Bordj-Menaiel. 36 Km.



Figure n°5 :3ème rocade d'Alger.

## Chapitre II : Les Rocades en Algérie

### II.1.2 La 4ème Rcade d'Alger :

S'inscrit dans le Schéma Directeur Routier et Autoroutier (SDRA) élaboré par le Ministère des Travaux Publics et des Transports dans le cadre du développement et de la modernisation des infrastructures routières et autoroutières du pays Celui-ci englobe, entre autres, l'étude et la réalisation de plusieurs Rocades destinées à désengorger la région du « Grand Alger », à savoir : -La 2ème rocade qui relie Zeralda à Boudouaou ; - La 3ème Rcade qui relie Cherchel à Tizi-ouzou ; Et la 4ème Rcade qui relie Bordj Bou Arreridj à Khemis Miliana. La 4ème Rcade Autoroutière contribuera au soulagement des régions du centre du pays du trafic de transit Est-Ouest, ainsi qu'au renforcement et à la consolidation de l'infrastructure routière de la région du Titteri (Médéa) et celle du sud de Bouira. Cette nouvelle infrastructure à péage constituera à terme une option de plus pour le trafic empruntant l'autoroute Est-Ouest et permettra également de diminuer la pression, de plus en plus accrue, qui s'exerce sur les principaux axes routiers tels que la RN4, la RN5 et la RN1.

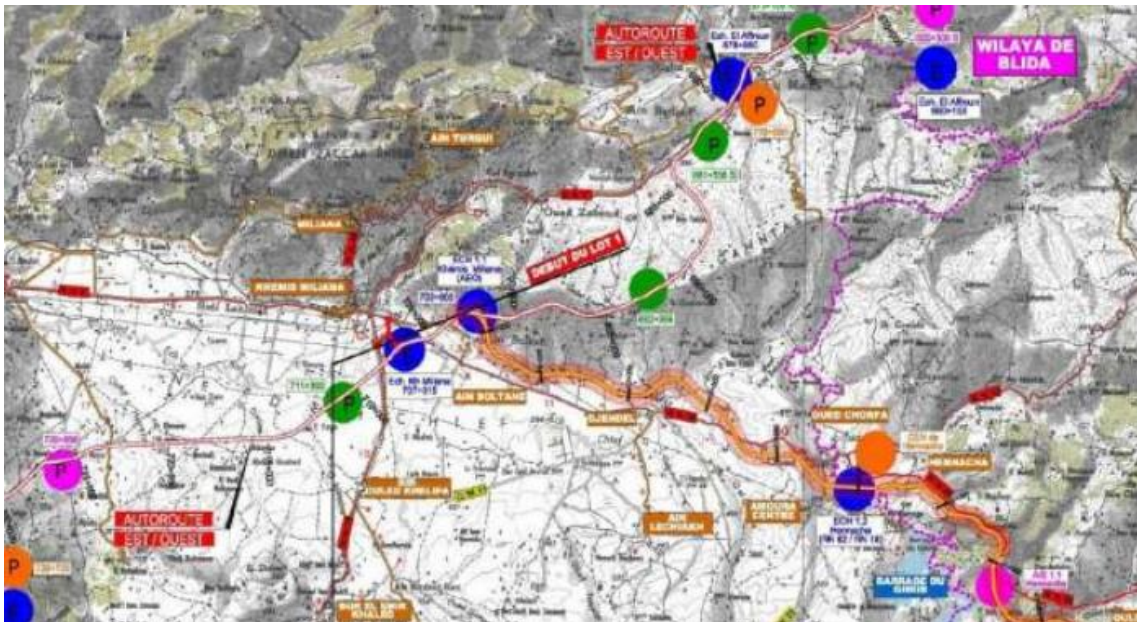


Figure n°6 : 4<sup>ème</sup> rocade d'Alger.

## Chapitre II : Les Rocades en Algérie

---

### **II.1.3. La rocade de Tizi Ouzou:**

La pénétrante est une nouvelle infrastructure autoroutière qui est en cours de construction. Elle a pour but de relier les wilayas Tizi-Ouzou et Bouira et en particulier la ville de Tizi-Ouzou à l'Autoroute Est-Ouest par une autoroute Nord-Sud sur un linéaire de 48 km qui prend naissance au niveau de Draa Ben Khedda du côté de la wilaya de Tizi-ouzou jusqu'à Djebahia de côté de la wilaya de Bouira .



**Figure n°7 :** Localisation géographique de la rocade de Tizi Ouzou.

## Chapitre II : Les Rocades en Algérie

### II.1.4. La première rocade d'Oran :

La première rocade de la ville d'Oran se Longue de vingt-deux kilomètres, cette autoroute de deux fois deux voies, appelée autrement rocade sud d'Oran, est matérialisée par douze ouvrages d'art dont huit échangeurs et quatre ponts.

Son point de départ est situé au niveau de l'école de police de Messerghine et se termine au giratoire de Canastel. Sa principale caractéristique réside dans le fait que ce périphérique engendre une fluidité certaine du trafic routier, notamment dans le sens Aïn Timouchent.

Les automobilistes pourront désormais se diriger d'un point à un autre sans passer par le tissu urbain de la ville d'Oran. Le coût de La première rocade de la ville d'Oran, dont les travaux ont démarré le mois de mars 2002, est estimé à cinq milliards de dinars.



Figure n°8 : localisation géographique de la 1ere rocade d'Oran.



Figure n°9 : localisation géographique de la 1ere rocade d'Oran.

# *Partie 02*

# **Chapitre I**

## **Présentation du projet**

# Chapitre I: Présentation du projet

## I.1.INTRODCTION :

Relizane a été connue sous l'appellation de «MINA» en rapport à l'Oued MINA ou se situait à l'époque l'ancienne ville. Son histoire remonte à l'ère des Numidiens entre 203 et 213 avant JC. Ses habitats étaient d'origine Berbère selon Ibn Khaldoun. La région a été colonisée par les romains pendant cinq siècles. Son appellation ancienne «ICHILIZANE» signifie en langue berbère «la colline grillée» en souvenir de passage des vandales dans la région.

**Situation géographique :** La wilaya de Relizane située dans la chaîne de l'atlas tellien, elle se trouve dans une région des plus fertiles en terres agricoles et riche en ressources hydriques. Elle se situe au Nord – Ouest du pays comprise entre les latitudes: 35 44' 33 N et les longitudes: 0° 33' 33 E et sur une altitude de 98 mètres, s'étend sur une superficie totale de 4870,97 Km<sup>2</sup> (BNEDER, 2008). Elle est limitée par la wilaya de Mostaganem au Nord, la wilaya de Chlef au Nord-est, au sud-est par la wilaya de Tiaret, et au sud-ouest par la wilaya de Mascara .elle est divisée en 13 daïras et 38 communes. Relizane étant le chef-lieu de la wilaya (Gourari, 2010).



Figure n°10 : carte géographique de la wilaya d'Oran.

## Taux de croissance de la population :

Le taux d'accroissement annuel moyen de la wilaya était de 2,45%. Répartition de la population occupée par secteur d'activité :

- BTPH : 36%.
- Commerces : 18%.
- Transport & communication : 9%.
- Hôtellerie et restauration : 8%.
- Industrie : 6%.

# Chapitre I: Présentation du projet

## Daïra et nombre de communes :

- 13 Daïras.
- 38 communes.

## Infrastructures de base existantes :

### Réseau routier :

- Routes nationales 321 Kms.
- Chemins de wilaya 488 Kms.
- Chemins communaux 1800 Kms..

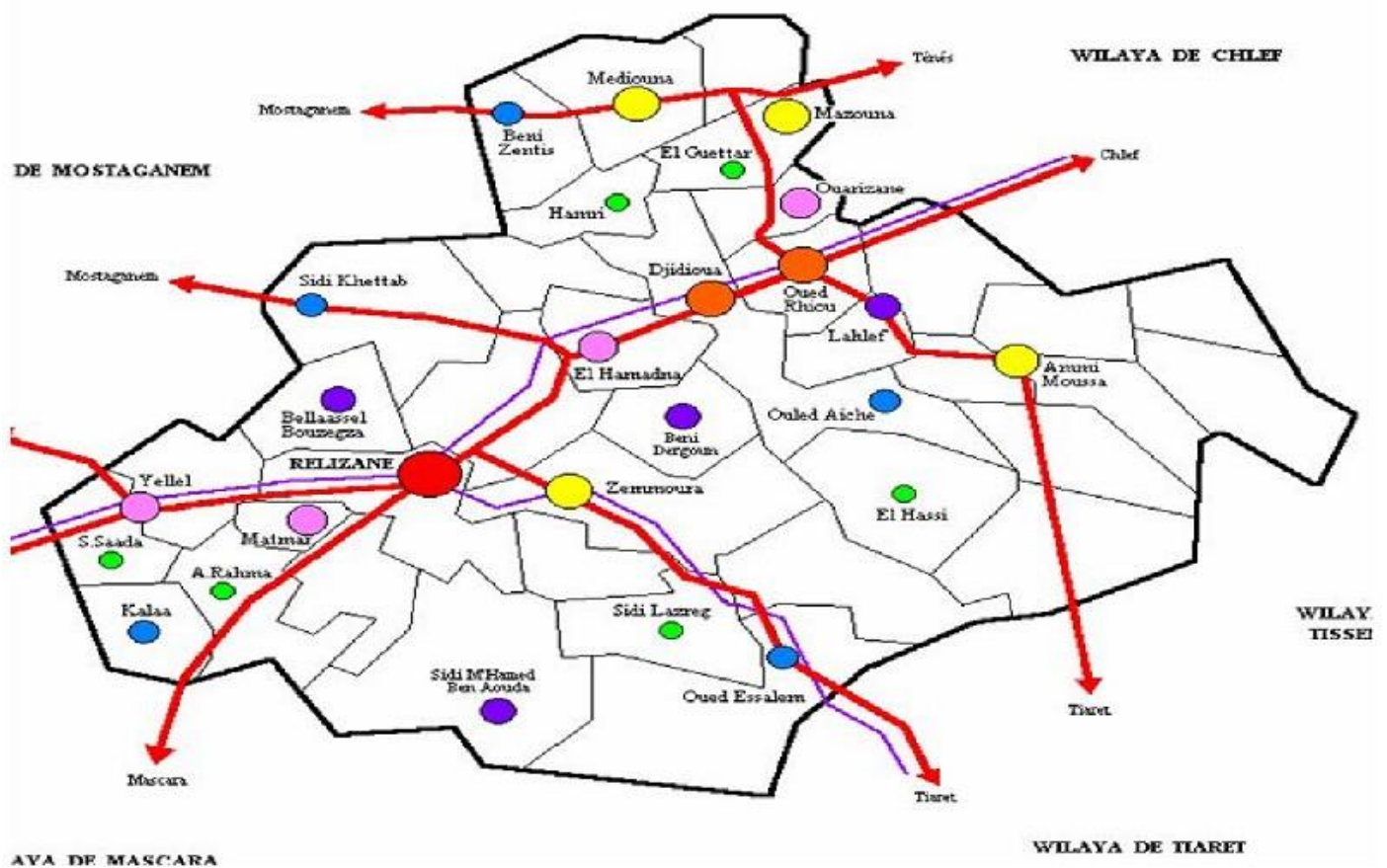


Figure n°11 : carte du réseau routier de la wilaya de Relizane.

# Chapitre I: Présentation du projet

## I.2.Présentation du projet :

Le projet de la pénétrante de Relizane reliant Tiaret . Il s'étend sur 70 Kms avec 11 ouvrages d'art. Ce projet rentre dans le cadre du développement du secteur routier de la wilaya de Relizane. Il sera l'un des piliers de l'infrastructure routière de la ville de Relizane.

. Notre projet consiste a étudié le lot N°02 du PK 06+000 au PK 12+000.

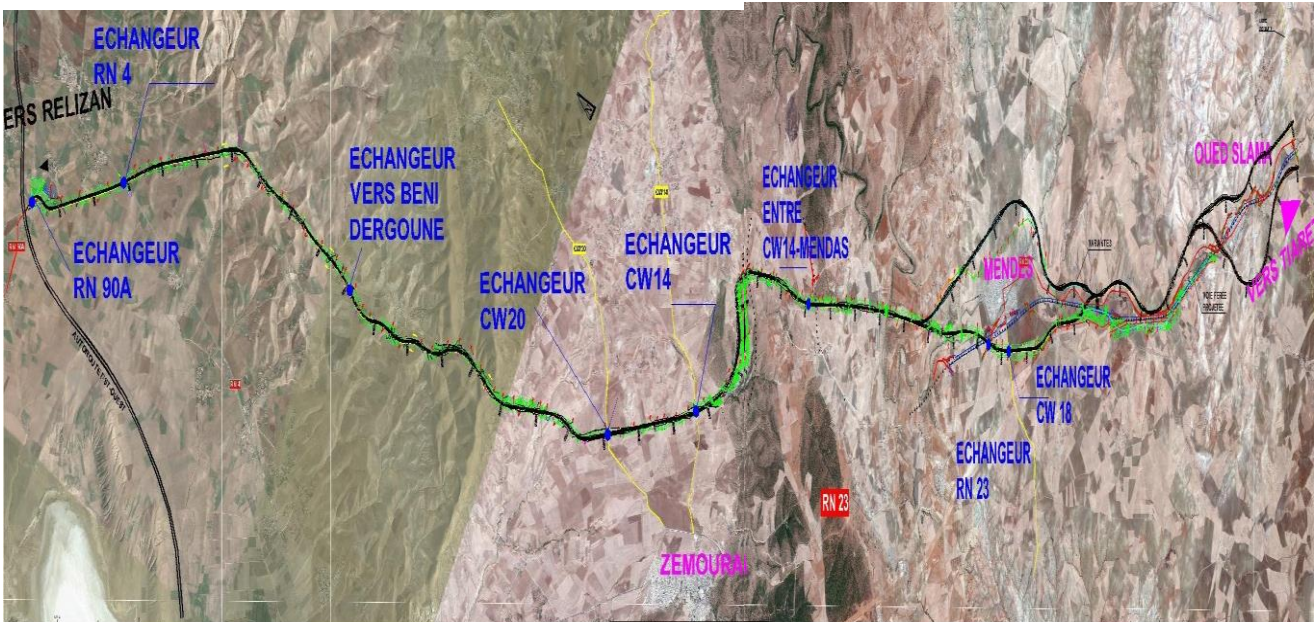


Figure n°12 : tracé globale de la pénétrante de Relizane.



Figure n°13 : Tracé du tronçon étudié de la pénétrante de Relizane Du Pk 06+000 au 12+000

## **I.3. Justification du projet :**

Ce projet rentre dans le cadre du programme de développement économique et sociale du pays

Et l'amélioration du cadre de vie des citoyens d'où son rôle dans le développement, la sécurité et l'économie du citoyen et du pays.

## **I.4. Objectifs du projet :**

L'objectif de la pénétrante de Relizane :

- Disposer d'une nouvelle infrastructure, offrant une capacité suffisante pour répondre à une demande de transport sans cesse croissante.
- Le développement économique de la région.
- Caractéristique géométrique entravant la fluidité de la circulation et réduisant la capacité.
- L'amélioration notable de la sécurité de l'utilisateur.
- Etudier le trafic afin de justifier l'utilité de l'aménagement prévu.
- Procéder à un dimensionnement d'un corps de chaussée neufs.

# **Chapitre II**

## **Normes géométriques et données de base**

### Généralités :

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance du terrain, à ce niveau sa concert le rôle de l'étude géotechnique soit pour prévoir les matériaux et les méthodes adéquats aux travaux de terrassement dans la phase d'exécution. Pour déterminé l'environnement de la route on doit ce referait au norme de la B40.

### Environnement de la route

La B40 (norme technique d'aménagement des routes algériennes) propose trois environnements (E1, E2, E3) chaque classe d'environnement est caractérisée par deux indicateurs à savoir :

La dénivelée cumulée moyenne (H/L=DC).

La sinuosité  $\sigma$

**La dénivelée cumulée moyenne :** c'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées long de l'itinéraire. Le rapport de la dénivelée cumulées totales H à la longueur de l'itinéraire L permet de mesure la longitudinal du relief.

$$D_c = \frac{|\sum_{P_i > 0} P_i L_i + \sum_{P_i < 0} P_i L_i|}{L}$$

P : pente du terrain

L : longueur de l'itinéraire (L=L1+L2+L3+ ....Ln).

### Calcul de la dénivelée cumulée moyenne :

**Tableau :**

PT N°	PK	distance entre profil	Z terrain naturel	DH(m)
<i>PT-249</i>	6000	00	203,75	
<i>PT-250</i>	6025	25	203,41	-0,34
<i>PT-251</i>	6050	25	202,88	-0,53
<i>PT-252</i>	6075	25	202,37	-0,51
<i>PT-253</i>	6100	25	201,67	-0,7
<i>PT-254</i>	6125	25	200,78	-0,89
<i>PT-255</i>	6150	25	198,47	-2,31
<i>PT-256</i>	6175	25	199,06	0,59
<i>PT-257</i>	6200	25	201,48	2,42
<i>PT-258</i>	6225	25	203,5	2,02
<i>PT-259</i>	6250	25	204,56	1,06
<i>PT-260</i>	6275	25	203,96	-0,6
<i>PT-261</i>	6300	25	203,19	-0,77
<i>PT-262</i>	6325	25	202,49	-0,7
<i>PT-263</i>	6350	25	201,46	-1,03
<i>PT-264</i>	6375	25	201	-0,46
<i>PT-265</i>	6400	25	200,56	-0,44
<i>PT-266</i>	6425	25	199,89	-0,67
<i>PT-267</i>	6450	25	198,89	-1
<i>PT-268</i>	6475	25	197,85	-1,04
<i>PT-269</i>	6500	25	196,79	-1,06
<i>PT-270</i>	6525	25	196,01	-0,78
<i>PT-271</i>	6550	25	195,21	-0,8
<i>PT-272</i>	6575	25	194,52	-0,69
<i>PT-273</i>	6600	25	193,66	-0,86

## Chapitre II: Normes géométriques et données de base

---

<b>PT-274</b>	6625	25	192,68	-0,98
<b>PT-275</b>	6650	25	191,5	-1,18
<b>PT-276</b>	6675	25	190,37	-1,13
<b>PT-277</b>	6700	25	189,14	-1,23
<b>PT-278</b>	6725	25	187,93	-1,21
<b>PT-279</b>	6750	25	186,38	-1,55
<b>PT-280</b>	6775	25	184,96	-1,42
<b>PT-281</b>	6800	25	185,96	1
<b>PT-282</b>	6825	25	185,87	-0,09
<b>PT-283</b>	6850	25	185,88	0,01
<b>PT-284</b>	6875	25	185,59	-0,29
<b>PT-285</b>	6900	25	185,07	-0,52
<b>PT-286</b>	6925	25	181,77	-3,3
<b>PT-287</b>	6950	25	179,54	-2,23
<b>PT-288</b>	6975	25	179,81	0,27
<b>PT-289</b>	7000	25	180,16	0,35
<b>PT-290</b>	7025	25	180,77	0,61
<b>PT-291</b>	7050	25	181,95	1,18
<b>PT-292</b>	7075	25	182,74	0,79
<b>PT-293</b>	7100	25	183,36	0,62
<b>PT-294</b>	7125	25	184,25	0,89
<b>PT-295</b>	7150	25	185,83	1,58
<b>PT-296</b>	7175	25	187,89	2,06
<b>PT-297</b>	7200	25	187,97	0,08
<b>PT-298</b>	7225	25	187,91	-0,06
<b>PT-299</b>	7250	25	187,65	-0,26
<b>PT-300</b>	7275	25	185,9	-1,75
<b>PT-301</b>	7300	25	183,69	-2,21
<b>PT-302</b>	7325	25	184,17	0,48
<b>PT-303</b>	7350	25	185,36	1,19

## Chapitre II: Normes géométriques et données de base

---

<b>PT-304</b>	7375	25	186,58	1,22
<b>PT-305</b>	7400	25	188,08	1,5
<b>PT-306</b>	7425	25	188,99	0,91
<b>PT-307</b>	7450	25	189,71	0,72
<b>PT-308</b>	7475	25	190,55	0,84
<b>PT-309</b>	7500	25	191,72	1,17
<b>PT-310</b>	7525	25	193,19	1,47
<b>PT-311</b>	7550	25	195,53	2,34
<b>PT-312</b>	7575	25	197,81	2,28
<b>PT-313</b>	7600	25	200	2,19
<b>PT-314</b>	7625	25	202,18	2,18
<b>PT-315</b>	7650	25	204,07	1,89
<b>PT-316</b>	7675	25	205,76	1,69
<b>PT-317</b>	7700	25	207,42	1,66
<b>PT-318</b>	7725	25	208,8	1,38
<b>PT-319</b>	7750	25	209,29	0,49
<b>PT-320</b>	7775	25	208,98	-0,31
<b>PT-321</b>	7800	25	207,72	-1,26
<b>PT-322</b>	7825	25	206,33	-1,39
<b>PT-323</b>	7850	25	205,72	-0,61
<b>PT-324</b>	7875	25	205,35	-0,37
<b>PT-325</b>	7900	25	206,09	0,74
<b>PT-326</b>	7925	25	207,63	1,54
<b>PT-327</b>	7950	25	209,56	1,93
<b>PT-328</b>	7975	25	212,16	2,6
<b>PT-329</b>	8000	25	215,07	2,91
<b>PT-330</b>	8025	25	217,45	2,38
<b>PT-331</b>	8050	25	218,5	1,05
<b>PT-332</b>	8075	25	218,92	0,42
<b>PT-333</b>	8100	25	218,08	-0,84

## Chapitre II: Normes géométriques et données de base

---

<b>PT-334</b>	8125	25	217,5	-0,58
<b>PT-335</b>	8150	25	216,24	-1,26
<b>PT-336</b>	8175	25	214,78	-1,46
<b>PT-337</b>	8200	25	213,49	-1,29
<b>PT-338</b>	8225	25	212,68	-0,81
<b>PT-339</b>	8250	25	212,24	-0,44
<b>PT-340</b>	8275	25	213,46	1,22
<b>PT-341</b>	8300	25	214,31	0,85
<b>PT-342</b>	8325	25	214,29	-0,02
<b>PT-343</b>	8350	25	214,07	-0,22
<b>PT-344</b>	8375	25	213,8	-0,27
<b>PT-345</b>	8400	25	214,08	0,28
<b>PT-346</b>	8425	25	214,51	0,43
<b>PT-347</b>	8450	25	214,52	0,01
<b>PT-348</b>	8475	25	215,05	0,53
<b>PT-349</b>	8500	25	215,48	0,43
<b>PT-350</b>	8525	25	215,44	-0,04
<b>PT-351</b>	8550	25	215,13	-0,31
<b>PT-352</b>	8575	25	214,29	-0,84
<b>PT-353</b>	8600	25	213,7	-0,59
<b>PT-354</b>	8625	25	213,24	-0,46
<b>PT-355</b>	8650	25	212,67	-0,57
<b>PT-356</b>	8675	25	212,17	-0,5
<b>PT-357</b>	8700	25	211,87	-0,3
<b>PT-358</b>	8725	25	211,53	-0,34
<b>PT-359</b>	8750	25	211,2	-0,33
<b>PT-360</b>	8775	25	210,84	-0,36
<b>PT-361</b>	8800	25	210,52	-0,32
<b>PT-362</b>	8825	25	210,21	-0,31
<b>PT-363</b>	8850	25	210,07	-0,14

