



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
People's Democratic Republic of Algeria  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministry of Higher Education and Scientific Research  
جامعة عبد الحميد بن باديس – مستغانم  
University Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculty of Sciences and Technology  
قسم الهندسة المدنية والمعمارية  
Civil engineering & architecture department



N° d'ordre : M ...../GC/2020

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie Civil

Spécialité : V.O.A

## Thème

ETUDE DU PROLONGEMENT DE LA VOIE EXPRESS  
CHERCHELL – DAMOUSS (WILAYA DE TIPASA)  
DU PK 0 AU PK 5 +274

Présenté par :

- Melle BOUCHACHI LEILA

*Soutenu le 07 / 07 / 2022 devant le jury composé de :*

Président : M. BOUHALOUFA Ahmed ..... Université de Mostaganem

Examineur: M. ROUAM SERIK Mohamed ..... Université de Mostaganem

Encadrant : M. TALIA Ahmed ..... Université de Mostaganem

Invité d'honneur : M. BOUARFA Zohir ..... Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2021 / 2022

## REMERCIEMENTS

*Nous tenons à remercier en premier lieu et avant tout الله le  
tout puissant, qui nous a donné la force et la patience  
d'accomplir notre travail dans les meilleures conditions  
" اللهم لك الحمد و الشكر "*

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon encadreur*

*Monsieur Ahmed Talia*

*Je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.*

*Nos remerciements s'adressent également aux membres du  
jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, et qui  
nous feront le plaisir d'apprécier.*

*Aussi nous remercions tout le personnel de département de Génie Civil.*

*Enfin, je remercie qui ont toujours été là pour moi.  
Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements  
ont été d'une grande aide.*

*À tous ceux qui travaillent honnêtement et sans tendance  
et racisme,*

*je leur présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude*

# DEDICACES

*Tout d'abord je tiens à remercier le bon Dieu de m'avoir aidé à arriver jusqu' à ce niveau d'études, et de réaliser ce modeste travail "اللهم لك الحمد والشكر".*

*Je tiens à dédier ce modeste travail :*

- ✓ *A la lumière de ma vie, ma très chère mère que dieu la garde pour moi.*
- ✓ *A Monsieur : Ahmed Talia.*
- ✓ *A la famille*

*Je dédie ce travail pour leur exprimer ma gratitude et ma reconnaissance*

# TABLE DES MATIERES

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>I</b>
<b>DEDICACES</b> .....	<b>II</b>
<b>TABLE DES MATIERES</b> .....	<b>III</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>X</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XII</b>
<b>ملخص</b> .....	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET</b>	
1. Introduction .....	3
2. Présentation de la wilaya de Tipaza .....	4
3. Climat .....	4
<b>CHAPITRE II : TRACE EN PLAN</b>	
1. Introduction .....	5
2. Règles a respecter dans le trace en plan .....	5
3. Catégorie d’une route .....	5
4. Environnement de la route .....	6
5. Vitesse de référence.....	7
6. Les éléments d’un tracé en plan : .....	7
6.1. Alignements .....	8
6.2. Arcs de cercle.....	8
6.3. Rayons en plan normés .....	8
7. Le choix des rayons .....	9
8. Les éléments des raccordements circulaires.....	9
9. Gisement d’une direction .....	10
10. Distance.....	10
11. Stabilité en courbe .....	10
12. Devers .....	11
12.1. Devers en alignement droit.....	11
12.2. Devers vers l’intérieur des courbes .....	11
12.3. Devers associés aux rayons choisis .....	11
13. Raccordement progressif .....	12

13.1. La clothoïde .....	12
13.2. Longueur des raccordements .....	13
13.2.1. La condition de confort dynamique.....	13
13.2.2. La condition optique.....	13
13.2.3. Condition de gauchissement.....	13
13.2.4. Vérification de non chevauchement .....	13
13.2.5. Formules de calcul des éléments de la clothoïde .....	14
13.3. Variations du dévers le long d'une clothoïde .....	15

### CHAPITRE III CONCEPTION PLANE

1. Introduction .....	16
2. L'étude géométrique et conceptuelle de la route .....	16
3. Notions sur le logiciel « Covadis » .....	16
4. Calcul d'axe :.....	16
4.1. Catégorie de la route .....	16
4.2. Définition de l'axe.....	17
4.3. Calcul des éléments de chaque raccordement circulaire.....	17
4.4. Environnement de la route .....	18
4.5. Vitesse de référence .....	21
4.6. Calcul des rayons en plan normés.....	21
4.7. Devers .....	21
4.8. Rayons en plan choisis.....	22
4.9. Calcul des devers associés aux rayons horizontaux choisis.....	22
4.10. Calculs des éléments de chaque raccordement circulaire .....	22
4.11. La longueur du tronçon et pourcentage en alignement droit et courbe.....	23
4.12. Raccordement progressif.....	23
4.12.1. Déterminations des longueurs des clothoïdes.....	23
4.12.2. Calculs des éléments des clothoïdes .....	24
4.12.3. Variations du dévers le long d'une clothoïde .....	24

### CHAPITRE IV : ETUDE DU TRAFIC

1. Introduction .....	27
2. Analyse du trafic .....	27
3. Différents types de trafics .....	27
a) Trafic normal .....	27
b) Trafic dévié .....	27
c) Trafic induit.....	28
d) Trafic total .....	28
4. Calcul de la capacité .....	28
4.1. Définition de la capacité .....	28
5. Détermination de nombre de voies.....	28
5.1. Calcul du trafic moyen journalier (TMJA) .....	28
5.2. Calcul des trafics effectifs .....	29
5.3. Débit de pointe horaire normal .....	29

5.4. Débit horaire admissible .....	29
6. Calcul du nombre de voie.....	30
7. Application au projet .....	31
7.1. Les résultats des calculs .....	31
<b>CHAPITRE V : PROFIL EN LONG</b>	
1. Définition .....	32
2. Ligne projet .....	32
3. Eléments constituant la ligne rouge .....	33
3.1. Les alignements.....	33
3.2. Déclivités .....	33
3.3. Raccordement en profil en long .....	34
3.3.1. Raccordements verticaux.....	34
3.3.1.1. Raccordement convexe (angle saillant).....	34
3.3.1.2. Raccordement concave (angle rentrant) .....	35
<b>CHAPITRE VI : CONCEPTION LONGITUDINALE</b>	
1. Conception longitudinale .....	37
1.1. La déclivité maximale .....	37
1.2. Les déclivités projet et valeurs des rayons des arcs de paraboles .....	37
2. Conclusion.....	38
<b>CHAPITRE VII : ETUDE CINEMATIQUE</b>	
1. Distance de freinage .....	39
2. Temps de réaction .....	39
3. Distance d'arrêt .....	40
3.1. En alignement droit .....	40
3.2. En courbe .....	40
4. Distance de perception .....	41
5. Distance de sécurité .....	41
6. Manœuvre de dépassement .....	42
7. Application au projet.....	43
<b>CHAPITRE VIII : PROFIL EN TRAVERS ET DIMENSIONNEMENT</b>	
<b>DU CORPS DE CHAUSSEE</b>	
2. Définitions.....	44
3. Structure de la chaussée .....	46
3.1. Définition .....	46
3.2. Les efforts dus aux véhicules .....	46
3.3. Résistance des sols de fondation .....	46
3.4. Les différentes catégories de chaussées .....	47
3.4.1. Chaussées souples .....	47
3.4.2. Chaussées rigides .....	47
3.4.3. Chaussées semi-rigides.....	47
3.5. Choix du type de chaussée .....	47

4. Structure de la chaussée souple .....	48
4.1. Couche de roulement.....	48
4.2. Couche de base.....	48
4.3. Couche de fondation .....	48
4.4. Couche anti-contaminante.....	48
4.5. Couche anti-capillaire .....	48
4.6. Couche drainante.....	48
4.7. Protection anti-gel .....	48
5. Dimensionnement du corps de chaussée .....	48
5.1. Méthode de C.B.R .....	49