## Chapitre II: Normes géométriques et données de base

---

<b>PT-364</b>	8875	25	209,81	-0,26
<b>PT-365</b>	8900	25	209,68	-0,13
<b>PT-366</b>	8925	25	209,31	-0,37
<b>PT-367</b>	8950	25	208,92	-0,39
<b>PT-368</b>	8975	25	208,43	-0,49
<b>PT-369</b>	9000	25	207,83	-0,6
<b>PT-370</b>	9025	25	207,26	-0,57
<b>PT-371</b>	9050	25	206,68	-0,58
<b>PT-372</b>	9075	25	206,01	-0,67
<b>PT-373</b>	9100	25	205,58	-0,43
<b>PT-374</b>	9125	25	205	-0,58
<b>PT-375</b>	9150	25	204,41	-0,59
<b>PT-376</b>	9175	25	203,81	-0,6
<b>PT-377</b>	9200	25	203,18	-0,63
<b>PT-378</b>	9225	25	202,42	-0,76
<b>PT-379</b>	9250	25	201,64	-0,78
<b>PT-380</b>	9275	25	199,18	-2,46
<b>PT-381</b>	9300	25	199,17	-0,01
<b>PT-382</b>	9325	25	199,82	0,65
<b>PT-383</b>	9350	25	199,86	0,04
<b>PT-384</b>	9375	25	199,42	-0,44
<b>PT-385</b>	9387,9	13	196,56	-2,86
<b>PT-386</b>	9400	12	199,49	2,93
<b>PT-387</b>	9425	25	200,26	0,77
<b>PT-388</b>	9450	25	200,97	0,71
<b>PT-389</b>	9475	25	201,63	0,66
<b>PT-390</b>	9500	25	202,07	0,44
<b>PT-391</b>	9525	25	202,48	0,41
<b>PT-392</b>	9550	25	202,89	0,41
<b>PT-393</b>	9575	25	203,41	0,52

## Chapitre II: Normes géométriques et données de base

---

<b>PT-394</b>	9600	25	203,9	0,49
<b>PT-395</b>	9625	25	204,54	0,64
<b>PT-396</b>	9650	25	205,17	0,63
<b>PT-397</b>	9675	25	205,85	0,68
<b>PT-398</b>	9700	25	206,62	0,77
<b>PT-399</b>	9725	25	207,34	0,72
<b>PT-400</b>	9750	25	208	0,66
<b>PT-401</b>	9775	25	208,74	0,74
<b>PT-402</b>	9800	25	209,49	0,75
<b>PT-403</b>	9825	25	210,11	0,62
<b>PT-404</b>	9850	25	210,72	0,61
<b>PT-405</b>	9875	25	211,28	0,56
<b>PT-406</b>	9900	25	211,8	0,52
<b>PT-407</b>	9925	25	212,45	0,65
<b>PT-408</b>	9950	25	213,05	0,6
<b>PT-409</b>	9975	25	213,72	0,67
<b>PT-410</b>	10000	25	214,43	0,71
<b>PT-411</b>	10025	5.6	215,24	0,81
<b>PT-412</b>	10050	19,4	216,44	1,2
<b>PT-413</b>	10056	25	216,47	0,03
<b>PT-414</b>	10075	25	216,98	0,51
<b>PT-415</b>	10100	25	217,92	0,94
<b>PT-416</b>	10125	25	218,91	0,99
<b>PT-417</b>	10150	25	219,8	0,89
<b>PT-418</b>	10175	25	220,71	0,91
<b>PT-419</b>	10200	25	221,55	0,84
<b>PT-420</b>	10225	25	222,68	1,13
<b>PT-421</b>	10250	25	223,77	1,09
<b>PT-422</b>	10275	25	225,02	1,25
<b>PT-423</b>	10300	25	226,18	1,16

## Chapitre II: Normes géométriques et données de base

---

<b>PT-424</b>	10325	25	227,29	1,11
<b>PT-425</b>	10350	25	228,37	1,08
<b>PT-426</b>	10375	25	229,57	1,2
<b>PT-427</b>	10400	25	230,8	1,23
<b>PT-428</b>	10425	25	232,11	1,31
<b>PT-429</b>	10450	25	233,02	0,91
<b>PT-430</b>	10475	25	233,86	0,84
<b>PT-431</b>	10500	25	234,67	0,81
<b>PT-432</b>	10525	25	235,65	0,98
<b>PT-433</b>	10550	25	236,59	0,94
<b>PT-434</b>	10575	25	237,42	0,83
<b>PT-435</b>	10600	25	238,51	1,09
<b>PT-436</b>	10625	25	239,64	1,13
<b>PT-437</b>	10650	25	240,87	1,23
<b>PT-438</b>	10675	25	241,95	1,08
<b>PT-439</b>	10700	25	242,92	0,97
<b>PT-440</b>	10725	25	243,75	0,83
<b>PT-441</b>	10750	25	244,54	0,79
<b>PT-442</b>	10775	25	245,47	0,93
<b>PT-443</b>	10800	25	246,46	0,99
<b>PT-444</b>	10825	25	247,5	1,04
<b>PT-445</b>	10850	25	248,56	1,06
<b>PT-446</b>	10875	25	249,53	0,97
<b>PT-447</b>	10900	25	250,68	1,15
<b>PT-448</b>	10925	25	251,79	1,11
<b>PT-449</b>	10950	25	252,84	1,05
<b>PT-450</b>	10975	25	253,71	0,87
<b>PT-451</b>	11000	25	254,15	0,44
<b>PT-452</b>	11025	25	254,76	0,61
<b>PT-453</b>	11050	25	254,79	0,03

## Chapitre II: Normes géométriques et données de base

---

<b>PT-454</b>	11075	25	254,34	-0,45
<b>PT-455</b>	11100	25	253,22	-1,12
<b>PT-456</b>	11125	25	252,17	-1,05
<b>PT-457</b>	11150	25	251,04	-1,13
<b>PT-458</b>	11175	25	250,29	-0,75
<b>PT-459</b>	11200	25	249,67	-0,62
<b>PT-460</b>	11225	25	248,77	-0,9
<b>PT-461</b>	11250	25	247,88	-0,89
<b>PT-462</b>	11275	25	246,58	-1,3
<b>PT-463</b>	11300	25	244,97	-1,61
<b>PT-464</b>	11325	25	243,28	-1,69
<b>PT-465</b>	11350	25	241,98	-1,3
<b>PT-466</b>	11375	25	240,83	-1,15
<b>PT-467</b>	11400	25	239,61	-1,22
<b>PT-468</b>	11425	25	238,37	-1,24
<b>PT-469</b>	11450	25	237,2	-1,17
<b>PT-470</b>	11475	25	235,74	-1,46
<b>PT-471</b>	11500	25	235,47	-0,27
<b>PT-472</b>	11525	25	234,26	-1,21
<b>PT-473</b>	11550	25	227,31	-6,95
<b>PT-474</b>	11575	25	232,22	4,91
<b>PT-475</b>	11600	25	233,51	1,29
<b>PT-476</b>	11625	25	235,93	2,42
<b>PT-477</b>	11650	25	237,73	1,8
<b>PT-478</b>	11675	25	239,43	1,7
<b>PT-479</b>	11700	25	241,38	1,95
<b>PT-480</b>	11725	25	243,17	1,79
<b>PT-481</b>	11750	25	244,73	1,56
<b>PT-482</b>	11775	25	246,55	1,82
<b>PT-483</b>	11800	25	248,48	1,93

## Chapitre II: Normes géométriques et données de base

<b>PT-484</b>	11825	25	249,87	1,39
<b>PT-485</b>	11850	25	250,71	0,84
<b>PT-486</b>	11875	25	250,97	0,26
<b>PT-487</b>	11900	25	250,4	-0,57
<b>PT-488</b>	11925	25	251,45	1,05
<b>PT-489</b>	11950	25	252,62	1,17
<b>PT-490</b>	11975	25	253,66	1,04
<b>PT-491</b>	12000	25	254,85	1,19
		<b><math>\Sigma=6044.4</math></b>		<b><math>\Sigma= 51.1</math></b>

Tableau n°2 : dénivelé de chaque profil.

Alors

$$H/L = -51.1/6044.4 = -0.00845$$

$$Dc = 0.84 \%$$

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$Dc < 1.5\%$
2a	Plat mais inondable	$Dc = 1.5\%$
2b	Terrain vallonné	$1.5\% < Dc \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$Dc > 4\%$

Tableau n°3 : Détermination de la nature des terrains.

Ce qui conduit à un terrain plat à partir du (tableau 2)

## Chapitre II: Normes géométriques et données de base

### Sinuosité :

La sinuosité  $\sigma$  d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L sur la longueur totale de l'itinéraire.

La longueur sinueuse Ls est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m.

### Calcul de la sinuosité :

$$\sigma = \frac{Ls}{L}$$

Avec :

- Ls : la somme des développées des rayons inférieurs ou égale à 200m ( $R \leq 200m$ ).
- L : la longueur totale de la route.
- Ls=0 si aucun rayon n'est inférieur à 200m.

N°	Classification	Sinuosité
1	<b>Sinuosité faible</b>	<b><math>\sigma &lt; 0.10</math></b>
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma < 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

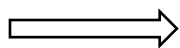
Tableau n°4 : Sinuosité.

Dans notre cas :

L= 6000m

Ls= 0

$\sigma = 0$



caractéristique d'une sinuosité faible (tableau3).

## Chapitre II: Normes géométriques et données de base

<b>Sinuosité et relief</b>	<b>Faible</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Forte</b>
<b>Plat</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>/</b>
<b>vallonné</b>	<b>E2</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
<b>Montagneux</b>	<b>/</b>	<b>E3</b>	<b>E3</b>

**Tableau n°5 : Environnement de la route.**

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

Dans notre cas :

**Un terrain Plat /Une Sinuosité Faible /  
L'environnement de la route E1 (tableau 5)**

### **II.3. Catégorie de la route :**

Selon la B40 (norme technique d'aménagement des routes algériennes) les routes sont classées en Cinq catégories fonctionnelles, correspondant aux finalités économiques et administratives).

Les Cinq catégories de la route sont :

- **CAT 1** : Liaison entre les grands centres économiques.
- **CAT 2** : Liaison entre d'industrie de transformation et d'industrie légère.
- **CAT 3** : Liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de daïras non desservie par le réseau de CAT1 et CAT 2.
- **CAT 4** : Liaison des centres de vie non relie au réseau de CAT 1-2-3.
- **CAT 5** : Routes et pistes non comprises dans les CAT précédentes.

**Dans le cas de notre projet, et après l'analyse des données il s'avère que  
La catégorie de notre projet rentre dans la CAT 2**

## Chapitre II: Normes géométriques et données de base

---

### II.4. La vitesse de référence :

La vitesse de référence représente la vitesse de circulation des véhicules sur une route à circulation normale et au-dessous de laquelle les véhicules rapides peuvent circuler normalement. Elle est déterminée en fonction de l'importance des liaisons assurées par la section de la route et par les conditions géographiques. La vitesse est donc en fonction de (catégories, environnement).

Environnement Catégorie	E1	E 2	E3
CAT 1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 4	100-80-60	80-60-40	60-40
CAT 5	80-60-40	60-40	40

Tableau n°6 : Vitesse de référence.

Pour notre projet et après analyse des données il s'avère que  $V_r = 100\text{km/h}$ . Parce que cette vitesse un peux plus sécurise.

# **Chapitre III**

## **Etude du trafic**

# Chapitre III : Etude du trafic

---

## III.1) Généralité :

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

L'étude du trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

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

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les coûts d'entretien du réseau routiers, qui sont en fonction du volume de circulation.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues (nombre de voies).

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

## III.2) Différents types de trafic :

### a) **Trafic normal:**

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

### b) **Trafic dévié:**

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

### c) **Trafic total:**

C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

### d) **Trafic induit:**

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

## III.3) Analyse des trafics existants :

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

### 2.1- Mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

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

## Chapitre III : Etude du trafic

---

**2.2- Comptages** : C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types

de comptage :

- ✓ Les comptages manuels.
- ✓ Les comptages automatiques

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

**b) Comptages automatiques** : Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires.

**2.3 Enquêtes « origine-destination »** : Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon. Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux.

**III.4) Calcul de la capacité** : La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminer. La capacité dépend de :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- De 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)

## Chapitre III : Etude du trafic

### III.5) Calcul du trafic effectif :

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

$$T_{eff} = [(1-Z) + PZ].T_n$$

Teff : trafic effectif à l'horizon.

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

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

Tableau n°7 : Valeurs du coefficient P.

**III.6) Débit de pointe horaire normal :** Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (UVP). Il est donné par la formule :

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{eff}$$

Avec :

$\left(\frac{1}{n}\right)$  : Coefficient de pointe prise égale 0.12.

Q : est exprimé en UVP/h.

**III.7) Débit horaire admissible :** Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par la formule :

$$Q_{adm} \text{ (UVP/h)} = K1.K2. C_{th}$$

Avec :

**K1** : coefficient lié à l'environnement.

**K2** : coefficient de réduction de capacité.

**Cth** : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

## Chapitre III : Etude du trafic

Valeur de K1 :

Env. et CAT	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau n° 8 : Valeurs de K1 en fonction de l'environnement.

Valeur de K2 :

Env	E1	E2	E3
K2	0.75	0.85	0.90 à 0.96

Tableau n° 9 : Valeurs de K2 en fonction de l'environnement.

Valeur de Cth : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Capacité théorique :

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

Tableau n°10 : Valeurs de la capacité théorique.

### III.8) Application au projet :

D'après les résultats du trafic qui nous ont été fournis par la DTP de la wilaya d'Oran et qui sont les suivants :

- Le trafic à l'année 2022  $TJMA_{2022} = 11651 \text{ v/j sens}$ .
- Le taux d'accroissement annuel du trafic  $\tau = 4\%$ .
- La vitesse de base sur le tracé  $V_b = 100 \text{ km/h}$ .
- Le pourcentage de poids lourds  $Z = 30\%$ .
- L'année de mise en service 2025.
- La durée de vie estimée est de 20 ans.
- Environnement E1 et la catégorie C 2

Application numérique :

Calcul de TJMA de l'année de mise en service (par sens)

$$\begin{aligned} : TMJA_{2025} &= (1+\tau)^n \times TMJA_0 \\ &= (1+0.04)^5 \times 11651 \end{aligned}$$

$$= 14175 \text{ v/j}$$

Calcul de TJMA de l'année horizon (2045) :

$$\begin{aligned} TMJA_h &= (1+\tau)^{20} \times TMJA_{2025} \\ &= (1+0.04)^{20} \times 14175 \end{aligned}$$

$$= 31059 \text{ v/j}$$

Calcul des trafics effectifs  $T_{eff}$  :

$$T_{eff} = [(1-Z) + (P \times Z)] \times TJMA_h$$

Avec :  $P = 3$  (route de 2x3 voies et de bonnes caractéristiques E1)

$$= [(1-0.3) + (3 \times 0.3)] \times 31059$$

$$= 49694 \text{ v/j}$$

Calcul du débit  $Q$  :

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

Avec  $(1/n)$  : coefficient de point horaire pris est égale à 0.12 ( $n=8$ heures).

$$= 0.12 \times 49694$$

$$= 5963 \text{ uvp/h}$$

## Chapitre III : Etude du trafic

---

Calcul du Débit admissible  $Q_{adm}$ :

$$Q_{adm} = K1 \times K2 \times C_{th}$$

$K1$ : Coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour environnement E1

$K2$  : Coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement E1

et catégorie (C 2)

Avec : Capacité théorique  $C_{th}$  (uvp/h)

Donc on est dans le cas d'une route à chaussées séparées : La capacité d'une chaussée dans

ce cas doit être :  $1500 < C_{th} < 1800$  uvp/h/sens.

Si on prend  $C_{th} = 1800$ , le débit horaire admissible sera donc :

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1.00 \times 1800$$

**=1350 uvp/h/sens**

Détermination du nombre de voies par sens :

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

Avec:  $S = (2/3)$

$$N = (2/3) \times (5963/1350) = 2.94 \approx 3$$

**N= 3 voies /sens**

Calcul de l'année de saturation de 2x2 voies :

$$T_{eff2021} = [(1 - z) + (p \times z)] \times T_{JMA2025}$$

$$= [(1 - 0.3) + (3 \times 0.3)] \times 14175$$

**22680 uvp/h**

$$Q_{2021} = 0,12 \times 22680$$

**2722 uvp/h**

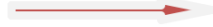
$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times 2722$$

**10886 uvp/h**

## Chapitre III : Etude du trafic

$$Q_{\text{saturation}} = (1+\tau) \times n \times Q_{2025}$$

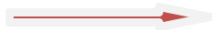


$$n = \frac{\ln\left(\frac{Q_{\text{saturation}}}{Q}\right)}{\ln(1+\tau)}$$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{10886}{2722}\right)}{\ln(1+0.04)} = 35$$

$$n = 35 \text{ ans}$$

$$2025 + 35 = 2060$$



Année de saturation = 2060

Notre route sera saturée après 35 ans de service donc l'année de saturation est prévue pour :

**2060**

Les résultats sont repris dans le tableau suivant :

Tableau III. 10 : Résultats de calcul de capacité.

TMJA2022	TMJA2025	TMJA2045	TRAFIC Effectif	Nombre de voies
11651v /j	14175 v/j	31059 v/j	49694 uvp/j	3

### III.8. Conclusion :

D'après les calculs précédents, on a conclu que le profil en travers de notre projet est de type ; chaussée unidirectionnelle de 2x3 voies de 3.5m chacune avec une bande d'arrêt d'urgence de 2.5 m.

# **Chapitre IV**

## **Paramètres Cinématique**

### IV.1) Distance de freinage :

Les possibilités de freinage sont limitées, du fait du jeu de l'adhérence, il existe une distance minimum pour obtenir l'arrêt complet du véhicule.

La distance de freinage  $d_0$  est la distance parcourue pendant l'action de freinage pour annuler la vitesse dans une condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant la pente longitudinale de la chaussée

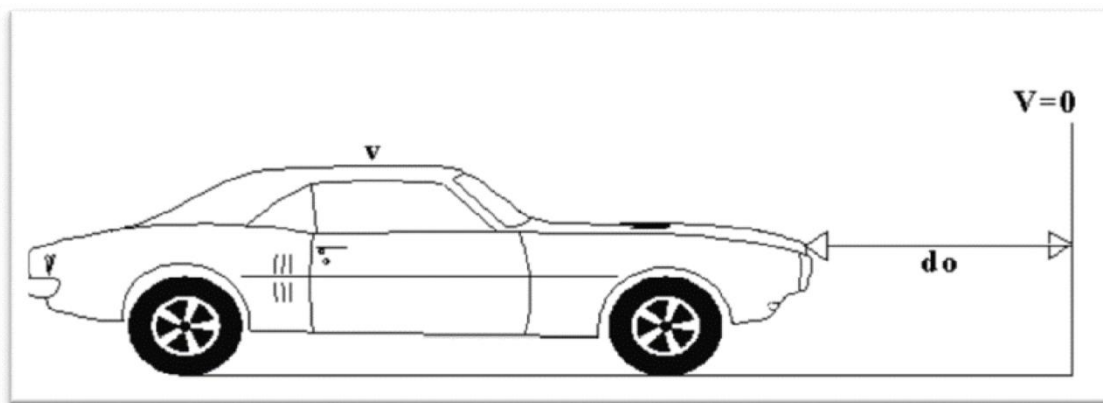


Figure n°14 : Distance de freinage.

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

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v^2}{(f \pm i)}$$

Dans ce cas la formule  $d_0$  sera :

$$\text{Rampe : } d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v r^2}{(f r l + e)}$$

$$\text{Pente : } d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v r^2}{(f r l - e)}$$

**En palier (e=0) on aura :**

## Chapitre IV: Paramètre cinématique

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(f_{rl})}$$

**V<sub>r</sub>** : Vitesse de référence en Km/h.

**e** : Déclivité.

**f<sub>rl</sub>**: Coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse V<sub>r</sub>.

Le coefficient de frottement longitudinal f varie avec l'état des pneus de la chaussée

Comme il peut varier avec la vitesse du véhicule.

<b>V<sub>r</sub> (Km/h)</b>		<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>f<sub>rl</sub></b>	<b>Catégorie 1-2</b>	<b>0.45</b>	<b>0.42</b>	<b>0.39</b>	<b>0.36</b>	<b>0.33</b>	<b>0.30</b>
	<b>Catégorie 3-4-5</b>	<b>0.49</b>	<b>0.46</b>	<b>0.43</b>	<b>0.40</b>	<b>0.36</b>	<b>/</b>

**Tableau n°11 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40.**

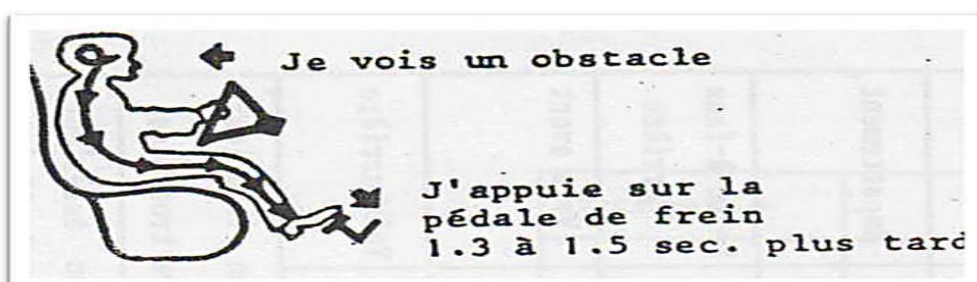
D'après les valeurs du tableau des normes B40 et en ce qui concerne notre projet

On a **f<sub>l</sub> = 0.36**

### **IV.2) Temps de réaction :**

Souvent l'obstacle est imprévisible et le conducteur a besoin d'un temps pour réaliser la nature de l'obstacle ou du danger qui lui apparaît. Ce temps est en général appelé temps de perception du conducteur, il diffère d'une personne à une autre et varie en fonction de l'état psychique et physiologique.

De nombreuses études faites sur le comportement des conducteurs, ont montré que le temps de perception et de réaction est en moyenne :



## Chapitre IV: Paramètre cinématique

Figure n°15 : Temps de réactions

### Dans une attention concentrée :

$t = 1.2$  s pour un obstacle imprévisible

$t = 0.6$  s pour un obstacle prévisible

On prend  $t = 1.8$  s par rapport à la catégorie et la vitesse :

Env	CAT	CAT 1-2		CAT 3-4-5	
VITESSE		> 80	<80	>60	<60
E1 et E2		1.8s	2s	1.8s	2s
E3		1.8s			

Tableau n°12 : Les valeurs du temps de perception réaction  $t$  en fonction de E, CAT et Vr.

Donc la distance parcourue pendant le temps de réaction et de perception est :

$$d_1 = v \times t \quad \text{Avec :} \quad v : \text{m/s} \quad t : \text{s}$$

### IV.3) Distance d'arrêt :

La distance parcourue par le conducteur entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est désigné sous le nom de distance d'arrêt(d).