## **CHAPITRE IX : CONCEPTION TRANSVERSALE**

1. Le profil en travers type le profil en travers type .....	51
2. L'épaisseur du corps de chaussée.....	51

## **CHAPITRE X : CUBATURES**

1. Introduction .....	53
2. Définitions .....	53
3. Les resultats des calculs de cubature .....	53

## **CHAPITRE XI : IMPLANTATION**

1. Définition.....	59
2. Implantation des sommets .....	59
2.1. Méthode : coordonnées rectangulaires.....	59
3. Listing d'implantation planimétrique et altimétrique des profils .....	59
4. Autres méthodes .....	64
4.1. Implantation de courbes .....	64
4.1.1. Raccordement circulaire .....	64
4.1.1.1. Exemple de méthode d'implantation .....	64
4.1.2. Raccordement progressif .....	65
5. Applications au projet .....	65

## **CHAPITRE XII ; SIGNALISATION**

1. Introduction .....	72
2. L'objet de la signalisation routière.....	72
3. Règles a respecter pour la signalisation .....	72
4. Catégories de signalisation .....	73
5. Types de signalisation .....	73
5.1. La signalisation routière horizontale .....	73
5.2. Lignes courantes .....	73
5.2.1. Lignes de rive .....	73
5.2.2. Lignes continues .....	73
5.2.3. Lignes discontinues .....	73
5.2.4. Lignes de dissuasion et d'avertissement .....	74
5.2.5. Marquage de voies particulières .....	74
5.3. Signalisation routière verticale.....	76

5.3.1. Signaux de danger.....	76
5.3.2. Signaux comportant une prescription absolue.....	76
5.3.3. Signaux de position des dangers.....	76
5.3.4. Catégories de panneaux.....	76
<b>CHAPITRE XIII : ECLAIRAGE</b>	
1. Introduction.....	82
2. Catégories d'éclairage.....	82
2.1. Éclairage dans un giratoire.....	82
2.2. Croisement de deux éclairages.....	82
2.3. Éclairage d'un croisement de route.....	83
3. Paramètres de l'implantation des luminaires.....	83
3.1. Éclairage de la voie le long de la route.....	83
<b>CHAPITRE XIII : ASSAINISSEMENT</b>	
1. Introduction.....	84
2. Etude hydrologique.....	84
3. Choix de la période de retour.....	84
4. Caractéristiques morphologiques des bassins versants.....	85
5. Etude hydraulique.....	85
5.1. Détermination du débit de projet.....	85
5.2. Choix du coefficient de ruissellement.....	86
5.3. Détermination du temps de concentration.....	86
5.4. Intensité de pluie.....	87
5.5. Surface du bassin versant.....	88
5.6. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques.....	88
5.6.1. Calcul du débit de saturation.....	88
5.7. Les conditions de dimensionnement.....	89
5.7.1. Hauteur utile ou de remplissage.....	89
6. Dimensions des ouvrages.....	89
7. Facteurs influençant le choix des ouvrages.....	90
8. Conclusion.....	90
<b>CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF</b>	
1. Devis estimatif.....	91
1.1. Définition.....	91
1.2. Tableau de calculs.....	91
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	92
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	93

## LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1: Type de topographie.....	6
Tableau 2: Sinuosité.....	7
Tableau 3: Vitesse de référence.....	7
Tableau 4 : Devers en fonction de l'environnement.....	11
Tableau 5 : Formules de calcul des éléments de la clothoïde.....	14
Tableau 6 : coordonnées planimétrique définissant l'axe du tracé.....	17
Tableau 7 : Les éléments de chaque raccordement circulaire.....	17
Tableau 8 : la dénivelée cumulée.....	18
Tableau 9: Dévers min et max pour les rayons horizontaux.....	21
Tableau 10 : coefficients ft en fonction de la catégorie.....	21
Tableaux 11: coefficients F'' en fonction de la catégorie.....	22
Tableaux 12: Rayon en plan normés.....	22
Tableaux 13: Rayon en plan choisis.....	22
Tableaux 14: Dévers associés aux rayons en plan choisis.....	22
Tableaux 15: valeurs des éléments des raccordements circulaires.....	23
Tableaux 16: Longueur totale et pourcentage en alignement droit et courbes.....	23
Tableaux 17: détermination des longueurs de clothoïdes.....	23
Tableaux 18 : valeurs des éléments des clothoïdes.....	24
Tableau 19: variation du dévers (clothoïde virage 1 et 2).....	24
Tableau 20: variation du dévers (clothoïde virage 3 et 5).....	25
Tableau 21 : variation du dévers (clothoïde virage 6 et 7).....	25
Tableau 22: variation du dévers (clothoïde virage 8 et 10).....	26
Tableau 23:valeurs du coefficient P.....	29
Tableau 24: Valeurs de K1 en fonction de l'environnement.....	30
Tableau 1: Valeurs de K2 en fonction de l'environnement.....	30
Tableau 2 : capacité théorique.....	30
Tableau 27: Données du trafic.....	31
Tableau 28: Résultats de calcul trafic.....	31
Tableau 29: Valeur de la déclivité maximale.....	33

Tableau 30 : Rayons convexes .....	35
Tableau 31: Rayons concaves .....	36
Tableau 32: valeurs des déclivités et rayons des arcs de parabole choisis.....	37
Tableau 33: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40 .....	39
Tableau 34 : récapitulatif des distances : de freinage et d'arrêt .....	43
Tableau 35 : valeur de $d_{vdm}$ , $d_{vdN}$ et $d_{md}$ .....	43
Tableau 36 : matériaux et coefficients d'équivalence.....	49
Tableau 37: Données du trafic.....	52
Tableau 38: Les différentes épaisseurs des couches du corps de chaussées choisies .....	52
Tableau 39: calcul des cubatures.....	53
Tableau 40 : Listing d'implantation des points d'axe .....	59
Tableau 41 : implantation des parties courbe (Méthode 2).....	66
Tableau 42 : Identification de la station de Gouraya .....	84
Tableau 43: Les caractéristiques morphologiques des bassins versants .....	85
Tableau 44: Les variations de coefficients C1 .....	86
Tableau 45 : Les variations de coefficients C2 .....	86
Tableau 46: Les variations de coefficients C3 .....	86
Tableau 47 : Les valeurs des intensités obtenues en (mm/h). .....	88
Tableau 48 : Valeur de coefficient de rugosité $K_{st}$ . .....	89
Tableau 49 : Les débits d'apports des bassins versants .....	89
Tableau 50 : Les débits de saturations des ouvrages projetés .....	89
Tableau 51 : Devis quantitatif estimatif .....	91

## LISTE DES FIGURES

	Page
Figure. 1 : Présentation du projet .....	3
Figure 2 : Elément de tracé en plan.....	7
Figure 3 : Eléments de raccordement circulaire.....	9
Figure 4: Clothoïde.....	12
Figure 1: Eléments d'un clothoïde .....	13
Figure 2 : Condition de gauchissement .....	14
Figure 7 : Calcul de raccordement parabolique .....	32
Figure 3: Distance d'arrêt et de freinage.....	40
Figure 9:Distance de perception.....	41
Figure 4: L'espace entre deux véhicules .....	42
Figure 11 : Profil en travers type.....	44
Figure 12: Les éléments d'une route.....	45
Figure 13: Profil en travers type du prolongement de la voie express .....	51
Figure 14:Corps de chaussée.....	52
Figure 15 : Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente.....	64
Figure 16: Implantation de clothoïde .....	65
Figure 17 : La signalisation routière horizontale.....	77
Figure 5 : Détail flèche de rabattement .....	78
Figure 19: détail des lignes longitudinales et transversales .....	79
Figure 20 : Détail flèche de direction.....	80
Figure 21 : Signalisation verticale.....	81

## RESUME

---

En vu d'éliminer la congestion enregistrée quotidiennement au niveau de la ville de Cherchell et Damouss, étant donné que le seul et unique passage obligé est celui de la RN11, qui existe actuellement, Les autorités ont demandé de remédier à ce problème par la projection d'une voie express Cherchell - Damouss à caractère autoroutier de ces deux villes et assurer en même temps la continuité de la voie express.