## Chapitre IV: Paramètre cinématique

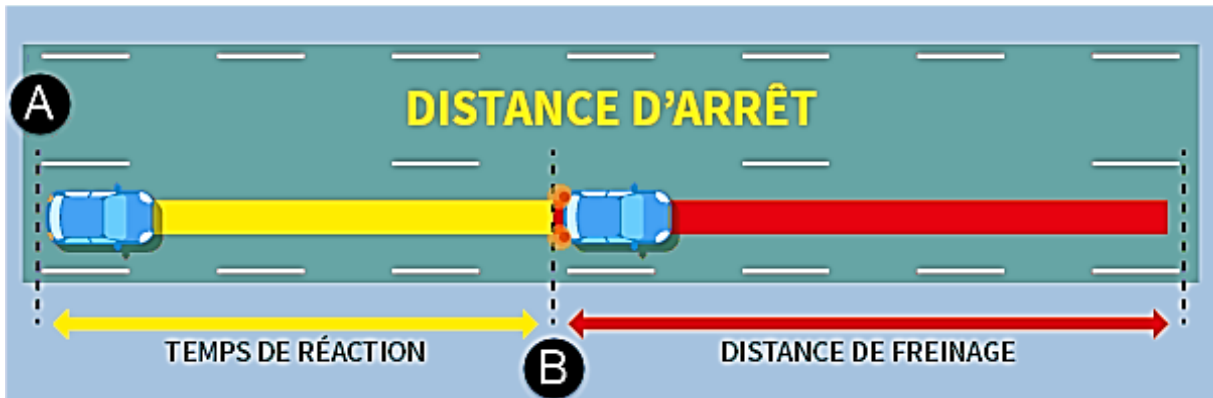


Figure n°16 : Distance d'arrêt.

	Nature de route	Alignement droit	courbe
<b>T(s)</b>			
<b>1.8</b>		$D_1=d_0+0.50v$	$D_1=1.25d_0+0.50v$
<b>2</b>		$D_1=d_0+0.55v$	$D_1=1.25d_0+0.55v$

Tableau n°13 : Lois de distance d'arrêt.

**D1** : distance d'arrêt

**D<sub>0</sub>** : distance de freinage

**V** : vitesse (km/h)

### IV.4) Manœuvre de dépassement :

**dvd<sub>m</sub>** : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

**dvd<sub>N</sub>** : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

**dmd** : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement

<b>V<sub>r</sub>(Km/h)</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>Distance</b>						

## Chapitre IV: Paramètre cinématique

<b>dvdm</b>	<b>4v</b>	<b>4v</b>	<b>4v</b>	<b>4.2v</b>	<b>4.6v</b>	<b>5v</b>
	<b>160</b>	<b>240</b>	<b>320</b>	<b>420</b>	<b>550</b>	<b>700</b>
<b>dvdN</b>	<b>6v</b>	<b>6v</b>	<b>6v</b>	<b>6.2v</b>	<b>6.6v</b>	<b>7v</b>
	<b>240</b>	<b>360</b>	<b>480</b>	<b>620</b>	<b>790</b>	<b>980</b>
<b>Dmd</b>	<b>70</b>	<b>120</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>425</b>	<b>/</b>

Tableau n°14 : Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse.

D'après le tableau des normes de la B40, on tire les valeurs de dvdm, dvdn et dmd en fonction de la vitesse.

### IV.5) Espacement entre deux véhicules :

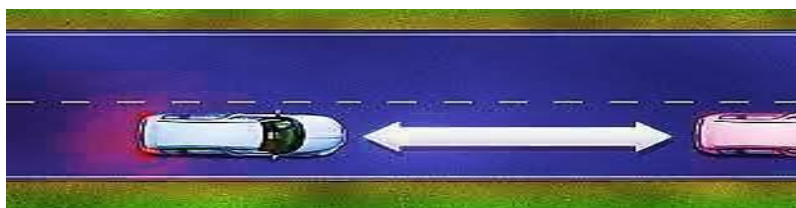


Figure n°17 : Espacement entre véhicule.

L'espacement entre deux véhicules : est une notion. Il s'agit de la distance qu'un conducteur doit conserver entre son véhicule et celui qui le précède, celle-ci dépend directement de la vitesse du véhicule. Elle correspond à la distance parcourue pendant deux secondes, durée supérieure au temps de réaction : ainsi si les deux véhicules ont la même capacité de freinage, il n'y aura pas de collision

$$E = 8 + 0.2V + 0.003V^2$$

### IV.6) Application au projet :

#### Distance de freinage :

Pour notre projet on a  $f_l : 0.36$

- En alignement droit :  $e = 0$  (cas purement théorique)

## Chapitre IV: Paramètre cinématique

---

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v^2}{(fl \pm i)}$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36)} = 111,11 \text{ m}$$

➤ En rampe :  $e = +0.052$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v^2}{(fl \pm e)}$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36+0.052)} = 97,08 \text{ m}$$

➤ En pente :  $e = -0.052$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{v^2}{(fl \pm e)}$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36-0.052)} = 129,87 \text{ m}$$

### Distance d'arrêt :

a) En alignement droit :

On a  $V_r = 100 \text{ km/h}$        $t = 1.8 \text{ s}$        $\longrightarrow$        $d = d_0 + 0.50V_r$

➤ En palier :  $d = 111.11 + (0.50 \times 100) = 161.11 \text{ m}$

➤ En rampe :  $d = 97.087 + (0.50 \times 100) = 147.087 \text{ m}$

➤ En pente :  $d = 129.87 + (0.50 \times 100) = 179.87 \text{ m}$

b) En courbe :

On a  $V_r = 100 \text{ km/h}$        $t = 1.8 \text{ s}$        $\longrightarrow$        $d = 1.25d_0 + 0.50V_r$

➤ En palier :  $d = 1.25 \times 111.11 + (0.50 \times 100) = 188.88 \text{ m}$

## Chapitre IV: Paramètre cinématique

---

➤ En rampe :  $d = 1.25 \times 97.087 + (0.50 \times 100) = 171.35 \text{ m}$

➤ En pente :  $d = 1.25 \times 129.87 + (0.50 \times 100) = 212.33 \text{ m}$

Dvdm = 420 m

dvdN = 620m

dmd = 300 m

Espacement entre véhicules :

$$E = 8 + 0.2v + 0.003v^2$$

$$E = 8 + 0.2(100) + 0.003(100)^2$$

$$E = 58$$

# **Chapitre V**

## **Tracé en Plan**

# Chapitre V: Tracé en Plan

---

## V.1) Introduction

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir de la route dans le site concerné.

Le tracé en plan est une succession de droites reliées par des courbes. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

## V.2) La vitesse de référence (de base)

La vitesse de référence ( $V_r$ ) c'est le paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief... etc.).

### V.2.1. Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

## V.3) Paramètres fondamentaux (B40) :

Pour le cas de notre projet d'après les normes la route à aménager on opte pour une vitesse de référence de **80 km/h** qui correspond à la catégorie L1 selon la norme établie par l'ICTAAL 2000.

# Chapitre V: Tracé en Plan

---

## V.4) Règles et principes du tracé en plan

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans la B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes :

- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à  $RHnd$  (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccords progressifs.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total du tracé.

## V.5) Les éléments du tracé en plan

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

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



Figure n°09 : Élément du tracé en plan.

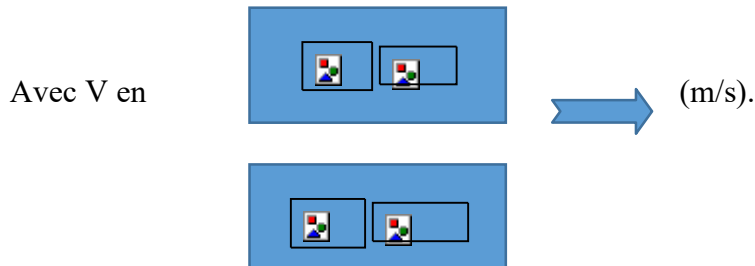
# Chapitre V: Tracé en Plan

---

## V.5.1. Alignements droit

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

Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C, Ove, S, ou à sommet. La longueur maximale  $L_{max}$  est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.



Pour des raisons de sécurité de circulation et d'esthétique, on évitera les cas particuliers suivants :

- Réunion de 2 longues courbes par un alignement court

Solution : alignement à supprimer.

- Réunion de 2 longs alignements par une courbe courte s'est à dire de faible rayon

Solution : augmenter le rayon de sa courbe.

## V.5.2. Les arcs de cercle

Trois problèmes se posent :

- Stabilité des véhicules en courbe.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

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

## Chapitre V: Tracé en Plan

### Remarque

- ❖ Le devers « d » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas)
- ❖ Le devers « d » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux. Ceci nous conduit à la série de couples (Catégorie, d).
- ❖ Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu  $RH_m$  avec :

Environnement Devers	Facile	moyen	Difficile
<b>Devers Minimal</b>			
- Cat 1-2	2.5%	2.5%	2.5%
- Cat 3-4-5	3%	3%	3%
<b>Devers Maximal</b>			
- Cat 1-2	7%	7%	7%
- Cat 3-4	8%	8%	7%
- Cat 5	9%	9%	9%

Tableau n°15: Devers en fonction de l'environnement.

### V.6) Courbes en plan :

#### V.6.1. Le rayon minimal absolu $RH_m$ :

C'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal et Parcourue par la vitesse de référence

$$RH_m = \frac{vr^2(km/h)}{127(d+ft)}$$

#### V.6.2. Le rayon minimal normal $RH_n$ :

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

$$RH_n = \frac{(V_r+20)^2}{127(d+ft)}$$

## Chapitre V: Tracé en Plan

### V.6.3. Le rayon au dévers minimal RHd :

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

Dévers associé

$$RHd = \frac{V_r^2}{127(2.d_{min})}$$

$d_{min} = 2.5\%$  en catégorie 1 – 2

$d_{min} = 3\%$  en catégorie 3 – 4

### V.6.4. Le rayon non déversé RHnd :

C'est le rayon tel que l'accélération centrifuge résiduelle que peut parcourir un véhicule roulant à la vitesse  $V = V_r$  et présente un dévers vers l'extérieur.

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

### V.6.5. Détermination des dévers $d_{max}$ et $d_{min}$ :

	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
d min	-2.50%	-2.50%	-3%	-3%	-4%
d max	7%	7%	8%	8%	9%

Tableau n°16 : Dévers.

## Chapitre V: Tracé en Plan

### V.6.6. Détermination du coefficient transversal $f_t$ :

<b>Vr</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>Cat 1-2</b>	<b>0,22</b>	<b>0,16</b>	<b>0,13</b>	<b>0,11</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>
<b>Cat 3-4-5</b>	<b>0,22</b>	<b>0,18</b>	<b>0,15</b>	<b>0,125</b>	<b>0,11</b>	<b>/</b>

**Tableau n°17: Valeur du coefficient  $f_t$ .**

### V.6.7. Détermination du coefficient $F''$ en fonction de la catégorie :

<b>Catégories</b>	<b>Cat 1</b>	<b>Cat 2</b>	<b>Cat 3</b>	<b>Cat 4</b>	<b>Cat 5</b>
<b>F''</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,075</b>	<b>0,075</b>

**Tableau n°18: Valeur du coefficient « F'' ».**

- **Tableau récapitulatif :**

<b>Vitesse réf</b>	<b>80km/h</b>
<b>dmax</b>	<b>7 %</b>
<b>dmin</b>	<b>-2,50 %</b>
<b>d=dmax-2%</b>	<b>5 %</b>
<b>Ft</b>	<b>0,13</b>
<b>f''</b>	<b>0,06</b>

**Tableau n°19 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques.**

### V.6.8. Rayons en plan d'après les normes B40 :

<b>RHm =</b>	<b>250,00 m</b>	<b>RHN =</b>	<b>400,00 m</b>	<b>RHd =</b>	<b>1000,00 m</b>	<b>RHnd =</b>	<b>1450,00 m</b>
<b>d(RHm)=</b>	<b>7,0%</b>	<b>d(RHN)=</b>	<b>5,0%</b>	<b>d(RHd) =</b>	<b>2,5%</b>	<b>d(RHnd) =</b>	<b>-2,5%</b>

**Tableau n°20 : Les rayons en plan selon B40.**

## Chapitre V: Tracé en Plan

$$R_{hm} = \frac{Vr^2(Km/h)}{127(d+ft)} \Rightarrow R_{hm} = \frac{100^2}{127(0.11+0.07)} = 437,44 \text{ m}$$

$$R_{HN} = \frac{(Vr+20)^2(Km/h)}{127(d+ft)} \Rightarrow R_{HN} = \frac{(100+20)^2}{127(0.11+0.07)} = 629,92 \text{ m}$$

$$R_{Hd} = \frac{Vr^2(Km/h)}{127 \times 2 \times d} \Rightarrow R_{Hd} = \frac{100^2}{127 \times 2 \times 0.025} = 1574,80 \text{ m}$$

$$R_{Hnd} = \frac{Vr^2(Km/h)}{127(F''-dmin)} \Rightarrow R_{Hnd} = \frac{100^2}{127(0.06-0.025)} = 2249,71 \text{ m}$$

On remarque que les valeurs calculées correspondent réellement aux valeurs du tableau N°20 (normes B40).

### V.6.4. Visibilité en courbe

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur de la courbe par un talus de déblai, ou par une construction ou forêt. Pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

### V.6.4. Sur largeur

Un long véhicule à deux (2) essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit. Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement égale à :

$$S = 50 / R \quad / \quad R : \text{ rayon de l'axe de la route.}$$

# Chapitre V: Tracé en Plan

---

## V.7) Courbes de raccordements

Le fait que le tracé soit constitué d'alignement et d'arc ne suffit pas, il faut donc prévoir des raccordements à courbure progressif, qui permettent d'éviter la variation brusque de la courbe lors du passage d'un alignement à un cercle ou entre deux courbes circulaires et ça pour assurer :

- ✓ La stabilité transversale du véhicule.
- ✓ Confort des passagers du véhicule.
- ✓ Transition de la forme de la chaussée.
- ✓ Un tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

### V.7.1. Clothoïde:

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

### V.7.2. Expression mathématique de la Clothoïde :

La Courbure  $K$  linéairement proportionnellement à la longueur curviligne.

$$K = C.L$$

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

# Chapitre V: Tracé en Plan

## V.7.3. Élément de la Clothoïde :

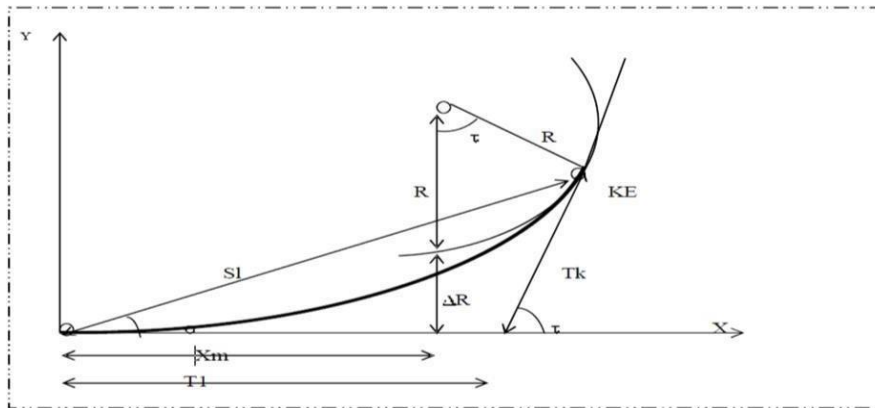


Figure n°10 : Élément de la Clothoïde

R : rayon du cercle.

KA: origine de la Clothoïde.

KE : extrémité de la Clothoïde.

$\Delta R$ : ripage :  $\Delta R = L^2 / 24 * R$

$\tau$ : angle des tangentes :

$$\tau = L / 2 * R$$

$T_C$ : tangente courte.  $T_L$ : tangente longue  $\sigma$ : angle polaire.

SL : corde KE KA.

M: centre du cercle d'abscisse  $X_m$ .

$X_m$ : abscisse du centre du cercle M à partir de KA.

$Y_m$ : cordonnée du centre du cercle M à partir de KA.

X: abscisse de KE

Y : cordonnée de KE

# Chapitre V: Tracé en Plan

## V.7.4. Longueur de Clothoïde

La longueur de la Clothoïde doit satisfaire les trois conditions suivantes :

### Condition d'optique :

Pour la condition d'optique, on adoptera les conditions suivantes :

$$\tau \geq 3^\circ \text{ soit } \tau \geq 1/18 \text{ rads}$$

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

$$\boxed{R/3 \leq A \leq R}$$

### Règle générale (B40) :

$$\begin{matrix} \text{✚} & R \leq 1500m & \Delta R = 1m & (\text{éventuellement } 0.5m) \end{matrix}$$

$$\boxed{L = \sqrt{24R\Delta R}}$$

$$\begin{matrix} \text{✚} & 1500 < R \leq 5000m \end{matrix}$$

$$\boxed{L \geq R/9}$$

$$\begin{matrix} \text{✚} & R \geq 5000m & \Delta R = 2.5 m \end{matrix}$$

$$\boxed{L = 7.75 \sqrt{R}}$$

### Condition de gauchissement :

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



$$L = l \cdot \Delta d \cdot V B$$

**L** : Longueur de raccordement.

**l** : Largeur de la chaussée.

**$\Delta d$**  : Variation de dévers

### Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours  $t$  du raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

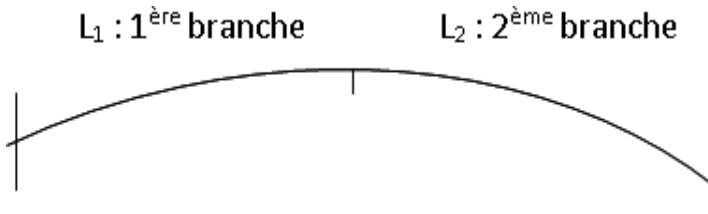
$$L_3 \geq \frac{Vr^2}{18} \left[ \frac{Vr^2}{127R} \Delta d \right]$$

Finalement, la longueur de la Clothoïde sera le Max entre les L des 3 conditions.

# Chapitre V: Tracé en Plan

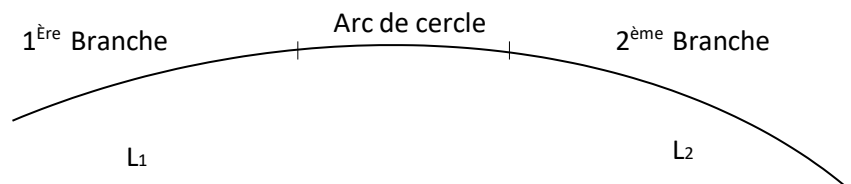
## V.7.5- Vérification de non chevauchement

**1<sup>er</sup> cas :**  $\tau < \frac{Y}{2}$ : Les deux alignements droits sont raccordés par les 2 branches de Clothoïde donc non chevauchement.



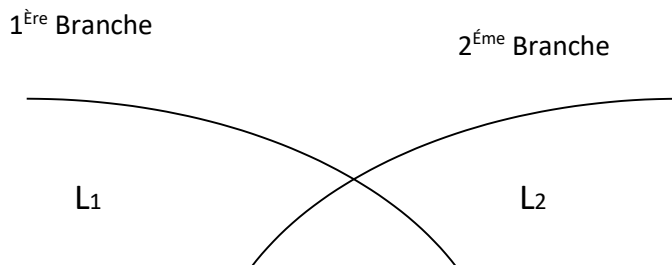
### Clothoïde sans arc de cercle :

**2<sup>ème</sup> cas :**  $\tau = \frac{Y}{2}$ : les 2 alignements droits sont raccordés par les 2 branches de Clothoïde sans arc de cercle.



### Clothoïde avec arc de cercle :

**3<sup>ème</sup> cas :**  $\tau > \frac{Y}{2}$ : la construction de la Clothoïde est impossible = chevauchement.



**Clothoïde impossible.**

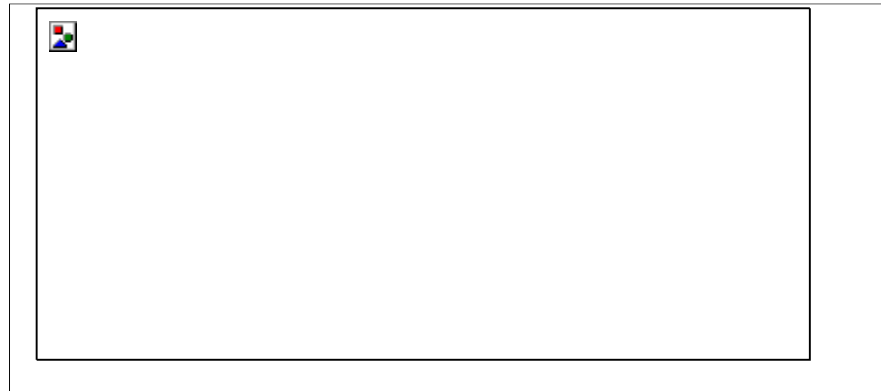
## Chapitre V: Tracé en Plan

---

Pour résoudre le problème, il faut jouer avec les 2 inconnues L et R et comme L est limitée par les 3 conditions précédentes (condition d'optique, de gauchissement et de confort dynamique).

La seule solution est d'augmenter le rayon R.

### V.8. Exemple de calcul manuel d'axe de la trace en plan :



#### Calcul du Gisement de la direction S<sub>1</sub>S<sub>2</sub>

$$GS_{1S2} = \arctg \frac{\Delta x}{\Delta y} = \arctg \frac{X_{s2} - X_{s1}}{Y_{s2} - Y_{s1}}$$

G=gis si ( $\Delta x > 0$  et  $\Delta y > 0$ ) ,

G=200-gis si ( $\Delta x > 0$  et  $\Delta y < 0$ )

G=gis+200 si ( $\Delta x < 0$  et  $\Delta y < 0$ )

G=400-gis si ( $\Delta x < 0$  et  $\Delta y > 0$ )

*a-Distance* : la distance S<sub>1</sub>S<sub>2</sub> est donnée par la relation :

$$S_{1S2} = \sqrt{(X_{s2} - X_{s1})^2 + (Y_{s2} - Y_{s1})^2}$$

*b -L'angle au centre* : D'après le cas de figure, l'angle au centre  $\beta$  est donné par:

$$\beta = G_{SB} - G_{AS}$$

## Chapitre V: Tracé en Plan

Pour notre projet on a :

### - Coordonnées des points aux sommets

Sommets	X	Y
A	294409.35	3968997.12
S1	294485.91	3969034.23
S2	294540.00	3968910.82
B	294609.63	3969047.36

$$R_{\overline{AZ}} = 700,00 \text{ m} ; \text{ et } A > \frac{R}{3} = 233,333 \quad \text{on prendre } A = 350$$

$$L = \frac{A^2}{R} = 175 \text{ m} \quad ; \quad \frac{L}{R} = 0.25$$

### - Calcul des gisements

$$|\Delta x_{AS1}| = |x_2 - x_1| = 76.56 \text{ m}$$

$$|\Delta y_{AS1}| = |y_2 - y_1| = 37.11 \text{ m}$$

$$G_A^{S1} = 100 - \text{Arctg}\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right) = 71.23 \text{ grade}$$

$$D = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 85.07 \text{ m}$$

$$|\Delta x_{S1S2}| = |x_{S2} - x_{S1}| = 54.09 \text{ m}$$

$$|\Delta y_{S1S2}| = |y_{S2} - y_{S1}| = 123.41 \text{ m}$$

$$G_{S1}^{S2} = \text{Arctg}\left(\frac{\Delta x}{\Delta y}\right) = 26.29 \text{ grade}$$

$$D = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 134,74 \text{ m}$$


### - Calcul de l'angle $\beta$ :

$$\beta = |G_{S1}^{S2} - G_{SA}^{S1}| = |26.29 - 71.23| = 44.94 \text{ grade}$$

## Chapitre V: Tracé en Plan

**-Vérification de non chevauchement:**

$$\tau = \frac{L}{2R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{175}{2 \times 700} \times \frac{200}{\pi} = 11.68 \quad ; \quad \frac{\beta}{2} = 31.75 \text{ grad}$$



$$r < \frac{Q}{2}$$

Donc la condition de non chevauchement est **vérifiée**.

**-Calcul de distance :**

$$\overline{AS1} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 85.07 \text{ m}$$

$$\overline{S1S2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 134,74 \text{ m}$$

- Calcul des coordonnées:

(Abscisse) 
$$X = L - \frac{L^3}{40.R^4} = L - \frac{175^3}{(700)^4} \quad \boxed{X_{KE} = 175,00\text{m}}$$

(Origine) 
$$y = \frac{L^2}{6R} = \frac{175^2}{6 \times 700} \quad \boxed{Y_{KE} = 7,29\text{m}}$$

**Calcul de l'abscisse du centre du cercle :**

$$X_0 = \frac{A^2}{2R} \cong \frac{L}{2} \quad \boxed{X_0 = 87,50\text{m}}$$

- Calcul des coordonnées SL:

$$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2} = \sqrt{(175)^2 + (7.29)^2} \quad \boxed{SL = 175,15\text{m}}$$

- Calcul de l'angle polaire  $\sigma$ :

$$\sigma = \arctg\left(\frac{Y_{KE}}{X_{KE}}\right) = \arctg\left(\frac{7,29}{175}\right) \quad \boxed{\sigma = 2,65 \text{ gr}}$$

- Calcul de la longueur de la section tangente de la clothoïde « t »

$$t = (R + \Delta R) \operatorname{tg} \frac{\sigma}{2} = (700 + 0,50) \operatorname{tg}\left(\frac{31,75}{2}\right) \quad \boxed{t = 178,39 \text{ m}}$$

Calcul de la grande tangente T :

$$T = X_0 + t = 87,50 + 178,39 \quad \boxed{T = 265,89\text{m}}$$

## Chapitre V: Tracé en Plan

- Calcul de la Bissectrices Biss:

$$\text{Biss} = \frac{R + \Delta R}{\cos \frac{Q}{2}} - R = \frac{700 + 0,5}{\left(\frac{63,51}{2}\right)} - 700$$

**Biss=97,83m**

- Calcul de l'arc de cercle Lc (KE1-K)

$$= \beta - 2 \tau = 63,51 - 2 \times (11,68)$$

**= 40,15 gr**

$$Lc = \frac{R \cdot \pi}{200} = \frac{40,15 \cdot 700 \cdot \pi}{200}$$

**Lc=60,295m**

- Calcul de la développée total Dt :

$$Dt = Lc + 2L = 60,295 + 2(175)$$

**Dt=410,295m**

**Calcule des cordonnées des points singuliers ( KA,KE) :**

$$X_{k_{AS1}} = X_A - (AS1 - T) \sin GAS1 = 265016,22 \text{ m}$$

$$Y_{k_{AS1}} = Y_A - (AS1 - T) \cos GAS1 = 1733307,60 \text{ m}$$

$$X_{k_{E1}} = X_{K_{AS1}} + SL \cdot \sin (GAS1 - \sigma) = 265170,49 \text{ m}$$

$$Y_{k_{E1}} = Y_{K_{AS1}} + SL \cdot \cos (GAS1 - \sigma) = 1733390,52 \text{ m}$$

$$X_{k_{S1S2}} = X_{S1} + T \cdot (\sin GS1S2) = 294592,61 \text{ m}$$

$$Y_{k_{S1S2}} = Y_{S1} + T \cdot (\cos GS1S2) = 3969277,76 \text{ m}$$

$$X_{k_{E2}} = X_{k_{S1S2}} - SL \sin (GS1S2 - \sigma) = 294529,00 \text{ m}$$

$$Y_{k_{E2}} = Y_{k_{S1S2}} - SL \cos (GS1S2 - \sigma) = 3969114,56 \text{ m}$$

**Les résultats de calcul d'axe sont joints en annexe**

# **Chapitre VI**

## **Profil en long**

# Chapitre VI : Profil en Long

---

## **VI.1. Définition :**

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive, donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne. Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers. Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles.

## **VI.2. Règles à respecter dans le tracé de la ligne rouge :**

Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire, mais elle doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Parmi ces conditions il y a lieu :

- D'adapter au terrain naturel pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux. De rechercher l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais
- De ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les règlements.
- D'éviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance.
- D'éviter les hauteurs excessives de remblais.
- Prévoir le raccordement avec les réseaux existants.
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- D'assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.

## **VI.3. Eléments de composition du profil en long :**

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

- L'altitude du terrain naturel
- L'altitude de la ligne du projet
- La déclivité de la ligne du projet

## Chapitre VI : Profil en Long

---

### **VI.4. Coordination entre le tracé en plan et le profil en long :**

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, respecter les règles de visibilité et autant que possible, un certain confort visuel ; ces objectifs incitent à :

Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

$R_{\text{vertical}} > 6 \times R_{\text{horizontal}}$ , pour éviter un défaut d'inflexion.

Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible.

### **VI.5. Déclivité :**

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente) et de confort (Puissance des véhicules en rampe). Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait la ligne rouge du profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

#### **VI.5.1. Déclivité minimum :**

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits « en palier » sont si possibles à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales. la pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

#### **VI.5.2. Déclivité maximum :**

Du point de vue technique, la déclivité maximale dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée (ce phénomène concerne tous les véhicules), ainsi de la réduction des vitesses qu'elle provoque ou les camions (poids lourds) sont déterminants car la plupart des véhicules légers ont une grande puissance. Donc Il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 8%.

<b>Vr (km/h).</b>	40	60	80	100	120	140
<b>Imax</b>	8	7	6	5	4	4

**Tableau n°21 : Valeur de déclivité maximale [NormesB40]**

## VI.6. Les raccords en profil en long :

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

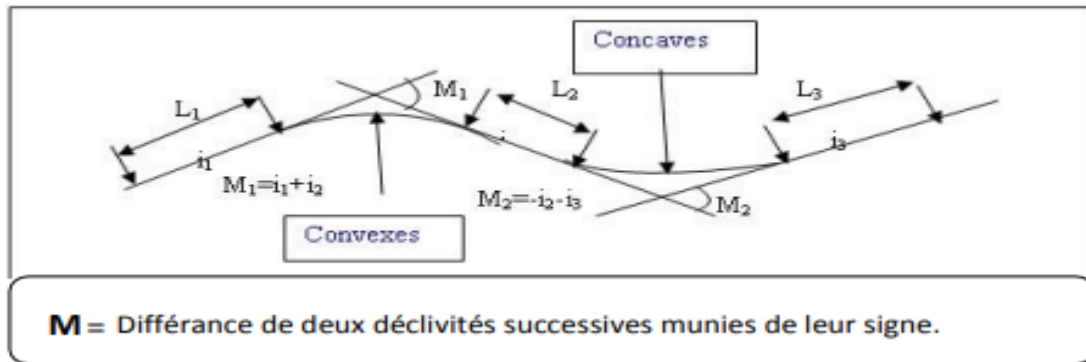


Figure n°20 : Raccordement convexe et concave.

### VI.6.1. Raccordements convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccords paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire aux deux conditions suivantes :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

#### VI.6.1.1. Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à :

«  $g/40$  (cat 1-2) et  $g/30$  (Cat 3-4-5) », Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2 / R_v < g / 40 \quad \text{avec} \quad g = 10 \text{ (m / s}^2\text{)} \quad \text{et} \quad v = V / 3,6$$

D'où :

$$R_{v\min} \geq 0,30 V^2 \text{ (cat 1-2).}$$

$$R_{v\min} \geq 0,23 V^2 \text{ (cat 3-4-5).}$$

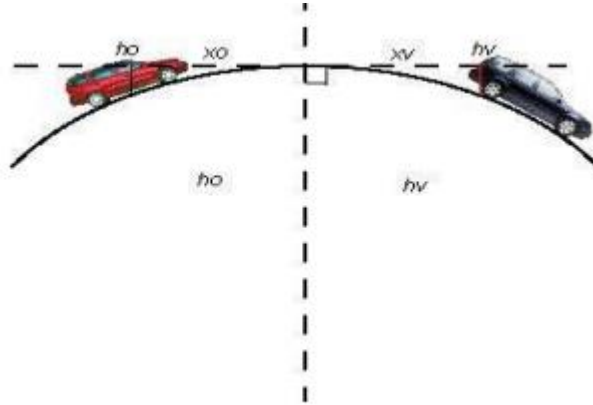
Tel que :

$R_v$  : c'est le rayon vertical (m) et  $V$  : vitesse de référence (km /h).

## Chapitre VI : Profil en Long

### VI.6.1.2. Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de la condition de confort.



**Figure n°21 : Visibilité.**

Il faut que deux véhicules qui circule en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt minimum. Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$Rv \geq \frac{d^2}{2 \cdot (h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 \cdot h_1})} \approx 0.27D^2$$

$d$  : Distance d'arrêt (m).

$h_0$  : Hauteur de l'œil (m).

$h_1$  : Hauteur de l'obstacle (m).

Dans le cas d'une route unidirectionnelle :

$$h_0 = 1,1 \text{ m}, h_1 = 0,15 \text{ m}$$

On trouve :  $Rv = a d_1^2$  a = 0,24

Pour Cat 1-2  $Rv = 0,24 d_1^2$

Les rayons assurant ces deux conditions sont donnés par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base  $Vb=100$  (Km/h) et pour la catégorie 1-2 on a :

Rayon	symbole	valeur
<b>Min-absolu</b>	RVm1	2 500
<b>Min-normal</b>	RVN1	6 000
<b>Dépassement</b>	RVD	11 000

**Tableau n°22 : Rayons convexes (angle saillant) [B40]**

## Chapitre VI : Profil en Long

---

### VI.6.2. Raccordements concaves (angle rentrant) :

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité diurne n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R'v = \frac{d1^2}{1.5+0.035 \times d1}$$

Dans notre cas :

Rayon	Symbole	Valeur
Min -absolu	Rvm1	2500
Min - normal	RVN 1	6000
Dépassement	RVD	11000

Tableau n°23 : Rayons concaves (angle rentrant).

### VI.7. Détermination pratique du profil en long :

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$$X^2 + Y^2 - 2R Y = 0$$

À l'équation de la parabole

$$X^2 - 2RY = 0 \rightarrow Y = \frac{X^2}{2R}$$

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

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) des points A et D.
- Donnée La pente P<sub>1</sub> de la droite (AS).
- Donnée la pente P<sub>2</sub> de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.



## Chapitre VI : Profil en Long

---

### VI.7.3. Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR=2T$$

### VI .7.4. Calcul de la flèche :

$$H=\frac{T^2}{2R}$$

### VI.7.5. Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

$$M \begin{cases} H_x = x^2 / 2R \\ Z_M = Z_B + X_{p1} - X^2 / 2R \end{cases}$$

### VI.7.6. Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (T) :

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$X_1=R.p_1 ; X_2= R.p_2 \quad X_J = X_E + R.P_1$$

$$\begin{cases} X_j = X_E + R.P_1 \\ Z_j = Z_E + X_1.P_1 \frac{X_1}{2R} \end{cases}$$

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne de projet et ne présente aucun intérêt. Par contre dans le cas des pentes de sens contraire, La connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, le partage des eaux de ruissellement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J ver A et D.

### VI.8. Exemple de calcul de profil en long Rentrant :

#### Calcul de la tangente :

- Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

$$T = \frac{Rv}{200} |P1+P2|$$

- Dans le cas où les déclivités sont de même sens :

$$T = \frac{Rv}{200} |P1-P2|$$

**$R_v = 10500 \text{ m.}$**

$$T = \frac{10500}{200} |-3.23+4.75|$$

**$T = 79.8 \text{ m}$**

**La longueur L du raccordement verticale :**

$$L = 2 \times T$$

$$L = 2 \times 79.8$$

**$L = 159.6 \text{ m}$**

**La flèche F :**

$$F = \frac{T^2}{2RV}$$

$$F = \frac{79.8^2}{2(10500)}$$

**$F = 0.3 \text{ m}$**

## Chapitre VI : Profil en Long

---

Le tableau suivant donne les différentes valeurs relatives à notre projet :

<b>Elément Sommet</b>	<b>P1 P2 %</b>	<b>Nature du rayon</b>	<b>Sens des pentes</b>	<b>Les rayons (m)</b>	<b>T (m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>F (m)</b>
<b>S1</b>	-3.23 4.75	Saillant	Sens contraire	10500	<b>79.8</b>	<b>159.6</b>	<b>0.3</b>
<b>S2</b>	4.75 -1.76	Rentrant	Sens contraire	13000	<b>71.51</b>	<b>143.02</b>	<b>0.196</b>
<b>S3</b>	-1.76 4.06	Saillant	Sens contraire	20000	<b>230</b>	<b>460</b>	<b>1.32</b>
<b>S4</b>	4.76 2.94	Rentrant	Même sens	6000	<b>54.6</b>	<b>109.2</b>	<b>0.24</b>

**Tableau n°24 : Valeurs de la tangente et de la flèche.**

# **Chapitre VII**

## **Profil en travers**

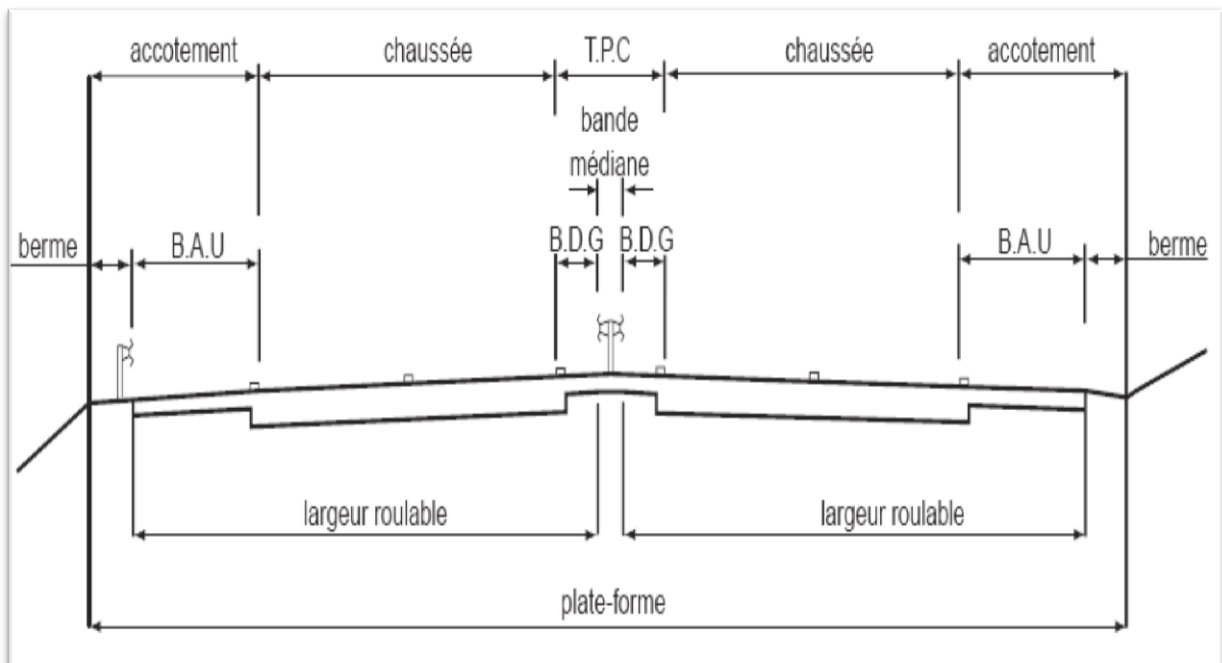
## Chapitre VII: Profil en travers

### VII.1. Généralités :

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

### VII.2. Les éléments du profil en travers :

Figure n°23 : Eléments du profil en travers.



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

#### **a- La chaussée :**

C'est la partie renforcée et affectée à la circulation des véhicules. Pour subir directement les actions des véhicules et les facteurs naturels, sa largeur dépend essentiellement de considération de débit, elle est divisée en voies de circulations.

#### **b- Les accotements :**

Les accotements se trouvent aux cotés de la chaussée, ils étaient utilisés auparavant soit pour le dépôt des matériaux soit pour les piétons, maintenant, ils sont utilisés pour stationnement.

Sur les routes importantes la largeur des accotements est de 2 à 2.5m utilisés comme bande d'arrêt, mais dans notre cas sa largeur est de 1.5m.

**c- Plate-forme :**

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

**d- L'assiette :**

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

**e- L'emprise :**

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

**f- Le talus :**

Le talus a une inclinaison qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue, cette inclinaison est désignée par une fraction (A/B) tel que :

A : la base du talus.

B : hauteur du talus.

**g- Le fossé :**

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

**h- Le terre-plein central T.P.C :**

Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

- **Bande dérasée de gauche (B.D.G) :** Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, Elle est dégagée de tous obstacles, revêtu et se raccorde à la chaussée.
- **Bande médiane :** Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation, etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implanter.

**i- La largeur roulable :**

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

## **VII.3. Classification du profil en travers**

Ils existent deux types de profil :

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

### **1-Le profil en travers type :**

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

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

### **2- Le profil en travers courant :**

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

## Chapitre VII: Profil en travers

### VII.4. Application numérique au projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour la Pénétrante sera composé d'une chaussée unidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

Element de chaussée	Largeur (m)	nombre	Largeur total (m)
<b>Voie de circulation 2×3</b>	<b>3.5</b>	<b>6</b>	<b>21.0</b>
<b>Terre-plein central (T.P.C)</b>	<b>4.0</b>	<b>1</b>	<b>4.0</b>
-Bande dérasée de gauche (B.D.G)	1.0	2	2.0
-Bande médiane (B.M)	2.0	1	2.0
<b>Accotement</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>5.0</b>
-Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	1.5	2	3.0
-La berme	1.0	2	2.0
Totale(m)			30.0
<b>Dévers en section droite et dans les rayons non déversé</b>			
Chaussée		2.5% vers l'extérieure	
Bande dérasée de gauche (B.D.G)		2.5% vers l'extérieure	
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		4% vers l'extérieure	
Berme extérieure		8% vers l'extérieure	
<b>Dévers en courbe</b>			
Chaussée		2.5%	
Bande dérasée de gauche (B.D G)		2.5%	
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		2.5%	

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour la pénétrante sera composé d'une chaussée unidirectionnelle. Les éléments du profil en travers types sont comme suit :

**Chaussée** :  $(3.5 \times 3) \times 2 = 21$  m.

**Accotement** :  $2,50 \times 2 = 5,00$  m.

**Un terre-plein central** : 4,00 m

**NB** : La largeur totale de la plate-forme est de 30m.

# **Chapitre VIII**

## **Cubatures**

### **VIII.1) Généralités :**

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

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

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

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

### **VIII.2) Définition :**

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

### **VIII.3) Méthode de calcul des cubatures :**

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

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

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

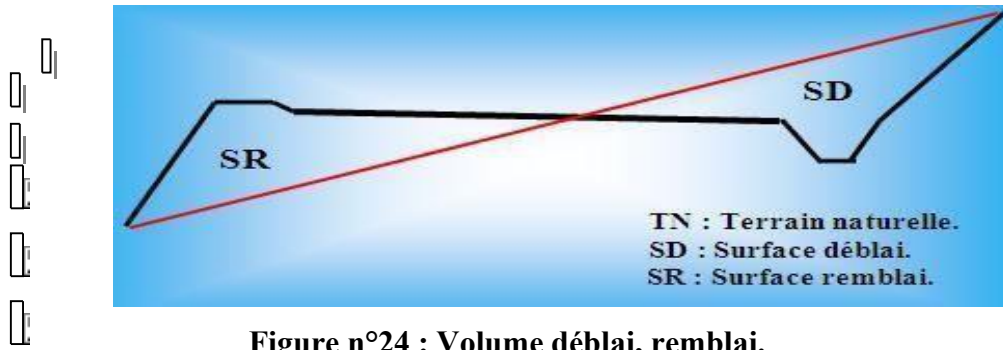


Figure n°24 : Volume déblai, remblai.

### VIII.3.1. Formule de Mr SARRAUS :

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

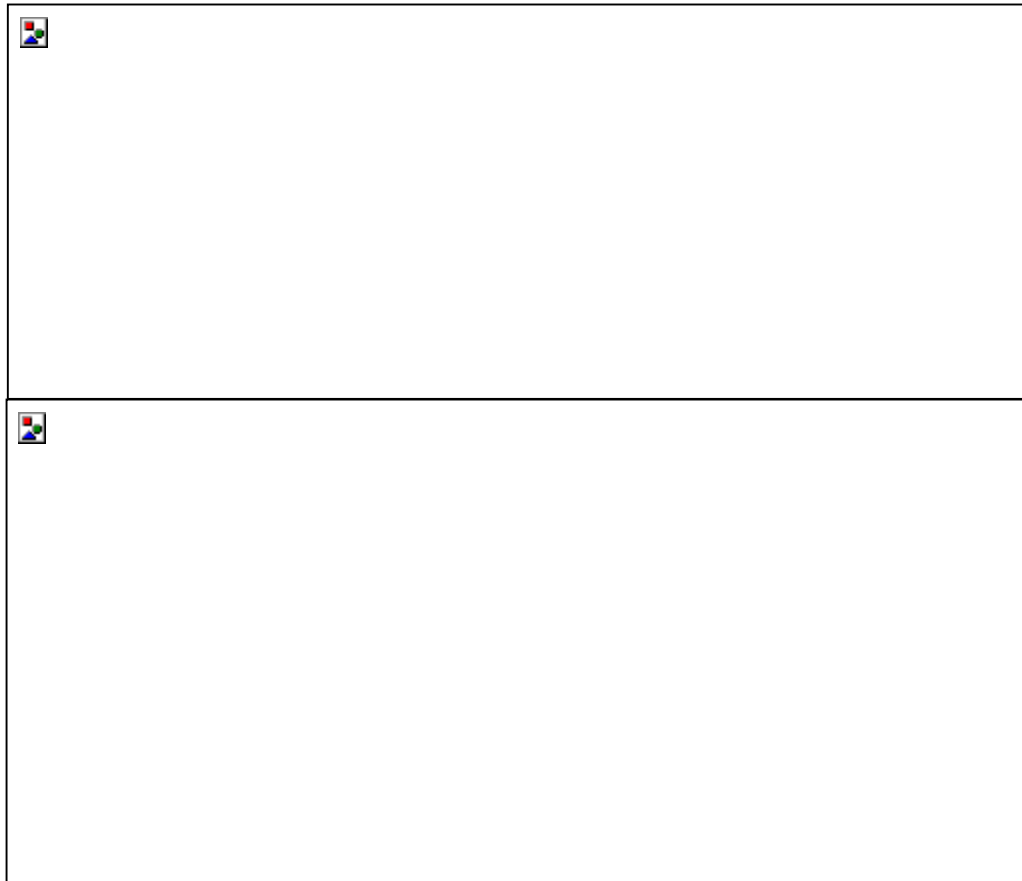


Figure n°25 : Calcul volume déblai Remblai.

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

**PF** : profil fictive, surface nulle.

- ✓ **S<sub>i</sub>** : surface de profil en travers P<sub>i</sub>.
- ✓ **L<sub>i</sub>** : distance entre ces deux profils.
- ✓ **S<sub>MOY</sub>** : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance L<sub>i</sub>).

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions **S<sub>MOY</sub>** et **(S<sub>1</sub>+S<sub>2</sub>) / 2** ; Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

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

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

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

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

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

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

### **VIII.3.2. Méthode de GULDEN :**

Dans cette méthode les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée pour obtenir les volumes et les surfaces. Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné.

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée. Si on utilise la méthode de GULDEN, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens.

### **VIII.3.3. Méthode linéaire :**

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

### VIII.3. Application au projet

Dans notre projet, le calcul est fait par logiciel Covadis. Les résultats détaillés sont en annexe.

L'objectif fixé est de réduire au maximum la différence entre les volumes de déblais et remblais.