A cet effet, notre travail consiste principalement à étudier en phase APD un tronçon du prolongement de la voie express Cherchell- Damous du PK 0 au PK 5 + 274

Le choix de notre tracé se basera essentiellement sur l'évitement des contraintes concernant le début du projet pour desservir la zone militaire de l'académie de Cherchell et d'éviter les contraintes de la conduite de gaz ainsi que le transport très importante (ouvrage stratégique et des pylônes électriques très haute tension) sans oublier la sauvegarde des terres à haut rendement agricole d'autre part.

Notre premier souci dans la conception de ce prolongement est l'usager de cette voie express. Notre objectif est de lui assurer un niveau de service en rapport avec le trafic résultant du développement économique de la région ; de décongestionner le trafic urbain ; de réduire le temps de parcours ; d'assurer une régularité dans les déplacements des usagers ; de réduire le nombre d'accidents et lui assurer une bonne fluidité de la circulation en générale et enfin, d'améliorer le cadre de vie des habitants. Et ceci ne se concrétisera que si on respecte toutes les normes

Mots clé : voie express, pronlongement, RN,usager, confort, sécurité, décongestionner, accidents, contrainte, normes

# ABSTRACT

---

In order to eliminate the congestion recorded daily at the level of the town of Cherchell and Damouss, given that the one and only obligatory passage is that of the RN11, which currently exists, the authorities have asked to remedy this problem by the projection of a Cherchell - Damouss expressway with a motorway character in these two towns and at the same time ensure the continuity of the expressway.

To this end, our work consists mainly in studying in the APD phase a section of the extension of the Cherchell-Damous expressway from PK 0 to PK 5 + 274

The choice of our route will be based essentially on the avoidance of the constraints concerning the start of the project to serve the military zone of the Cherchell academy and to avoid the constraints of the gas line as well as the very important transport (strategic work and very high voltage electricity pylons) without forgetting the protection of land with high agricultural yield on the other hand.

Our first concern in the design of this extension is the user of this expressway. Our objective is to provide it with a level of service commensurate with the traffic resulting from the economic development of the region; decongest urban traffic; reduce travel time; to ensure regularity in the movements of users; to reduce the number of accidents and ensure good traffic flow in general and finally, to improve the living environment of the inhabitants. And this will only happen if we respect all the standards

Keywords: expressway, extension, RN, user, comfort, safety, decongestion, accidents, constraint, standards

## ملخص

من أجل القضاء على الازدحام المسجل يوميًا على مستوى بلدة شرشال وداموس ، نظرًا لأن الممر الوحيد الإلزامي هو ممر RN11 الموجود حاليًا ، فقد طلبت السلطات معالجة هذه المشكلة من خلال إسقاط طريق شرشال - داموس السريع ذو طابع الطريق السريع في هاتين المدينتين وفي نفس الوقت يضمن استمرارية الطريق السريع.

تحقيقًا لهذه الغاية ، يتمثل عملنا بشكل أساسي في الدراسة في مرحلة APD ، قسم من امتداد طريق Cherchell-Damous السريع من PK 0 إلى PK 5 + 274

سوف يعتمد اختيار طريقنا بشكل أساسي على تجنب القيود المتعلقة ببدء المشروع لخدمة المنطقة العسكرية لأكاديمية شرشال ولتجنب قيود خط الغاز وكذلك النقل المهم للغاية (العمل الاستراتيجي و أبراج الكهرباء ذات الجهد العالي جدا) دون إغفال حماية الأرض ذات الغلة الزراعية العالية من ناحية أخرى.