Volume total de décapage = **126454,3 m<sup>3</sup>**

Volume des déblais :  **$V_D = 163706,2 \text{ m}^3$**

Volume des remblais :  **$V_R = 287597,8 \text{ m}^3$**



Différence de volume :  **$V_D - V_R = - ( 123891.6 ) \text{ m}^3$**

# **Chapitre XII**

## **Signalisation**

### IX.1. Introduction

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

Et aussi des conditions thermiques, pluie, neige, verglas etc.....

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

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

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

Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

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

Principe de la constitution des chaussées

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

- **De la charge des véhicules**

La charge maximale autorisée sur un jumelage isolé est de 65 KN (6,5 tonnes) soit un essieu standard de 130 KN (13 T).

Il arrive également que cette charge maximale dépassée à cause de phénomène de surcharge.

- **Des intempéries**

Les variations de la température peuvent engendrer dans les solides élastiques des champs de contrainte et engendrer aussi : les effets du gel, les efforts de l'ensoleillement sur la déformation des mélanges bitumineux, et sur le vieillissement du bitume.

## Chapitre IX Dimensionnement du corps de chaussée

---

- **Des efforts tangentiels**

Lorsqu'un véhicule est en mouvement apparaissent des efforts horizontaux du fait :

- De la transmission de l'effort moteur ou du freinage.
- De la mise en rotation des roues non motrice.
- De la résistance aux efforts transversaux.

Toutes ces actions tangentiels s'accompagnent de frottement dans lesquels se dissipent de l'énergie et qui usent les pneumatiques et les chaussées.

### **IX.2. La chaussée :**

- **Définition :**

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

- ❖ **Couche de surface :**

Elle composée de la couche de roulement et la couche de liaison et elle est en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieure. Son rôle est de :

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer la sécurité (adhérence) et le confort (bruit et uni.)
- Assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

- ❖ **Couche de base**

Elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

- ❖ **Couche de fondation**

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

## Chapitre IX Dimensionnement du corps de chaussée

### ❖ Couche de forme

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

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

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

### IX.3. Les différentes catégories de chaussée

Il existe deux catégories de chaussées :

- Les chaussées classiques (souples et rigides)
- Les chaussées inverses (mixtes ou semi-rigides)

#### Structures de chaussée

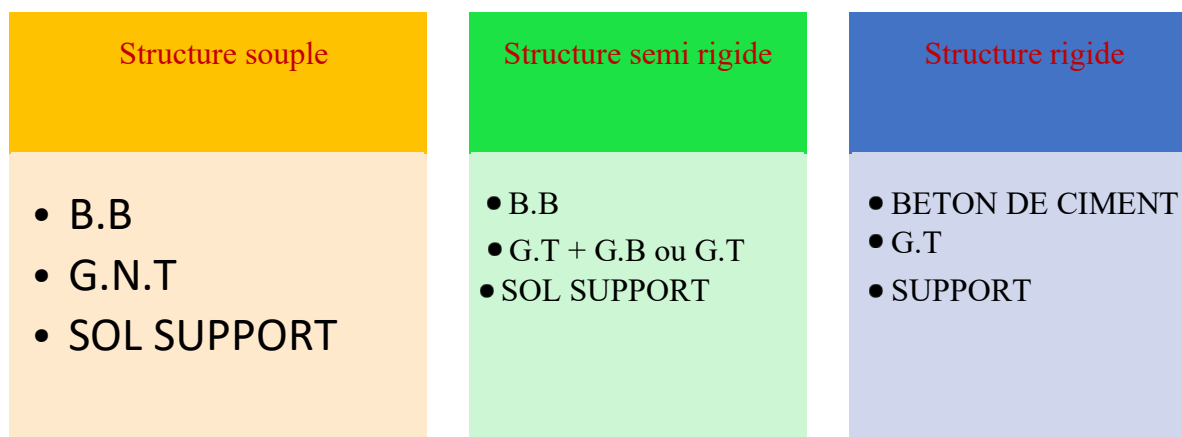


Figure n°26 : Les différentes catégories de chaussée.

BB : béton bitumineux

GB : grave bitume

GT : grave traité

G.N.T : grave non trait.

## Chapitre IX Dimensionnement du corps de chaussée

---

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

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

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

Enfin, on examinera les différentes méthodes de dimensionnements avec une application au projet.

### **IX.4. Les principales méthodes de dimensionnement**

On distingue deux familles des méthodes :

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

Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées.

#### **Method C.B.R (California – Bearing – Ratio)**

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

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

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

## Chapitre IX Dimensionnement du corps de chaussée

---

Avec :

e : épaisseur équivalente.

I : indice CBR (sol support).

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

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

Log : logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

$a_1 \times e_1$  : couche de roulement

$a_2 \times e_2$  : couche de base

$a_3 \times e_3$  : couche de fondation

Où :

$a_1, a_2, a_3$  : coefficients d'équivalence.

$e_1, e_2, e_3$  : épaisseurs réelles des couches.

### Coefficient d'équivalence

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

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

Tableau n°25 : Coefficient d'équivalence des matériaux.

Lorsque le corps de chaussée est composé par des différents matériaux, on utilise le coefficient d'équivalence de chaque matériau :

$$e = \sum_{i=0}^n a_i \cdot e_i$$

### IX.5. Application au projet

#### Méthode de l'indice CBR :

##### 1) Données de l'étude :

- Le trafic à l'année 2022 TJMA2022= 11651v/j sens.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic  $\tau = 4\%$ .
- La vitesse de base sur le tracé  $V_b = 100$  km /h.
- Le pourcentage de poids lourds  $Z=30\%$ .
- L'année de mise en service 2025.
- La durée de vie estimée est de 20 ans.
- Environnement E1 et la catégorie C 2
- **ICBR =5 (terrain Agricole)**
- 

Calcul du trafic du VPL a l'année de mise en service :

$$N_1 = TMJA_{2025} \times \%PL$$

$$N_1 = 14175 \times 0.3 = 4252 \text{ VPL/J}$$

Calcul du trafic du VPL a l'année horizon :

$$N_n = N_1 (1+\tau)^n$$

$$N_{20} = 4252(1+0.04)^{20} = 9316 \text{ VPL/J}$$

## Chapitre IX Dimensionnement du corps de chaussée

---

### 2) Calcul d'épaisseur théorique :

On a C.B.R = 8

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

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{9316}{10})}{8 + 5}$$

$$e = 51.64 \text{ cm}$$

$$e \approx 52 \text{ cm}$$

### Calcul des épaisseurs des différentes couches :

Lorsque le corps de la chaussée est composé par des différents matériaux, on utilise le coefficient d'équivalent de chaque matériau :

$$e = \sum_i^n C_i e_i$$

On propose les matériaux suivants de chaque couche :

#### Couche de roulement « Béton bitumineux BB »

D'après le tableau ci-dessous

$$a_1 = 2.00$$

$$e_1 = 2 \times 8 = 16 \text{ cm}$$

#### Couche de Base « Grave Bitume GB » :

$$a_2 \times e_2 = 15 \times 1.5 = 22.5 \text{ cm}$$

#### Couche de Fondation « Grave Non Traité GNT »:

$$a_3 = 0.6$$

### Epaisseur équivalente :

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

## Chapitre IX Dimensionnement du corps de chaussée

---

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

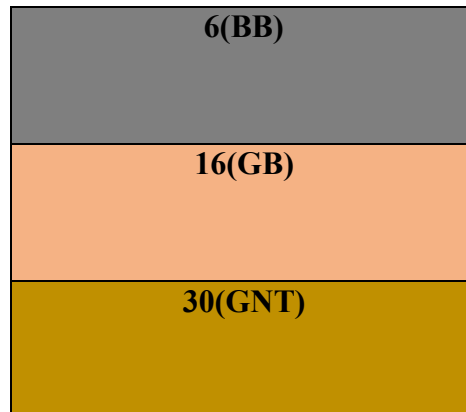
$$e = 8 \times 2 + 15 \times 1,5 + e_3 \times 0,6 = 67 \text{ cm}$$

$$e_3 = [67 - (8 \times 2 + 15 \times 1,5)] / 0,6 = 48,8 \text{ cm}$$

$$e_3 = 48,8 \times 0,6 = 30 \text{ cm}$$

Donc l'épaisseur réelle est de

$$6(\text{BB}) + 16(\text{GB}) + 30(\text{GNT})$$



Couche de forme 15 cm

Figure n°27 : Les couches de corps de chaussée.

# **Chapitre X**

## **Etude Géotechnique**

## **X.1 Introduction :**

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques, chimique et mécaniques des roches et des sols qui vont jouer le rôle d'assise pour la structure de chaussée. Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

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

La reconnaissance de sol, utilisant différents équipements et instrumentation sur terrain ou au laboratoire est un moyen pour le géotechnicien, à mieux connaître les sols et surtout le massif de sol étudié appelé à supporter dans de bonnes conditions le projet.

La géotechnique routière est la branche de la géotechnique qui traite des problèmes intéressant la route, dans toutes ses parties. Elle étudie notamment : les remblais, les fondations de chaussée et la construction des diverses couches de la chaussée.

## **X.2 Objectif de la géotechnique routière :**

- Définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée,
- Etablir le projet de terrassement,
- Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le corps de la chaussée.

## **X.3 Moyens de reconnaissance :**

Les moyens de reconnaissance d'un tracé routier sont essentiellement :

- L'étude des archives et documents existants (cartes géologiques et géotechniques)
- Les visites sur site.
- Les essais « in-situ ».
- Les essais de laboratoire.

## **X.4 Réglementation algérienne en géotechnique :**

La géotechnique couvre un grand champ qui va de la reconnaissance des sols au calcul et à l'exécution des ouvrages en passant par les essais de sols en laboratoire ou en place (in situ). Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols couramment réalisés en laboratoire dans le cadre des études géotechnique.

- ✓ Les essais de laboratoire : essais d'identification et de classification.
- ✓ Les essais en place (essais pressiométriques, pénétromètre statique ou dynamique).

## **X.5 Les essais en géotechnique :**

### **Introduction :**

La détermination des caractéristiques d'un sol nécessite la réalisation d'essais. Certains essais (relatifs au comportement à court terme), peuvent être effectués de deux façons :

- Au laboratoire après prélèvement d'échantillon intacts (ou non remaniés).
- Au sein du massif de sol, par un essai en place ou in situ.

Les essais permettant la détermination des caractéristiques à long terme sont réalisés au laboratoire sur des échantillons de sol intacts.

Les essais in situ en géotechnique permettent d'approfondir l'étude des sols et des roches avant toute construction en surface ou en profondeur. Parfois discrédités au profit des essais de laboratoire, ils évitent pourtant toute contrainte de transport et de conservation susceptible d'altérer les prélèvements et leurs résultats.

### **Les avantages de l'essai in situ sont les suivants :**

- Son exécution est rapide, donc on peut le multiplier pour permettre une meilleure reconnaissance du sol.
- Il est parfois le seul à réaliser lorsqu'on ne peut pas extraire des échantillons intacts.
- Il donne des résultats globaux par rapport aux essais de laboratoire qui donnent des résultats discontinus.

### **L'implantation des puits de reconnaissance :**

Les puits de reconnaissance creusés à ciel ouvert, réalisés à l'aide d'une pelle mécanique jusqu'au refus ou stoppée à 3.00 m de profondeur avaient pour objectif :

- La détermination des agencements lithologiques des strates rencontrées.
- La prise des échantillons remaniés en vue des essais de laboratoire.

# Chapitre X: Etude géotechnique

---

D'autre part des densités in situ et des teneurs en eau ont été mesurés au droit de chaque puits à l'aide du gamma densimètre

## X.5.1 Essais physiques :

### 1) La teneur en eau naturelle « W » : NF P 94-050

#### **a. Définition :**

On désigne par teneur en eau la quantité d'eau contenue dans un échantillon de matière, par exemple un échantillon de sol, de roche, de céramique ou de bois, la quantité étant évaluée par un rapport de poids humides sur poids secs.

#### **b. But :**

L'essai de teneur en eau permet de déterminer quel est le pourcentage massique (W%) d'eau dans le sol étudié, c'est-à-dire quelle est la masse d'eau présente par rapport à 100 grammes de sol sec.

#### **c. Appareillages utilisés :**

- Etuve sèche
- Des récipients
- Balance :
  - Balance sensible à 0,01g près pour les sols fins
  - Balance sensible à 0,1g près pour les sols sableux
  - Balance sensible au gramme près pour les sols grossiers.

#### **d. Mode opératoire :**

**N.B :** l'essai doit se faire sur deux prises pour en fin prendre la moyenne.

- Rendre un récipient propre, sec et taré, y placer un échantillon de sol humide d'un poids minimum de :
  - 30g pour les sols fins
  - 300g pour les sols moyens
  - 3000g pour les sols grossiers
- On les place à l'étuve après 15 heures on prend le poids. En principe entre les deux pesées, de la différence est inférieure à 0,1%.

#### **Calcul de la teneur en eau :**

Soit Ph le poids humide de l'échantillon et Ps le poids sec de l'échantillon

$$W = \frac{Ps}{Ph} \times 100$$

## Chapitre X: Etude géotechnique

---

### ❖ Phase 1 : Déterminer "Ph" le poids Humide

- Sur le terrain, disposer d'une balance type balance de cuisine et d'une poêle à frire.
- Poser la poêle sur la balance et faire la tare. (La balance doit indiquer « 00 » lorsque la poêle est dessus).
- Répartir dans la poêle une couche de sol épaisse d'environ 2cm.
- Noter le poids indiqué par la balance. C'est le poids humide (Ph).

### ❖ Phase 2 : Déterminer Ps

- Installer le réchaud à Gaz sur un endroit plan et abrité.
- Utiliser des gants et une spatule afin de prévenir tout risque de brûlure. Allumer le réchaud et « cuire » le sol en le mélangeant jusqu'à obtenir un mélange poudreux et totalement sec. (En laboratoire on évapore l'humidité du sol en le plaçant 24 heures dans une étuve à 105°).
- Laisser la poêle et le mélange refroidir sous surveillance.
- Peser le mélange et noter le poids sec indiqué. C'est le poids sec (Ps).

### ❖ Phase 3 : Déterminer W%

- A l'aide de la calculette, en prenant garde aux priorités de calcul, remplacer les valeurs de Ps et Ph dans la formule mathématique et déterminer la teneur en eau (W) du sol étudié.

$$[(Ph - Ps) : Ps] \times 100 = \text{Teneur en eau (W)}$$



**Figure n°28 : Matériels d'essai teneur en eau.**

### **2) Masse volumique (NF P 94-054, NF P 94-053)**

#### **a. Définition :**

( $\gamma$ ) est la masse d'un volume unité de sol :

$$\gamma = W / V$$

On calcule aussi la masse volumique sèche :

$$\gamma_{ds} = W_s / V$$

#### **b. Principe de l'essai :**

On utilise le principe de la poussée d'Archimède.

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

#### **c. But de l'essai :**

Le but de cet essai est de déterminé expérimentalement au laboratoire de certaine caractéristique physique des sols.

#### **d. Domaine d'utilisation :**

Cet essai est utilisé pour classer les différents types de sols.

### **3) Analyse granulométrique par tamisage :**

#### **a. Définition :**

L'analyse granulométrique est l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille, ...). Par métonymie, c'est aussi le nom donné au résultat de cette analyse.

**Granularité :** distribution dimensionnelle des grains.

**Refus :** sur un tamis : matériau qui est retenu sur le tamis.

**Tamisât (ou passant) :** matériau qui passe à travers le tamis.

C'est la fraction d'un matériau comprise entre 80  $\mu\text{m}$  et 50 mm, détermination de la classe granulométrique.

# Chapitre X: Etude géotechnique

Par deux méthodes :

- Tamisage par voie humide (NFP P 94-041)
- Tamisage à sec après lavage (NF NP P 94-056)

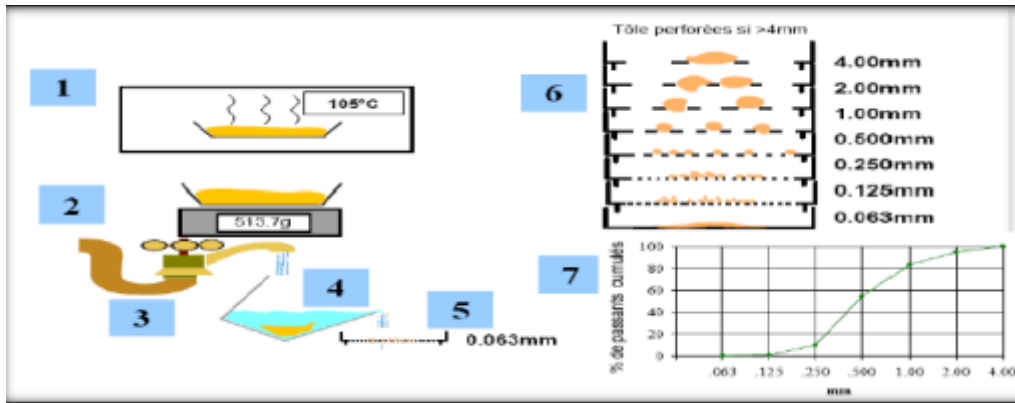


Figure n°29 : Analyse granulométrique.

## b. But de l'essai :

L'analyse granulométrique permet de déterminer la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles de grains constituant l'échantillon.

## c. Principe de l'essai :

L'essai consiste à séparer les grains agglomérés d'une masse connue de matériau par brassage sous l'eau à fractionner ce sol, une fois séché au moyen d'une série de tamis et à peser successivement le refus cumulé sur chaque tamis

## d. Matériel utilisé :

- Appareillage spécifique à la norme P 18-553.
- Bacs, brosses, pinces.
- Balance dont la portée limite est compatible avec les masses à peser et permettant de faire toutes les pesées avec une précision relative de 0,1 %.
- Étuve ventilée réglée à  $105 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ .
- Un dispositif de lavage.
- Colonne de tamis.



Figure n°30 : Tamisage électrique et manuel.

## e. Préparation de l'échantillon pour l'essai :

L'échantillon doit être préparé suivant les prescriptions de la norme **P 18-553**. La masse  $M$  de l'échantillon pour l'essai doit être supérieure à  $0,2 D$ , avec  $M$  exprimé en kilogrammes et  $D$  la plus grande dimension spécifiée en millimètres. (Voir figure)



Figure n°31 : Méthode d'essai.

## f. Mode opératoire :

### 1- Mode opératoire N°1 :

- Calcul de la masse sèche :  $M_s$
- Faire une teneur en eau :  $w$
- Peser l'échantillon humide :  $M$
- $M_s = M / (1+w)$
- Tamisage par voie humide (OBLIGATOIRE)
- Tamis de  $80\mu\text{m}$
- Séchage des refus à  $80\mu\text{m}$  (sables et graviers)
- Tamisage à sec des refus à  $80\mu\text{m}$
- Pesage des refus secs La figure ci-dessus représente le premier mode opératoire :

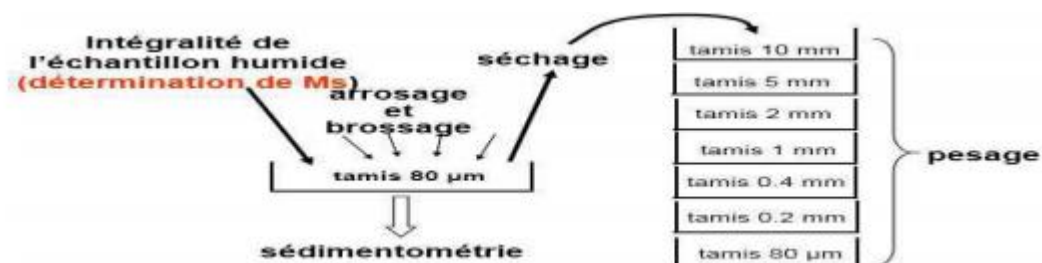


Figure n°32 : Mode opératoire 01.

## 2- Mode opératoire N°2 :

Pesage des refus cumulés ( $R_i$ ) :

- $R_1, (R_1 + R_2), R_1 + R_2 + R_3, \dots$  etc

Calcul du pourcentage des refus (%) ( $PR_i$ ) :

- $R_1 / M_s = PR_1$
- $(R_1 + R_2) / M_s = PR_2$
- $(R_1 + R_2 + R_3) / M_s = PR_3 \dots$  etc

Calcul du pourcentage des tamisas (%) ( $T_i$ ) :

- $T_1 = 1 - PR_1$
- $T_2 = 1 - PR_2$
- $T_3 = 1 - PR_3$

La figure suivante représente le deuxième mode opératoire :

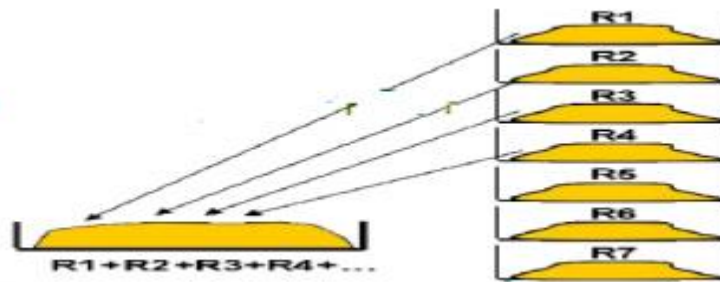


Figure n°33 : Mode opératoire 2.

## 4) Equivalent de sable selon la norme : NFP18-598

### a. Définition :

L'essai d'équivalent de sable, permettant de mesurer la propreté d'un sable, et effectué sur la fraction d'un granulat passant au tamis à mailles carrées de 5 mm. Il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments fins, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments sableux qui sédimentent et les éléments fins qui flocculent.

La valeur de l'équivalent de sable (ES) est le rapport, multiplié par 100, de la hauteur de la partie sableuse sédimentée, à la hauteur totale du flocculat et de la partie sableuse sédimentée.

## Chapitre X: Etude géotechnique

---

### b. But de l'essai :

Le but de cet essai est de permettre de mesurer rapidement l'importance relative des éléments fins au sien d'un matériau sableux, il rend compte globalement de la qualité et la quantité des éléments fins qui flocculent et l'élément sableux qui sédimentent.

### c. Principe :

L'essai consiste à verser un échantillon de sable et une petite quantité de solution flocculant dans un cylindre gradué et d'agiter de façon à détacher les revêtements argileux des particules de sable de l'échantillon. On complète alors le sable en utilisant le reste de solution flocculant afin de faire remonter les particules de fines en suspension au-dessus du sable. Après 20 min, les hauteurs des produits sont mesurées.

L'équivalent de sable est le rapport hauteur du sable sur la hauteur totale, exprimé en pourcentage.

### d. Matériels utilisés :

- Tamis de 5 mm d'ouverture de mailles avec fond.
- Spatule et cuillère.
- Récipients de pesée pouvant recevoir environ 200 ml.
- Balance dont la portée limite est compatible avec les masses à peser et permettant de faire toutes les pesées avec une précision relative de 0,1 %.
- Chronomètre donnant la seconde.
- Règle de 500 mm, gradué en millimètres.
- Goupillon pour le nettoyage des éprouvettes. (Voir figure)
- Bacs pour tamisage

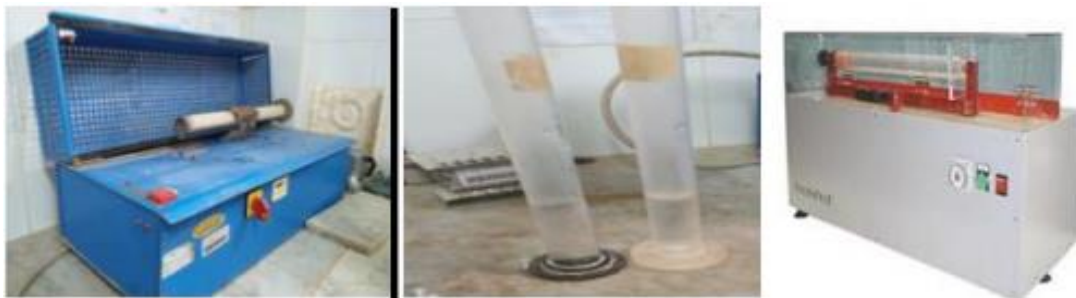


Figure n°34 : Matériels utilisés dans l'essai équivalent de sable.

### e. Préparation de l'échantillon pour essai :

L'échantillon pour laboratoire doit être préparé suivant les prescriptions de la norme

**P 18-598**. Sa masse doit être telle que la fraction passant au tamis de 5 mm pèse 500 à 700 g.

## Chapitre X: Etude géotechnique

Si l'échantillon pour laboratoire n'est pas humide, l'humidifier afin d'éviter les pertes de fines et la ségrégation. Sur celui-ci, procéder à la préparation d'un échantillon pour la détermination de la teneur en eau  $w$  et de deux échantillons pour essai.

L'essai s'effectue sur le sable à sa teneur en eau naturelle, la masse sèche de l'échantillon pour essai doit être de  $120 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ .

### f. Mode opératoire :

- Tamisez l'échantillon (tamis de 5mm), et prenez 120 g.
- Remplir l'éprouvette jusqu'au trait inférieur avec la solution lavande, puis ajouter la masse de l'échantillon, et laisser la manipulation pendant 10 mn
- Après les 10 mn on ferme l'éprouvette avec un bouchon et on la pose dans un agitateur et le démarrer (agitation pendant 30s)
- Laver avec la tige d'eau de la solution lavande jusqu'à le trait supérieur
- Après 20 mn, mesurer avec la règle  $h_1$  jusqu'au niveau qui sépare le liquide et le matériau. Et avec le piston on mesure  $h_2$
- Refaire l'essai 3 fois.

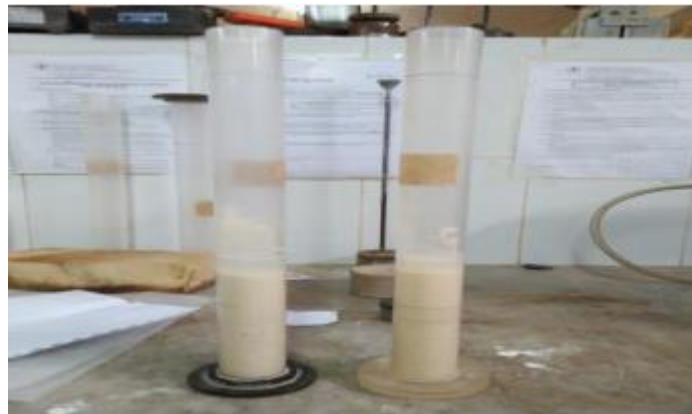


Figure n°35 : L'essai d'équivalent de sable

Selon la norme française **NFP 18-598**, l'observation de l'essai et la classification des échantillons se résume dans le tableau suivant :

N°	Equivalent de sable en %	Observation
01	$ESV < 65$	Sable argileux; risque de retrait ou de gonflement de béton.
02	$65 > ESV < 75$	Sable léguèrent argileux ; de propreté admissible.
03	$75 > ESV < 85$	Sable propre ; convenant au béton à haute qualité.
04	$ESV > 85$	Sable très propre ; absence de plasticité de béton.

Tableau n°26 : Nature du sol en fonction d'E.S.

## **5) Limites d'Atterberg : NF P 94-051**

### **a. Définition :**

Les limites d'Atterberg sont des constantes physiques conventionnelles qui marquent le seuil entre ces différents états elles ont pour valeur la teneur en eau du sol à l'état de transition ont les définis aussi par les notions suivantes telles que :

- La limite de liquidité  $W_L$  qui sépare l'état liquide au plastique
- La limite plasticité  $W_P$  qui sépare l'état plastique au solide
- La limite plasticité  $W_S$  qui sépare l'état solide avec retrait et l'état solide sans retrait (peu utilisé)
- L'indice de plasticité  $I_P$  définit par l'étendu du domaine plastique
- L'indice de consistance relative  $I_c$  définit par l'état naturel d'un sol en fonction de sa teneur en eau
- L'indice de liquidité  $I_L$  fournit une approche inverse de l'indice de consistance relative Relation entre ces différents facteurs :
  - $I_c = W_L - W_{Ip}$
  - $I_L = W - W_{pIp}$
  - $I_p = W_L - W_p$

### **b. But de l'essai :**

Le but de cet essai est de déterminer les limites de plasticité et de liquidité d'un matériau et son état de consistance dans des proportions importantes en fonction de sa teneur en eau.

### **c. Principe de détermination des limites de consistance :**

L'essai s'effectue en deux phases :

- Détermination de la teneur en eau  $W_L$  pour laquelle une rainure pratiquée dans une coupelle se forme, suite à des chocs répétés pour un nombre de coups donnés (cette limite de liquidité correspond à une résistance à un cisaillement conventionnel).
- Détermination de la teneur en eau  $W_P$  pour laquelle un rouleau de sol se fissure (cette limite de plasticité correspond à une résistance à la traction conventionnelle).

### **d. Préparation de l'échantillon :**

- On tamise une quantité de sol (tamis 0,400) pour obtenir 200 grammes de mortier préalablement au tamisage on prendra soin de briser les mottes de terre au pilon et d'écarter manuellement les grosses particules.

# Chapitre X: Etude géotechnique

- On ajoute progressivement une quantité d'eau au sol et on malaxe rigoureusement.
- On couvrit le mélange et laisser reposer pendant la durée nécessaire à rhomogénéisqtiôfr.de l'humidité. Une période de repos de 24 heures est nécessaire pour les argiles, et quelques minutes sont suffisantes pour les limons.

## e. Détermination de la limite de liquidité :

### e.1 Matériels utilisés :

- Spatule, coupelle, marbre pour malaxage, godet
- Balance, étuve à 105°C, socle en bois, bac et pinceau
- Appareil de limite (CASAGRANDE)
- Outil à rainurer
- Les tares



Figure n°36 : Matériels utilisés.

### e. 2 Préparation de l'appareil :

Avant de démarrer l'essai il est conseillé de réaliser les préparations suivantes :

- On nettoie le socle et la coupelle avec un chiffon propre.
- On marque le point de contact de la coupelle avec le socle.
- On règle la hauteur de chute de la coupelle à l'aide de la vis de réglage.

### e. 3 Mode opératoire :

- On remplit la coupelle au % avec le mélange de sol-eau en utilisant la spatule, pour obtenir une épaisseur maximum de 10 mm
- On réalise une rainure centrale qui partage le sol en deux avec l'outil à rainurer tenu perpendiculairement à la surface de la coupelle.
- A l'aide de la manivelle, on imprime à la coupelle une série de chocs régulière, à raison de deux chocs par seconde. On note le nombre de chocs qui correspond à la fermeture des lèvres de la rainure sur une longueur de 10 mm :

## Chapitre X: Etude géotechnique

---

- On Utilise l'extrémité non biseautée de l'outil à rainurer pour vérifier. La première fermeture doit se faire entre 15 et 30 chocs. Si l'échantillon est sec, la fermeture se fera pour un nombre de chocs plus élevé, on ajoute un peu d'eau à l'échantillon et on malaxe vigoureuse et on reprend les opérations de 1 -4.
- On prélève à l'aide de la spatule une masse ;  $M_i$ , (humide) de sol à endroit où les lèvres se sont refermées et On procède à la mesure de sa teneur en eau et on met dans une tare de masse vide  $M_v$  et on pèse l'ensemble  $M_{eh}$  (tare+sol humide telle que  $M_h = M_{eh} - M_v$ ) puis on pose dans l'étuve et après 24 heures (la durée de séchage) on pèse mon échantillon  $M_{es}$  (tare+sol sec telle que  $M_s = M_{es} - M_v$ ).

### f. Détermination de la limite de plasticité :

#### f.1 Mode opératoire :

- On prend la quantité de sol réservée à la détermination de la limite de plasticité au démarrage de la manipulation.
- On assèche cette fraction de sol en le roulant entre les paumes des mains. On roule les poulettes sur une surface lisse de façon à former des rouleaux ou fuseaux qu'on amincit progressivement jusqu'à ce qu'ils atteignent un diamètre de 3mm et de longueur de 20 mm. ➤ On reforme les boulettes avec les fuseaux et On répète l'étape 2 jusqu'à ce que les rouleaux de 3 mm se cassent en morceaux lorsqu'ils soumièrent à leur propre poids. Dans cette situation on dit que le sol a atteint sa limite de plasticité.
- On place les morceaux, ainsi de chaque rouleau brisé, ans une coupelle et on détermine leur teneur en eau.

La limite de liquidité sera la moyenne des teneurs en eau de tous ces échantillons. La teneur en eau de chaque échantillon ne doit pas varier de plus de 1 des autres teneurs en eau trouvées sinon elle est écartée. (Voir la figure)



**Figure n°37 : Limite de plasticité.**

## **6) Essai d'évaluation des carbonates : NF P 94-048**

### **a. Définition :**

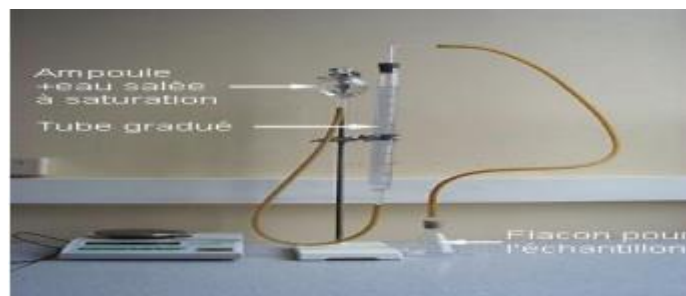
L'essai de carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) c'est la méthode de détermination de la teneur en carbonate dans des échantillons de sols (y compris les sédiments), de matières utilisées sur ou dans les sols et de déchets. Cette détermination est systématique sur les matières amendâtes mais pas sur les sols.

### **b. But de l'essai :**

Un calcimètre permet de mesurer le volume de  $\text{CO}_2$  dégagé par action de l'acide chlorhydrique ( $\text{HCl}$ ) sur le carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) d'un échantillon de sol ou de roche.

### **c. Matériel utilisé :**

- Fiole.
- Tamis de 0.200 mm
- Solution d'acide chlorhydrique.
- Calcimètre.
- Balance.



**Figure n°38 : Appareillage.**

### **d. Préparation de l'échantillon :**

- Prélever une masse  $m=50\text{g}$  de l'échantillon.
- Tamiser l'échantillon au tamis 0.2mm.
- Peser une masse  $m_1$  à partir de la masse  $m$ . (Voir figure)



**Figure n°39 : Tamisage de l'échantillon.**

**Figure n°40 : Pesé l'échantillon.**

# Chapitre X: Etude géotechnique

## e. Mode opératoire :

- Verser la prise m1 dans la fiole.
- Introduire le tube qui contient 10ml de solution d'acide chlorhydrique.
- Relier la fiole au calcimètre.
- Equilibrer les pressions au zéro de la colonne.
- Verser l'acide contenu dans le tube sur la masse m1.
- Agiter énergiquement la fiole.
- Suivre et équilibrer en permanence le niveau d'eau de la colonne et celui de l'ampoule jusqu'à la stabilisation de dégagement gazeux.
- Noter le volume V de gaz.
- Répéter l'essai aplatir de l'étape de verser la masse dans la fiole mais pour  $m' = 0.050, 0.100, 0.200, 0.300g$ , et calculer  $V'$ .
- Tracer la courbe d'étalonnage.
- Déterminer à partir de la courbe la masse m2.

La figure ci-contre représente le mode opératoire de l'essai carbonate :



**Figure n°41 : Mode opératoire de l'essai carbonate.**

La qualification de l'horizon dépende de la teneur en calcaire totale comme le montre le tableau suivant :

Teneur en calcaire total	Qualificatif de l'horizon
< 1 %	non calcaire
1à5%	peu calcaire
5à25%	modérément calcaire
25à50%	fortement calcaire
60à80%	très fortement calcaire
>80%	excessivement calcaire

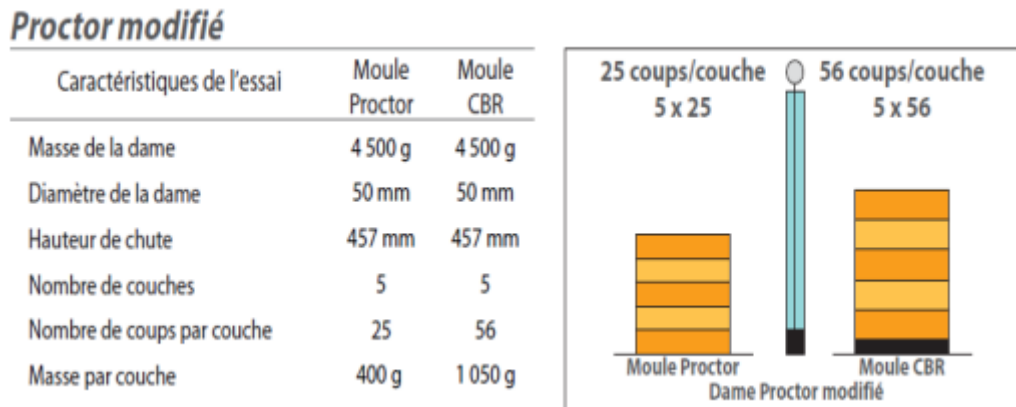
**Tableau n°27 : Qualification des horizons en fonction de leur teneur en calcaire total selon le GEPPA.**

## II. X.5.2 Essais mécaniques :

### 1) Essai Proctor modifié : NF P 94-093

#### a. Définition :

L'essai Proctor, mis au point par l'ingénieur Ralph R. Proctor (1933), est un essai géotechnique qui permet de déterminer la teneur en eau nécessaire pour obtenir la densité sèche maximale d'un sol granulaire par compactage à une énergie fixée (dame de poids, nombre de coups et dimensions normés). Le protocole de l'essai Proctor suit la norme **NF P 94-093** (détermination des références de compactage d'un matériau). Les valeurs obtenues par l'essai sont notées pour la teneur en eau optimale, et pour la masse volumique sèche optimale. Une autre référence peut être déterminée pour une énergie supérieure (notamment pour des couches de chaussées granulaires), il s'agit de l'optimum Proctor modifié (OPM). (Voir figure)



**Figure n°42 : Modalité d'exécution des essais Proctor modifié.**

#### b. But de l'essai :

L'essai a pour but de déterminer la teneur en eau optimum en fonction de la densité sèche optimale pour un sol de remblai donné et des conditions de compactage fixées qui conduit au meilleur compactage possible ou encore capacité portante maximum.

#### c. Principe de l'essai :

Lorsqu'on compacte de façon identique des échantillons d'un même sol, au moins cinq teneurs en eau différentes, on constate que la densité sèche  $\rho_d$  varie et passe par un maximum pour une teneur en eau déterminée (dite optimale  $W_{opt}$ ).

#### d. Appareils utilisés :

- Un moule Proctor et CBR
- Une dame Proctor et CBR
- Une règle à araser
- Un disque d'espacement, étuve

## Chapitre X: Etude géotechnique

---

- Une burette, balance,
- Une éprouvette, truelle, un bac et un tamis de 5 et 20 (Voir figure)



**Figure n°43 : Matériels de l'essai Proctor.**

### **e. Mode opératoire :**

- Peser 5500 g de Tuf.
- Tamiser la peser (série de passoir « 100-63-40-25-12,5 »).
- Noter la peser de chaque refus.
- Puis ajouter un pourcentage d'eau de 2% puis 4% puis 8% en mélangeant bien.
- La découper l'échantillon en 5 couches, ensuite les mettre l'une après les autres en compactant chaque couche avec la même énergie de compactage (56 coups/couches) jusqu'à la dernière couche.
- Araser bien et enfin peser et l'enlevé du moule.

La figure suivante montre les différentes étapes de l'essai Proctor :



**Figure n°44 : Les étapes de l'essai Proctor.**

Après le tracé de la courbe Proctor, on tire la densité sèche optimale et la teneur en eau optimale.

### **2) Essai CBR : NF P 94-078**

#### **a. Définition :**

Pour les sols à vocations routière CALIFORNIA BEARING RATIO permet de définir un indice purement empirique dit indice portant cet indice connu grâce à des abaques permet de calculer l'épaisseur des couches de formation nécessaire d'une chaussée et ceci en fonction de la charge par essieu et du trafic attendu.



**Figure n°45 : Matériels d'essai CBR.**

#### **b. But de l'essai :**

Cet essai a pour but de déterminer la portance d'un sol (l'indice CBR).

#### **c. Principe de l'essai :**

L'essai consiste à mesurer les forces à appliquer sur un poinçon cylindrique pour le faire pénétrer à vitesse constante (1.27 mm/min) dans une éprouvette de matériau, les valeurs particulières des deux forces ayant provoqué deux enfoncements (2.5 et 5.0 mm) conventionnels sont respectivement rapportées aux valeurs des forces observées sur un rapportées aux valeurs des forces observées sur un matériau de référence pour les mêmes enfoncements.

L'indice portant immédiat (IPI) est obtenu lorsqu'on effectue l'essai de poinçonnement, sans surcharge, aussitôt après la confection de l'éprouvette.

L'indice CBR immersion (I.CBRi) est mesuré après 4 jours d'immersion dans l'eau, dans ce cas, l'éprouvette est recouverte de surcharges permettant de freter la surface de l'échantillon et l'on mesure le gonflement linéaire de l'éprouvette.

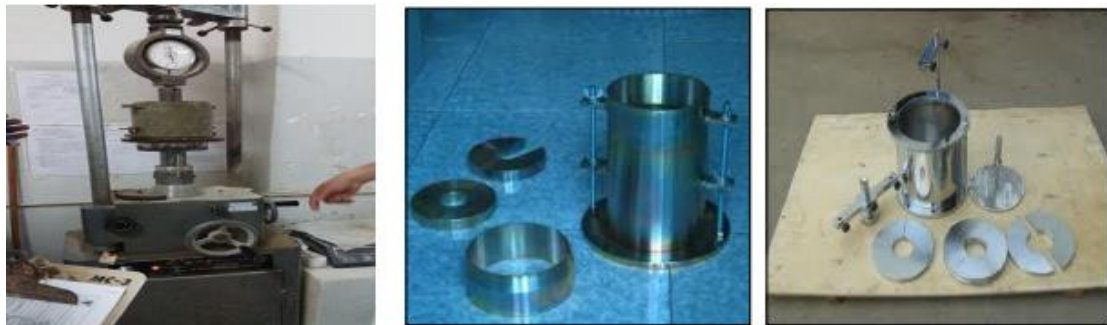
#### **d. Mode opératoire :**

Il est nécessaire d'effectuer au préalable un essai Proctor modifié afin de déterminer la teneur en eau optimal de compactage de l'échantillon, cette teneur étant connu on prépare le nombre d'éprouvette voulue pour moule CBR, la même énergie de compactage sera adoptée que pour le moule Proctor modifié. Avant compactage un disque est disposé au fond du moule et après compactage le moule est arasée pesé puis

## Chapitre X: Etude géotechnique

---

remis sur l'embase on y dispose alors le plateau de gonflement, l'anneau de surcharge, le compactage, le comparateur que l'on règle à zéro, le moule est ensuite mis à imbiber pendant 4 jours au cours des quels on mesure à l'aide du comparateur les gonflements éventuels de l'échantillon, l'imbibition terminée la phase de poinçonnement commence le moule est disposé sur le plateau de la presse le piston est au contact du sol à l'aide de l'indicateur de cadence le poinçonnement s'effectue à vitesse constante de 1.27 mm/mim au cours de l'essai la pression correspondante aux enfoncements /0.625 / 1.25 / 2.00 / 2.5 / 5 / 7.5 / 10mm est noté en fin de l'essai l'échantillon est prélevé et sa teneur en eau est déterminée. (Voir figure).



**Figure n°46 : Matériels d'essai CBR.**

### **e. Facteurs influents de l'essai :**

#### **1) Teneur en eau :**

Pour avoir un meilleur remblai on utilise le sol dont la courbe Proctor est aplatie c'est-à-dire le sable, par contre il faut éviter les sols dont la courbe présente un maximum marqué.

#### **2) L'énergie de compactage :**

La courbe Proctor varie si l'énergie de compactage varie, si la densité augment W diminue.

### **f. Remarque :**

On mesure trois types d'indices en fonction du but :

**a)** L'indice caractérisant l'aptitude du sol à permettre la circulation des engins de chantier directement sur sa surface lors des travaux : indice portant immédiat (IPE)

**b)** L'indice caractérisant l'évolution de la portance d'un sol support compacté à différentes teneurs en eau : CBR immédiat

**c)** L'indice caractérisant l'évolution de la portance d'un sol support compacté à différentes teneurs en eau et soumis à des variations de régime hydrique : CBR APRES IMMERSION.

### **II. X.5.3 Essais chimiques :**

#### **1) Essais au bleu de méthylène (ou à la tache) :**

##### **a. Définition :**

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

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

##### **b. Principe de l'essai :**

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

La valeur VBS est alors calculée à l'aide de la relation :

$$VBS (\%) = XP \times C \times 100$$

Avec :

X : La masse de bleu introduit

P : Masse sèche de la prise d'essai (100g)

C : Proportion de la prise d'essai dans le (0/50) mm

### **II. X.5.4 Essais des Enrobées :**

#### **1) L'essai de compacité :**

##### **Définition de l'essai :**

L'essai proposé dans ce document a pour but de mesurer la compacité d'une fraction granulaire de masse déterminée lorsqu'elle est soumise, dans un cylindre, à une sollicitation mécanique définie. Le mode opératoire exposé s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine du bâtiment et du génie civil. L'appareillage et les conditions des essais sont décrits mais aussi un exemple de feuille d'essai est donné pour permettre une bonne mise en œuvre de la méthode d'essai.

##### **La méthode du nucléo densimètre :**

Cette méthode consiste à placer à la surface du sol un appareil muni d'une source radioactive de rayons  $\gamma$  et d'un détecteur de particules protégés l'un et l'autre par des

blindages tels que toutes les radiations provenant de la source pénètrent dans le sol et que seules les radiations provenant du sol atteignent le détecteur.



Figure n°47 : L'appareil de compacité (nucléo-densimètre).

### **2) Essai de carottage :**

Les carottages sont des essais destructifs très riches en information sur l'état des couches traitées (aux liants hydrauliques ou bitumineux) des chaussées. Ils renseignent tant sur l'épaisseur et l'état des couches traitées que sur celui des interfaces ; ou des fissures.

Pour pouvoir exploiter ces informations dans des systèmes d'analyse automatique, il est nécessaire de les codifier.

La présente méthode s'attache à définir les conditions d'exécution des carottages routiers, et

Les règles de codification, voire d'agrégation, des observations faites lors de ces essais.

#### **PRINCIPE :**

Le carottage est un essai qui consiste à découper et à extraire d'une chaussée un échantillon cylindrique, appelé carotte.

L'observation visuelle de la carotte, et de la paroi de la cavité ainsi pratiquée dans la chaussée, permet de connaître la nature et l'état des matériaux.

On déduit notamment de cet essai les caractéristiques suivantes :

Pour chaque couche de matériau, l'épaisseur  $E_p$ , l'indice d'état du matériau IEM, Et si une fissure traverse la carotte, l'indice d'état de la fissure, IEF pour chaque interface, l'indice IEI d'état de l'interface. Les couches et interfaces sont numérotées en ordre croissant du haut vers le bas.