أول ما يشغلنا في تصميم هذا الامتداد هو مستخدم هذا الطريق السريع. هدفنا هو تزويدها بمستوى من الخدمة يتناسب مع حركة المرور الناتجة عن التنمية الاقتصادية للمنطقة ؛ ازدحام حركة المرور الحضرية ؛ تقليل وقت السفر لضمان انتظام تحركات المستخدمين ؛ لتقليل عدد الحوادث وضمان حسن تدفق حركة المرور بشكل عام وتحسين البيئة المعيشية للسكان. وهذا لن يحدث إلا إذا احترمنا جميع المعايير

الكلمات الرئيسية: الطريق السريع ، التمديد ، RN ، المستخدم ، الراحة ، الأمان ، إزالة الازدحام ، الحوادث ، القيد ، المعايير

# INTRODUCTION

---

Les infrastructures de transport telles que les routes et les ouvrages d'art assurent les meilleures conditions de déplacement au sein du périmètre urbain ou régional d'une ville. Ces éléments de communications sont d'une grande importance sociale et économique pour un pays.

En effet, durant ces dernières années, l'Algérie a connu un grand développement dans son réseau routier. Parmi ces réseaux, on note le prolongement de la voie express de Cherchell –Damouss qui permettra le désengorgement de la RN11, assurant la liaison entre Alger et Oran en passant par la ville de Cherchell

L'unique route (RN11) ne suffit plus pour accueillir les centaines de milliers de véhicules qui utilisent les tronçons de la RN11.

De gros problèmes de circulation sont attendus chaque saison estivale. Les accidents routiers se sont multipliés malheureusement.

En vue d'éliminer la congestion enregistrée quotidiennement au niveau de la ville de Cherchell et Damouss, étant donné que le seul et unique passage obligé est celui de la RN11, qui existe actuellement, Les autorités ont demandé de remédier à ce problème par la projection d'une voie express Cherchell - Damouss à caractère autoroutier de ces deux villes et assurer en même temps la continuité de la voie express.

A cet effet, notre travail consiste principalement à étudier en phase APD un tronçon du prolongement de la voie express Cherchell- Damouss du PK 0 au PK 5 + 274

L'opportunité du projet est de :

- Atténuer le trafic intense exercé sur la RN11
- Eliminer la congestion actuelle au niveau de la ville de Cherchell et de Damouss
- Desservir la zone de l'académie militaire de Cherchell
- Offrir une connexion à la ville de Cherchell et son port de Pêche semi industriel
- Offrir une continuité au projet de la voie express

Pour ce faire et afin d'atteindre le but visé, notre mémoire suivra le plan ci-dessous :

Chapitre 1 : Après l'introduction générale nous aborderons dans le premier chapitre la présentation globale du projet, où nous attacherons à justifier et d'argumenter l'objectif de ce projet.

Chapitre 2 : Ce chapitre, est réservé à une partie importante et impérative qui est la conception plane du projet.

Chapitre 3 : Le troisième chapitre comprendra l'étude et l'analyse du trafic et ses différents types existants, avant de passer au calcul de la capacité et on illustrera ce chapitre avec une application au projet.

Chapitre 4 : La seconde et essentielle partie, sera traitée dans ce chapitre qui est la conception longitudinale du projet.

Chapitre 5 : Dans ce chapitre et après avoir énumérer les éléments constitutifs du profil en travers ainsi que le profil en travers type on abordera, est ça reste une très importante partie la conception transversale du projet.

Chapitre 7 : Une fois le tracé est fini en tenant compte des normes géométrique et d'après le calcul automatique on définira les cubatures des terrassements et leurs calculs.

8 : ce chapitre est réservé à l'implantation

Chapitre 9 : On passera en suite, à ce chapitre comprenant, l'étude hydraulique et assainissement, l'étude des dispositifs de sécurité et de signalisation, éclairage.