#### **APPAREILLAGE :**

Les carottages sont effectués avec une carotteuse type CECPA, ou équivalent. Sauf spécification contraire explicite, ils sont toujours réalisés à l'eau.

La carotteuse doit être capable de traverser l'épaisseur de la chaussée dans le diamètre requis par l'application. Elle doit être stable pendant l'essai.

## Chapitre X: Etude géotechnique

Sa broche doit être équipée d'un dispositif de contrôle et d'affichage en continu de la vitesse de rotation et de la poussée permettant d'optimiser la coupe avec le carottier choisi.

Cette broche, stable dans son porte broche, doit aider au centrage du carottier de sorte qu'il ne vibre pas pendant l'essai.

Il est recommandé de ne pas tolérer un excentrement supérieur à + 1 % du diamètre du carottier.

Le matériel accessoire doit comprendre :

- Une équerre d'angle permettant de s'assurer de l'orientation du Carottage par rapport à la surface de la chaussée (cf. « Condition d'exécution des carottages »),
- D'une pince permettant, le cas échéant, d'extraire les carottes sans les détériorer,
- Un appareil photographique.
- Le matériel peut aussi comprendre un endoscope pour l'observation fine de la paroi de la Cavité.

### MODE OPERATOIRE :

L'essai comprend quatre phases qui doivent être exécutées en respectant Les conditions décrites dans les paragraphes « Condition d'exécution des carottages » Et « Conditions d'observation des carottages »:

- La mise en place de la carotteuse,
- L'exécution du carottage proprement dit,
- L'extraction de la carotte,
- L'observation de la carotte et de la cavité de carottage.
- La mesure d'épaisseur n'est pratiquée exclusivement sur la carotte que lorsque celle-ci est intacte. Sinon, elle doit être confirmée par une mesure dans la cavité de carottage.



Figure n°48 : Exemple d'un essai de carottage.



# Chapitre XI : Assainissement

---

## **XI.1. Généralités**

Tout ouvrage routier comporte un réseau d'assainissement dont le rôle est de récupérer et d'évacuer toutes les eaux de ruissellements.

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines.

Les différents ouvrages utilisés peuvent être regroupés en :

- Réseaux longitudinaux (pieds de talus de déblai, crêtes de remblai, etc.).
- Liaisons transversales (descentes d'eau traversées sous chaussée).
- Les regards et ouvrages de raccordement.

## **XI.2. Objectif de l'assainissement**

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulent directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de visibilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de la chaussée. (Danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (Danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

## **XI.3. Assainissement de la chaussée**

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.

### **Fossé de pied du talus de déblai :**

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale. Ils seront bétonnés lorsque la pente en profile en long dépasse les 3%

### **Fossé de crête de déblai :**

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

### **Fossé de pied du talus de remblai :**

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

### **Drain :**

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant longeant de route.

Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

# Chapitre XI : Assainissement

---

## **Descentes d'eau :**

Dans les sections route en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2.50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau.

Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1% Lorsque la pente est inférieure à 1%, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m

## **XI .4. Définitions des termes hydrauliques**

### **a) Bassin versant :**

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

### **b) Collecteur principal (canalisation) :**

C'est la conduite principale récolant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

### **c) Chambre de visite (cheminée) :**

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et leur nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pentes longitudinales de la canalisation. Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100 m.

### **d) Sacs :**

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

## Chapitre XI : Assainissement

---

### e) **Les ouvrages des écoulements des eaux :**

En général les ouvrages d'évacuations des eaux superficielles ou sous chaussée sont nombreux, parmi lesquels ceux qui ont traversé notre route sont les suivantes :

- Les passages submersibles.
- Les fossés.
- Les dalots.
- Les buses.

### f) **Passages submersibles :**

Les passages submersibles sont des ouvrages qui servent à protéger la chaussée contre les dégradations causées par les eaux, et qui assurent superficiellement l'écoulement des eaux lorsque leur volume est plus important.

### g) **Fossés :**

Ces sont des tranchées creusées en longueur dans le sol et servent à délimiter les terrains ou à l'écoulement de l'eau de ruissellement.

### h) **Les dalots :**

Les dalots ont le même rôle que les buses, ils servent à évacuer les eaux sous chaussée, leurs dimensions aussi varient suivant l'importance de la profondeur du bassin versant, généralement ils sont rectangulaires ou carrés.

Les ouvrages de rétablissement projetés pour notre projet sont respectivement aux PK 7 + 170,00, PK 9+073 ,02

## **XII.1.1. SIGNALISATION**

La signalisation routière est un moyen de communication avec les usagers.

- ✓ Bien signaler c'est bien communiquer.
- ✓ Bien signaler, c'est assurer l'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de circulation, de gestion du trafic et de sécurité routière.

## **XII.1.2. OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE**

La signalisation routière a pour rôle :

- ✓ De rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.
- ✓ De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- ✓ D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- ✓ De donner des informations relatives à l'usage de la route.

## **XII.1.3. CRITERES A RESPECTER POUR LES SIGNALISATIONS**

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

- ✓ Homogénéité entre la géométrie de la route et la signalisation.
- ✓ Respecter les règles d'implantation
- ✓ Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- ✓ Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- ✓ Eviter la multiplication des signaux et des super signaux, car la surabondance nuit à l'efficacité.

## **XII.1.4. TYPES DE SIGNALISATION**

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale.
- signalisation horizontale.

## Chapitre XII : Signalisation et éclairage

---

- A. Signalisation verticale :** Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme. Elles peuvent être classées dans quatre classes :
- Signaux de danger : Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à **150m** en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).
  - Signaux comportant une prescription absolue : Panneaux de forme circulaire, on trouve :
    - L'interdiction.
    - L'obligation.
    - La fin de prescription.
  - Signaux à simple indication : Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminées en pointe de flèche :
    - Signaux d'indication.
    - Signaux de direction.
    - Signaux de localisation.
    - Signaux divers.
  - Signaux de position des dangers : Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.
- B. Signalisation horizontale :** Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées, et pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions suivantes :
- **Le jaune pour**
    - ✓ Les marques interdisant l'arrêt ou le stationnement ;
    - ✓ Les lignes zigzag indiquant les arrêts d'autobus ;
    - ✓ Le marquage temporaire.
  - **Le bleu** éventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue.
  - **Le rouge** pour les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse.

## Chapitre XII : Signalisation et éclairage

La signalisation horizontale se divise en trois types :

### Marquages longitudinales :

#### ➤ Lignes continues :

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

#### ➤ Lignes discontinues :

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

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

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :

Type de modulation	Longueur du Trait (en mètres)	Epissure 16-18	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
T <sub>1</sub>	3.00	18 cm	10.00	Environ 3
T'1	1.50		5.00	
T2T'2	3.00 0.50	18 cm	3.50 0.50	Environ 3
T3T'3	3.00 20.00	18 cm	1.33 6.00	Environ 3

Tableau n° 28 : Modulation de la ligne continue.

## Chapitre XII : Signalisation et éclairage

---

### ▪ **Largeur Des Lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité “ *u* ” différente selon Le type de route. On adopte les valeurs suivantes pour “ *u* ”.

*u* = **7,5 cm** sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase campagne. *u* = **6 cm** sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation.

*u* = **5 cm** sur toutes les autres routes ;

*u* = **3 cm** pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

La valeur de “ *u* ” doit être homogène sur tout un itinéraire. En particulier, elle ne doit pas varier au passage d'un département à l'autre.

### **Marquages transversales :**

- **Lignes transversales continue** : éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- **Lignes transversales discontinue** : éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

### **C. Autres signalisation :**

#### • **Les flèches de rabattement :**

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

#### • **Les flèches de sélection :**

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

- ✓ Pour piétons,
- ✓ Pour cyclistes,
- ✓ Pour le stationnement,
- ✓ Pour les ralentisseurs de type dos d'âne.

## XII.1.5. Application au projet

### A. Les signalisations horizontales :

#### ❖ Flèche de sélection :

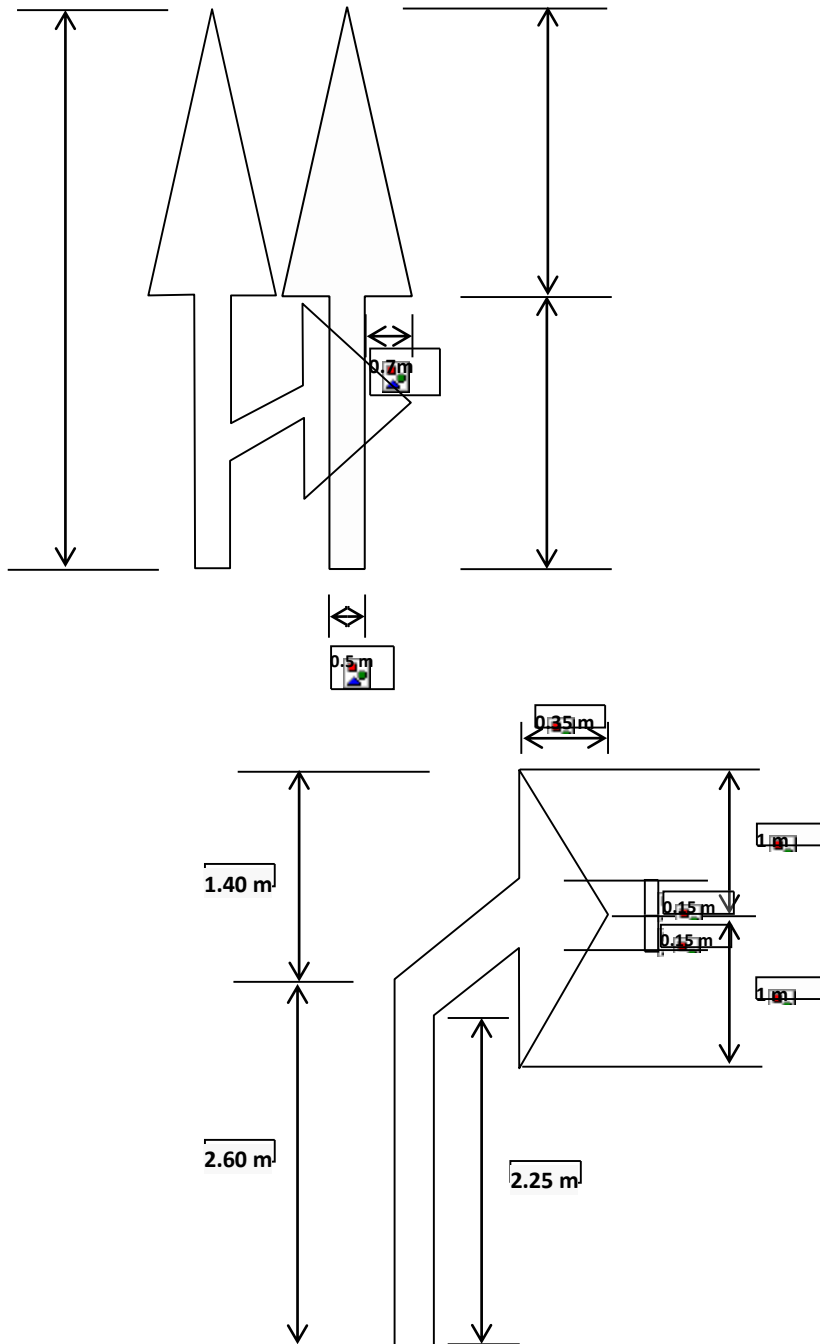


Figure n° 49 : Flèche de sélection.

## ❖ Marque sur la chaussée :

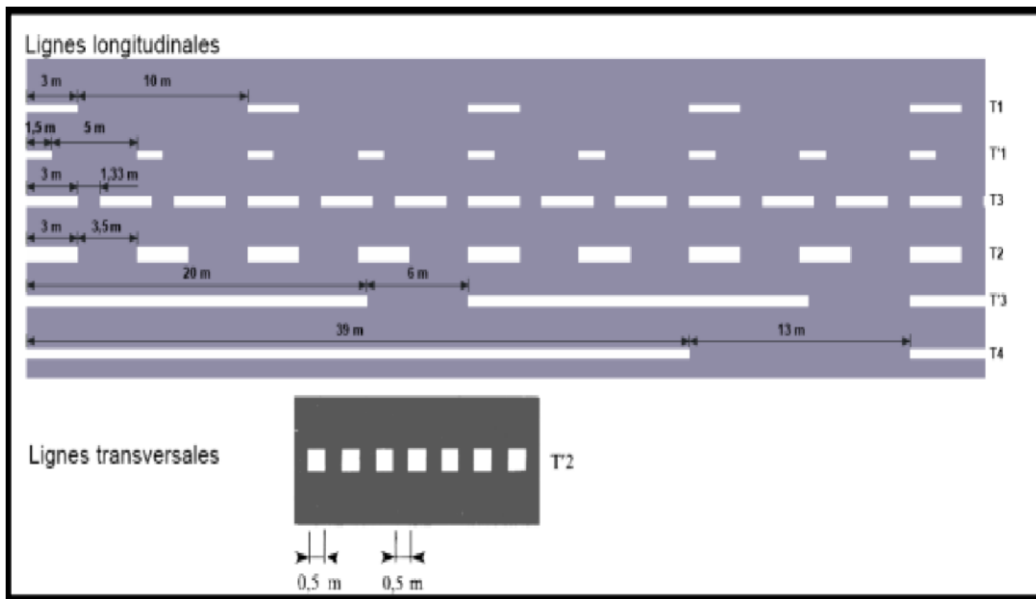


Figure n° 50 : Marque sur la chaussée.

## ❖ Flèche de rabattement :

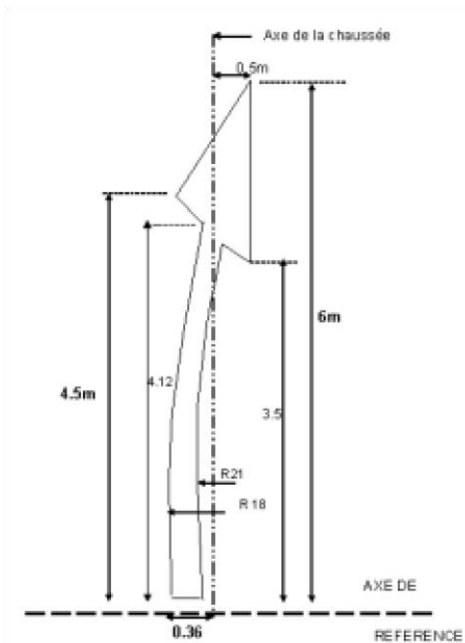


Figure n° 51 : Flèche de rabattement.

❖ Schéma de signalisation stop sur chaussée :

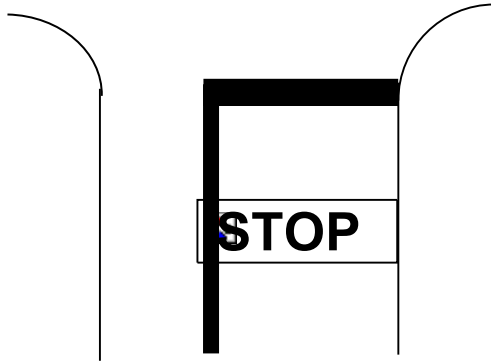


Figure n° 52 : Schéma de signalisation stop sur chaussée.

❖ Schémas de marquage par hachures (sur le nez d'îlot) :

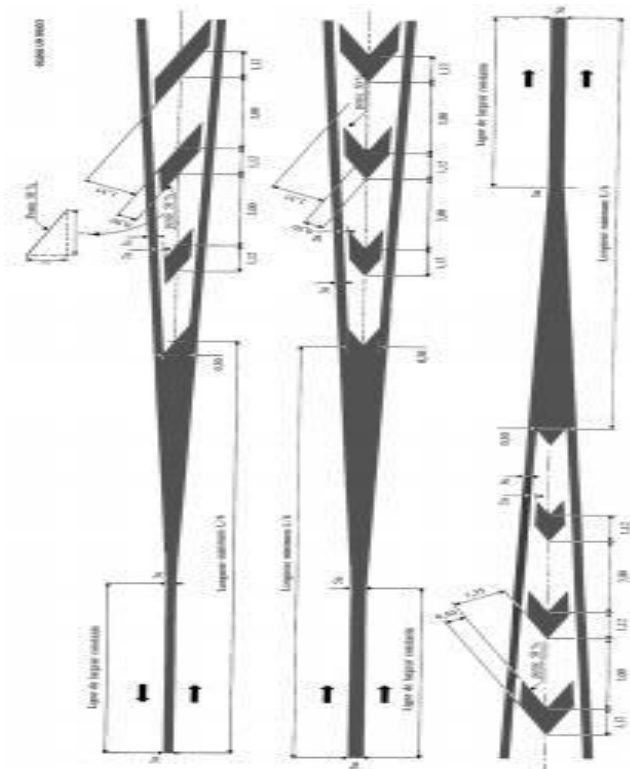
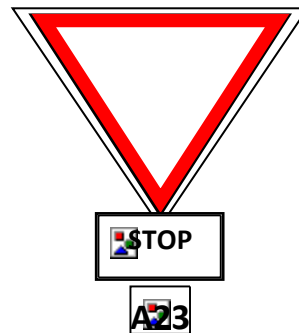


Figure n° 53 : Schémas de marquage par hachures (sur le nez d'îlot).

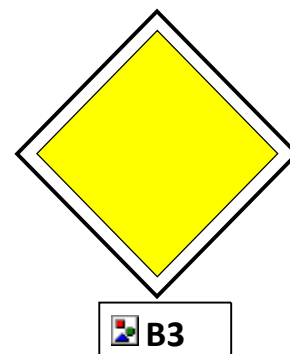
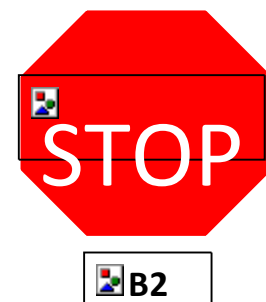
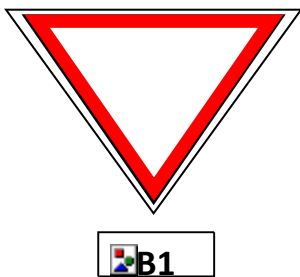
### B. Les signalisations verticales :

#### Plaques de signalisation :

➤ Les signaux de danger type A :



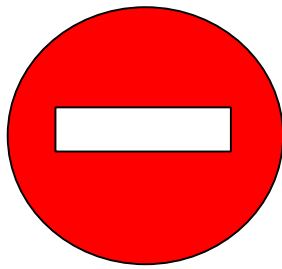
➤ Les signaux d'intersection et de priorité type B :




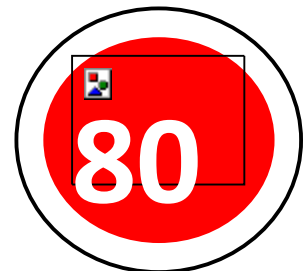
## Chapitre XII : Signalisation et éclairage

---

➤ Les signaux d'interdiction de type C :



 C1



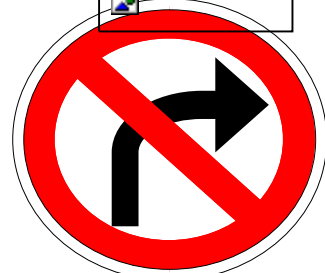
 C11a



 C7

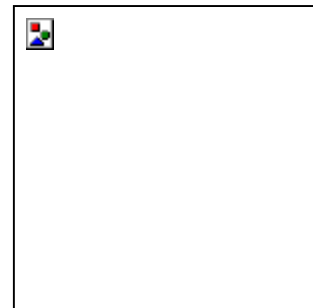
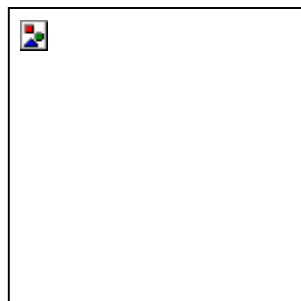
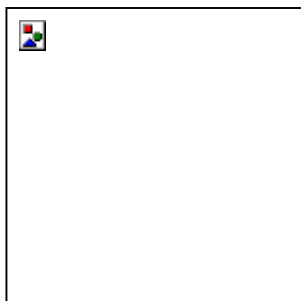
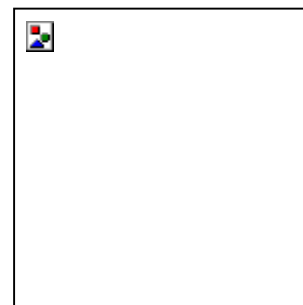
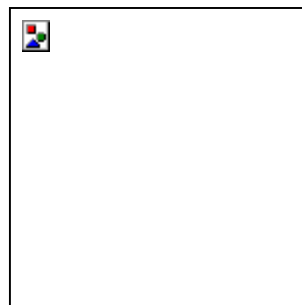
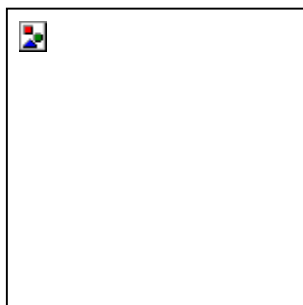


 C9



 C8

➤ Les signaux d'obligation de type D :



❖ Panneaux spéciaux type A :



Figure n° 54 : Panneaux spéciaux (type A).

❖ Signaux d'identification des routes type E :

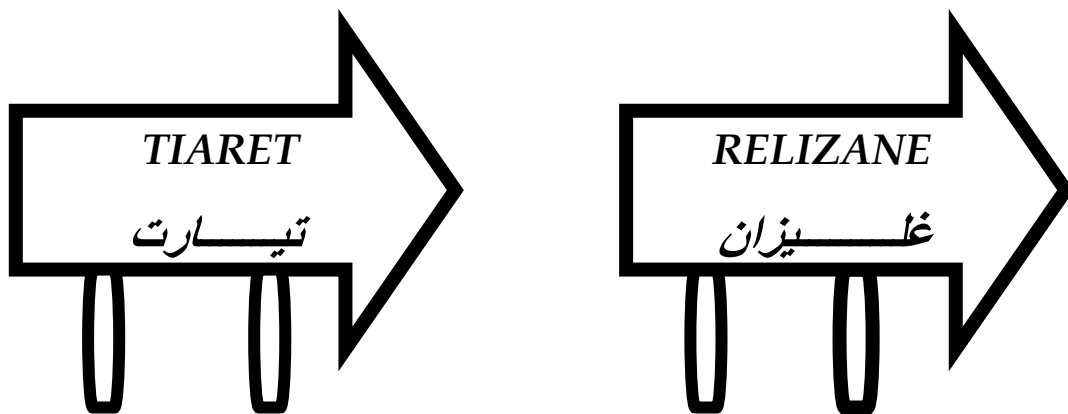


Figure n° 55 : Les signaux d'identification des routes (type E).

# Chapitre XII : Signalisation et éclairage

---

## XII.2.1. Eclairage

Dans un trafic en augmentation constante, l'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts sont de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

## XII.2.2. Catégorie d'éclairage

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- 1) **Catégorie A** : Eclairage général d'une route ou une autoroute.
- 2) **Catégorie B** : Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).
- 3) **Catégorie C** : Eclairage des voies de cercle.
- 4) **Catégorie D** : Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

## XII.2.3. Paramètres d'implantation des luminaires

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

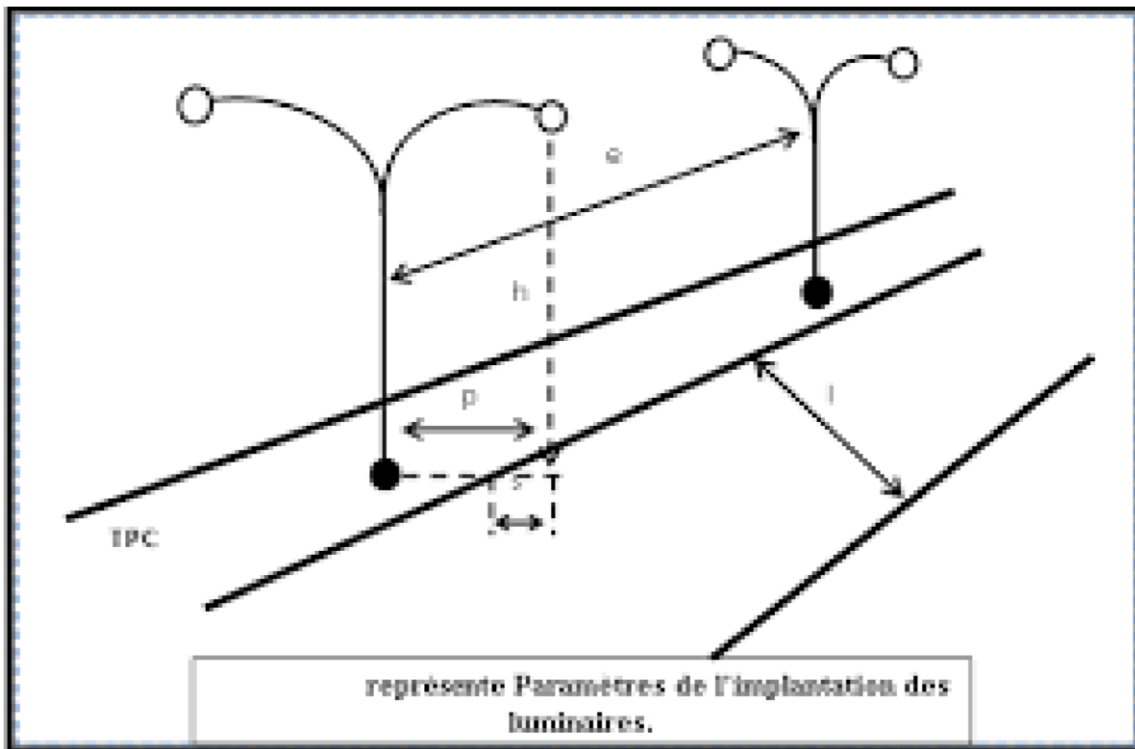


Figure n° 56 : Paramètres de l'implantation des luminaires.

### XII.2.4. Eclairage d'un point singulier

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

- Longue distance 800 à 1000 m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste
- Distance moyenne 300 à 500 m, idée de la configuration du point singulier.
- Faible distance distinguée sans ambiguïté les obstacles.
- La sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

# **Chapitre XIII**

## **Impact sur l'environnement**

# Chapitre X: Impact sur l'environnement

---

## **XIII.1. Impacts du projet sur l'environnement :**

### **XIII.1.1. Les impacts négatifs :**

Au niveau des impacts négatifs identifiés, on retiendra ce qui suit :

- Les problèmes de santé et de nuisances diverses liés à la pollution de l'air par les poussières et les fumées des engins de terrassement et les véhicules de liaison.
- Les déchets liquides et solides des chantiers entraînant un risque faible de pollution des eaux de surface et des eaux souterraines. Cette intrusion dans le milieu naturel (pollution, contamination ...) a également des conséquences négatives sur les conditions de vie des populations (maladies).
- La destruction des espèces ligneuses situées sur le talus et les accotements des routes, les déviations, les virages à caractère accidentel, qui sont corrigés, et les zones d'emprunt.

### **XIII.1.2. Les impacts positifs :**

Au niveau des impacts positifs, l'essentiel se résume :

A la création d'emploi dans les travaux d'entretien de cette route ; au rapprochement de l'administration centrale des populations locales ; à la facilitation des évacuations sanitaires des villages vers les villes ; à la circulation qui sera améliorée ; aux activités économiques, échanges commerciaux, activités artisanales, culturelles et touristiques.

## **XIII.2. Mesures d'atténuation :**

### **XIII.2.1. Mesures d'atténuation formulées des impacts négatifs et renforcer les impacts positifs :**

- On peut noter un certain nombre d'atténuations citées ci-dessous : les clauses environnementales à insérer dans le cahier des charges des entreprises telles que l'arrosage des routes concernées pendant les travaux, la remise en état ou la revalorisation des sites d'emprunt si telle est la disposition retenue, la collecte et l'élimination des déchets solides et liquides des chantiers, le balisage et la mise en place des panneaux de signalisation.
- Les mesures de lutte contre l'érosion par des ouvrages de drainage (gabion, perrés maçonnés ou secs, diguettes de moellons).
- Les plantations d'arbres d'alignement à la traversée des agglomérations, la mise en place des bosquets villageois pour compenser les arbres abattus sur l'emprise des routes, des zones d'emprunt et des carrières.
- Les aménagements des carrières en mares au profit de l'élevage (abreuvement du bétail) ; de cultures de contre saison et de maraichage.

## Chapitre X: Impact sur l'environnement

---

- Les mesures réglementaires concernant toute attaque visant à nuire à l'intégrité des forêts classées, des domaines protégés et des bois sacrés.

### **Les mesures de renforcement des impacts positifs qui porte sur :**

- L'embauche de la main d'œuvre locale pendant les travaux.
- Le renforcement des capacités des infrastructures communautaires par des clôtures temporaires et permanentes au niveau des écoles et des Centres de santé de promotion sociale.
- L'entretien courant de la route, pour soutenir de façon durable toute action positive ci-dessus évoquée.

## Chapitre X: Impact sur l'environnement

### Devis Quantitatif et Estimatif

N°	DESIGNTION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	MONTANT
1	Décapage de la plate-forme d'une Ep de 40 cm y compris réglage arrosage, compactage et toutes sujétion de bonne exécution	M2	76800,00	200	15 360 000,00
2	Rechargement de la plate-forme en Tuf 30 cm y compris arrosage	M3	57600	800	46 080 000,00
3	Rechargement de la couche de fondation en GNT 0/40, y compris arrosage et compactage avec ouverture des fosses	M3	38400	2000	76 800 000,00
4	Construction d'ouvrage en Buses armes de D=1500 mm l'unité y compris lit en béton armé en T10	MI	20	40 000	800 000,00
5	F/Transport et mise en œuvre de Grave Bitume (GB) y compris toutes sujétions de bonne exécution	T	34500	7000	241 500 000,00
6	F/Transport et mise en œuvre de Béton Bitumineux (BB) y compris couche d'accrochage et émulsion 65%	T	24150	8000	193 200 000,00
7	Rechargement des accotements en Tuf y compris arrosage et compactage avec ouverture des fossés	M3	8250	800	6 600 000,00
8	Ligne axiale de séparation de voies	ML	4457	170	757 690
9	Ligne de rive de chaussée (Limite	ML	6185,5	170	1 051 535
10	Ligne continue (Rive DBA)	ML	6914	170	1 175 380
<b>MONTANT EN H T</b>					244 484 605,00
<b>TVA 19%</b>					46 452 074,95
<b>MONTANT EN TTC</b>					290 936 679,95

**Arrêté le présent devis quantitatif et estimatif à la somme de :**

Deux cent quatre-vingt-dix millions neuf cent trente-six mille six cent soixante-dix-neuf virgule quatre-vingt-quinze DA.

# **Bibliographie**

- **B40** (normes techniques d'aménagement des routes).
- **C.T.T.P** (Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves).
- Le Rapport techniques du SAETI (SOCIETE ALGERIENNE D'ETUDES D'INFRASTRUCTURES).
- Thèses de fin d'études précédentes, ENTP et UMMTO
- Sites internet :

[WWW.AUTODESK.COM](http://WWW.AUTODESK.COM)

- Quelques vidéos sur [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

# Conclusion

Ce présent travail était l'occasion pour perfectionner nos modestes connaissances dans le domaine des routes. C'est un travail de base qu'on vient de réaliser, il est d'une utilité incontestable parce qu'il nous a confrontés à certains problèmes routiers et nous a permis entre autre de tirer profit des expériences des personnes qualifiées dans le domaine des routes en particulier et des travaux publics en général.

Dans notre projet nous avons essayé d'opter pour un tracé en plan judicieux avec une ligne rouge qui respecte l'économie, la sécurité et le confort des usagers de la route tout en respectant les normes imposées par la B40.

Cette étude nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises pour cerner la majorité des problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers. Ça été une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels AUTO CAD et COVADIS.

PENETRANTE DE RELIZANE

AVANT PROJET DETAILLE

AXE 1 ( AXE PRINCIPAL )

VOLUMES TERRASSEMENT

N	Abscise	L'app	Longueur App	Deblai	Remblai
250	6000,000	6076,8	0,0	705,9	0,0
251	6025,000	6469,9	0,0	764,6	0,0
252	6050,000	6843,3	0,0	775,0	0,0
253	6075,000	7113,3	0,0	741,8	0,0
254	6100,000	7647,8	0,0	804,8	0,0
255	6125,000	8386,2	0,0	834,1	0,0
256	6150,000	8527,8	0,0	674,3	0,0
257	6163,045	5646,2	0,0	464,5	0,0
258	6175,000	6710,4	0,0	585,1	0,0
259	6200,000	4932,4	0,0	652,6	0,0
260	6225,000	1800,2	0,0	527,8	0,0
261	6250,000	116,9	55,0	472,6	0,0
262	6275,000	43,5	179,4	474,6	0,0
263	6300,000	21,7	220,3	473,8	0,0
264	6325,000	12,8	239,9	468,7	0,0
265	6350,000	18,4	54,7	461,9	0,0
266	6375,000	3,8	356,8	490,3	0,0
267	6400,000	3,2	729,8	503,0	0,0

268	6425,000	3,1	838,8	504,7	0,0
269	6450,000	3,2	671,0	499,3	0,0
270	6475,000	3,2	474,2	493,6	0,0
271	6500,000	4,7	241,8	485,0	0,0
272	6525,000	17,2	280,6	471,7	0,0
273	6550,000	27,3	334,1	475,0	0,0
274	6575,000	13,4	430,4	472,9	0,0
275	6600,000	11,1	387,4	467,5	0,0
276	6625,000	4,1	296,8	487,1	0,0
277	6650,000	115,9	93,0	465,4	0,0
278	6675,000	322,9	18,5	467,1	0,0
279	6700,000	644,7	0,0	455,3	0,0
280	6725,000	1053,3	0,0	478,0	0,0
281	6750,000	1644,9	0,0	467,7	0,0
282	6770,401	1295,6	0,0	268,9	0,0
283	6775,000	1454,5	0,0	317,7	0,0
284	6800,000	910,6	0,0	474,5	0,0
285	6825,000	457,5	100,8	492,5	0,0
286	6850,000	156,1	296,7	492,6	0,0
287	6875,000	83,6	428,1	493,4	0,0
288	6900,000	108,5	369,5	485,3	0,0
289	6925,000	2075,7	0,0	421,3	0,0
290	6937,140	2064,9	0,0	266,8	0,0
291	6946,308	1313,0	0,0	169,7	0,0
292	6950,000	2874,7	0,0	373,6	0,0
293	6975,000	4292,4	0,0	624,7	0,0
294	7000,000	3650,9	0,0	598,3	0,0
295	7025,000	2727,0	0,0	553,3	0,0
296	7050,000	1415,8	0,0	494,3	0,0
297	7075,000	669,1	0,0	457,4	0,0
298	7100,000	178,1	0,9	427,4	0,0
299	7125,000	3,1	601,0	502,5	0,0
300	7150,000	3,1	2036,2	552,1	0,0
301	7175,000	3,0	3766,8	602,6	0,0
302	7200,000	2,9	3786,2	606,8	0,0
303	7225,000	3,0	3381,2	594,7	0,0
304	7250,000	2,8	2456,9	558,2	0,0
305	7275,000	42,7	315,9	478,5	0,0
306	7300,000	1299,0	0,0	309,6	0,0
307	7304,383	1273,1	0,0	267,5	0,0
308	7325,000	2125,8	0,0	479,6	0,0
309	7350,000	1796,8	0,0	514,6	0,0
310	7375,000	1284,8	0,0	491,3	0,0
311	7400,000	748,6	0,0	471,2	0,0
312	7425,000	541,1	0,0	454,4	0,0
313	7450,000	676,1	0,0	459,2	0,0
314	7475,000	757,0	0,0	460,6	0,0
315	7500,000	555,1	0,0	445,2	0,0
316	7525,000	217,3	162,2	470,4	0,0
317	7550,000	5,1	973,1	509,6	0,0

318	7575,000	2,9	1963,6	545,3	0,0
319	7600,000	10,9	3167,0	622,7	0,0
320	7625,000	2,5	4658,9	666,1	0,0
321	7650,000	2,5	5825,6	698,8	0,0
322	7675,000	2,4	6543,0	715,2	0,0
323	7700,000	2,2	7125,3	727,1	0,0
324	7725,000	2,3	7351,0	728,4	0,0
325	7750,000	2,4	6692,3	718,6	0,0
326	7775,000	2,6	5146,6	688,3	0,0
327	7800,000	48,5	2170,3	616,3	0,0
328	7825,000	849,8	369,2	551,9	0,0
329	7850,000	2345,2	0,0	549,1	0,0
330	7875,000	3491,5	0,0	574,2	0,0
331	7900,000	3517,4	0,0	577,7	0,0
332	7925,000	2816,2	0,0	558,1	0,0
333	7950,000	1694,1	0,0	519,1	0,0
334	7975,000	48,0	131,8	470,5	0,0
335	8000,000	2,6	2081,8	538,7	0,0
336	8025,000	32,2	4247,5	645,9	0,0
337	8050,000	1,9	5225,7	649,0	0,0
338	8075,000	1,3	5524,6	659,1	0,0
339	8100,000	1,3	4472,5	666,9	0,0
340	8125,000	3,7	3069,1	654,1	0,0
341	8150,000	156,9	1135,6	555,0	0,0
342	8175,000	1166,9	138,7	553,6	0,0
343	8200,000	2678,1	0,0	559,3	0,0
344	8225,000	3617,3	0,0	575,6	0,0
345	8247,816	2285,4	0,0	317,1	0,0
346	8250,000	2492,5	0,0	346,0	0,0
347	8275,000	3435,4	0,0	599,2	0,0
348	8300,000	2514,7	0,0	562,4	0,0
349	8325,000	2483,5	0,0	559,1	0,0
350	8350,000	2753,8	0,0	570,6	0,0
351	8375,000	2811,7	0,0	568,3	0,0
352	8400,000	2410,9	0,0	551,6	0,0
353	8425,000	1787,3	0,0	523,4	0,0
354	8450,000	1469,1	0,0	501,0	0,0
355	8475,000	743,4	0,0	463,4	0,0
356	8500,000	165,0	135,3	474,2	0,0
357	8525,000	3,1	307,4	489,4	0,0
358	8550,000	3,1	322,0	488,6	0,0
359	8575,000	71,7	49,5	477,8	0,0
360	8600,000	194,7	39,8	459,7	0,0
361	8625,000	257,1	35,9	467,8	0,0
362	8650,000	350,7	55,1	480,9	0,0
363	8675,000	437,1	209,4	502,0	0,0
364	8700,000	364,6	259,7	504,7	0,0
365	8725,000	318,3	283,4	505,1	0,0
366	8750,000	264,9	294,9	501,0	0,0
367	8775,000	215,5	277,9	496,5	0,0

368	8800,000	149,2	318,6	492,1	0,0
369	8825,000	79,6	389,1	489,8	0,0
370	8850,000	26,3	615,1	492,4	0,0
371	8875,000	12,1	823,3	496,4	0,0
372	8900,000	4,5	1101,1	520,1	0,0
373	8925,000	3,1	1180,7	523,6	0,0
374	8950,000	3,1	1161,4	521,2	0,0
375	8975,000	3,1	1105,2	519,3	0,0
376	9000,000	3,1	968,2	515,2	0,0
377	9025,000	3,1	793,0	508,4	0,0
378	9050,000	3,1	609,4	501,6	0,0
379	9075,000	4,0	333,6	491,2	0,0
380	9100,000	21,4	211,4	468,0	0,0
381	9125,000	142,4	86,9	466,0	0,0
382	9150,000	378,3	0,0	442,2	0,0
383	9175,000	697,0	0,0	459,8	0,0
384	9200,000	1099,9	0,0	481,3	0,0
385	9225,000	1636,1	0,0	506,7	0,0
386	9250,000	2445,3	0,0	554,1	0,0
387	9275,000	3199,6	0,0	409,9	0,0
388	9282,993	2730,1	0,0	318,0	0,0
389	9300,000	4477,7	0,0	563,2	0,0
390	9325,000	4281,6	0,0	630,0	0,0
391	9350,000	4399,9	0,0	637,7	0,0
392	9375,000	3786,5	0,0	492,3	0,0
393	9387,974	3468,7	0,0	341,4	0,0
394	9400,000	3435,0	0,0	468,9	0,0
395	9425,000	3931,4	0,0	613,8	0,0
396	9450,000	3279,1	0,0	589,1	0,0
397	9475,000	2649,3	0,0	560,3	0,0
398	9500,000	2255,6	0,0	536,0	0,0
399	9525,000	2052,8	0,0	527,9	0,0
400	9550,000	1840,0	0,0	517,2	0,0
401	9575,000	1613,2	0,0	505,8	0,0
402	9600,000	1417,2	0,0	495,8	0,0
403	9625,000	1111,4	0,0	479,7	0,0
404	9650,000	855,1	0,0	465,9	0,0
405	9675,000	593,6	0,0	452,4	0,0
406	9700,000	304,7	0,0	436,7	0,0
407	9725,000	100,6	30,1	453,5	0,0
408	9750,000	14,5	122,0	481,9	0,0
409	9775,000	3,0	314,7	488,8	0,0
410	9800,000	3,1	501,3	496,2	0,0
411	9825,000	3,1	526,8	496,6	0,0
412	9850,000	3,1	529,0	497,0	0,0
413	9875,000	3,1	451,4	494,2	0,0
414	9900,000	3,1	314,6	490,2	0,0
415	9925,000	3,1	271,6	486,7	0,0
416	9950,000	17,1	160,2	484,1	0,0
417	9975,000	61,4	111,6	460,3	0,0

418	10000,000	115,4	61,8	460,1	0,0
419	10025,000	145,6	53,2	461,5	0,0
420	10050,000	40,6	46,0	282,0	0,0
421	10055,615	32,1	37,1	230,1	0,0
422	10075,000	138,7	67,9	409,2	0,0
423	10100,000	139,4	61,3	462,7	0,0
424	10125,000	139,6	66,3	464,0	0,0
425	10150,000	262,9	43,5	471,0	0,0
426	10175,000	349,2	17,6	470,9	0,0
427	10200,000	380,9	0,0	440,1	0,0
428	10225,000	287,2	12,1	461,9	0,0
429	10250,000	226,8	43,6	464,5	0,0
430	10275,000	82,7	93,0	460,3	0,0
431	10300,000	13,8	128,3	481,2	0,0
432	10325,000	3,1	160,6	481,5	0,0
433	10350,000	3,1	159,9	480,6	0,0
434	10375,000	3,2	275,8	483,2	0,0
435	10400,000	11,8	460,6	465,4	0,0
436	10425,000	3,0	714,2	496,4	0,0
437	10450,000	3,0	629,1	493,9	0,0
438	10475,000	17,8	481,2	468,8	0,0
439	10500,000	39,0	333,4	470,1	0,0
440	10525,000	42,6	308,4	469,1	0,0
441	10550,000	53,0	237,2	465,8	0,0
442	10575,000	85,7	104,4	462,5	0,0
443	10600,000	54,4	114,2	459,6	0,0
444	10625,000	17,9	200,2	457,5	0,0
445	10650,000	3,0	360,7	484,2	0,0
446	10675,000	3,0	419,8	486,4	0,0
447	10700,000	3,0	340,6	482,9	0,0
448	10725,000	17,0	166,0	452,9	0,0
449	10750,000	53,0	43,0	456,0	0,0
450	10775,000	74,3	24,9	455,5	0,0
451	10800,000	100,0	40,4	458,6	0,0
452	10825,000	67,0	134,2	462,3	0,0
453	10850,000	17,2	333,3	463,3	0,0
454	10875,000	3,1	616,3	496,2	0,0
455	10900,000	3,1	1146,2	514,3	0,0
456	10925,000	3,0	1807,1	539,7	0,0
457	10950,000	3,0	2528,8	561,9	0,0
458	10975,000	2,5	3203,0	578,8	0,0
459	11000,000	2,5	3476,4	582,5	0,0
460	11025,000	2,2	4002,1	629,3	0,0
461	11050,000	2,1	4340,5	633,2	0,0
462	11075,000	2,1	4120,8	628,6	0,0
463	11100,000	2,7	3322,3	627,8	0,0
464	11125,000	4,1	2482,8	635,6	0,0
465	11150,000	5,7	1622,7	550,1	0,0
466	11175,000	5,5	1373,6	534,4	0,0
467	11200,000	4,7	1389,9	535,0	0,0

468	11225,000	5,2	1349,5	535,8	0,0
469	11250,000	12,5	1299,3	522,7	0,0
470	11275,000	28,6	958,3	519,6	0,0
471	11300,000	184,6	426,1	519,2	0,0
472	11325,000	719,0	46,0	518,3	0,0
473	11350,000	1364,3	0,0	512,5	0,0
474	11375,000	2005,9	0,0	547,3	0,0
475	11400,000	2890,6	0,0	589,4	0,0
476	11425,000	3977,8	0,0	634,4	0,0
477	11450,000	5370,5	0,0	688,1	0,0
478	11475,000	5702,2	0,0	629,1	0,0
479	11489,959	3778,2	0,0	396,3	0,0
480	11500,000				
481	11525,000				
482	11540,213				
483	11550,000				
484	11566,050				
485	11575,000				
486	11600,000				
487	11625,000				
488	11650,000	8620,0	0,0	764,0	0,0
489	11675,000	7235,3	0,0	737,2	0,0
490	11700,000	5534,5	0,0	676,3	0,0
491	11725,000	4136,3	0,0	623,1	0,0
492	11750,000	3126,0	0,0	583,0	0,0
493	11775,000	1985,0	0,0	538,0	0,0
494	11800,000	889,3	0,0	491,7	0,0
495	11825,000	326,6	169,3	506,8	0,0
496	11850,000	192,8	249,9	502,0	0,0
497	11875,000	567,5	31,3	504,2	0,0
498	11900,000	1159,4	0,0	322,5	0,0
499	11906,751	971,8	0,0	256,1	0,0
500	11925,000	1347,2	0,0	438,6	0,0
501	11950,000	1018,1	0,0	484,3	0,0
502	11975,000	743,9	0,0	473,5	0,0
503	12000,000	366,9	51,5	495,6	0,0

PENETRANTE DE RELIZANEAVANT PROJET DETAILLE AXE 1 ( AXE PRINCIPAL )

**AXE EN PLAN**

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
C01	XC= 298716,798 YC= 3976189,934 R = 5000,000	495,917			
			2871,115	295153,385	3972682,501
D03	GIS = 150,504g	561,444			
			3432,559	295547,231	3972282,369
C02	XC= 291983,818 YC= 3968774,936 R = -5000,000	855,445			
			4288,003	296092,364	3971624,470
D04	GIS = 161,396g	1613,007			
			5901,011	297011,628	3970299,047
L02	A = 350,000 Rf= -700,000 L = 175,000				
			6076,011	297105,222	3970151,322
	XC= 296484,776 YC= 3969827,212 R = -700,000 L = 382,031				