Chapitre 10 : et enfin le devis quantitatif, estimatif du projet à réaliser.

On terminera par une conclusion générale

# PRESENTATION DU PROJET

## 1. INTRODUCTION

Dans le cadre du développement du réseau routier de la wilaya de Tipasa, un vaste programme d'investissement et de relance économique dans tous les domaines entre autre le secteur des travaux publics a été arrêté pour résoudre le problème de congestion par la modernisation du réseau routier existant et la projection des axes principaux tel que voie express et évitements, parmi lequel l'étude de prolongement de la voie express Cherchell- Damouss.

Le prolongement de ce tronçon va assurer la continuité de la voie express qui compte un volume de trafic très important.

Il a été crée dans le but de dévier une partie du trafic, emprunt actuellement la RN 11 et traversant les villes de Cherchell et Damouss afin de soulager cette villes en diminuant le trafic actuel.

Notre tronçon qui fait objet de notre présente étude, traitera en phase APD (avant projet détaillé) le prolongement d'un tronçon de la voie express Cherchell -Damouss d'une longueur dépassant les cinq kilomètres (du PK 0 au pk 5 +274 )

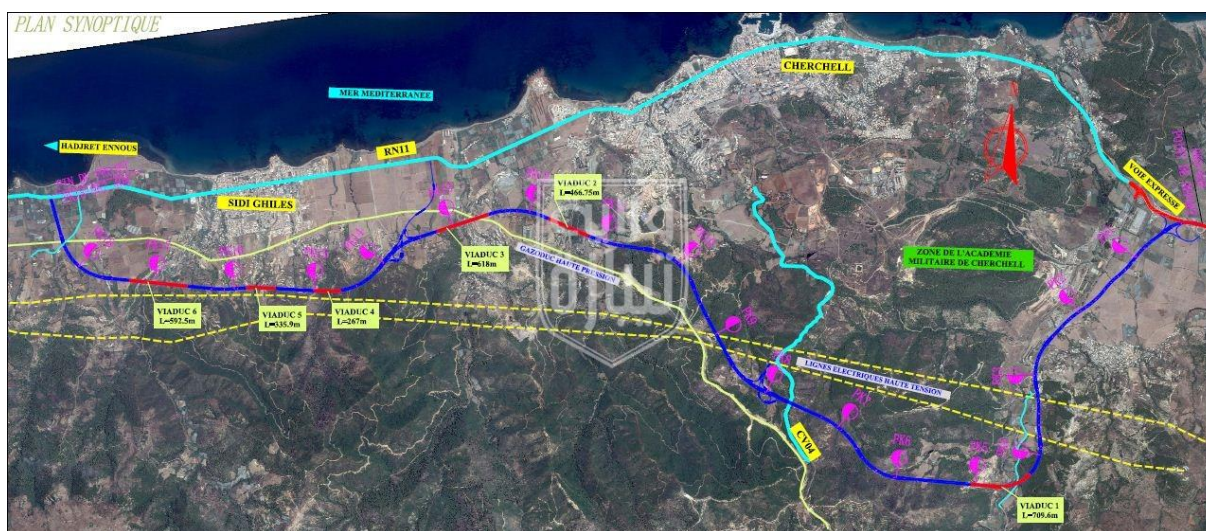


Figure. 1 : Présentation du projet

Le choix du tracé basé essentiellement sur l'évitement des contraintes concernant le début du projet pour desservir la zone militaire de l'académie de Cherchell et éviter les contraintes de la conduite de gaz, le transport très important (ouvrage stratégique et des pylônes électriques très haute tension) et de s'inscrire dans les recommandations techniques de la SONATRACH et GRTE d'une part et la sauvegarde des terres à haut rendement agricole d'autre part.

Cette étude a été conçue dont l'objectif de :

- assurer à l'usager un niveau de service en rapport avec le trafic résultant du développement économique de la région.

- décongestionner le trafic urbain.
- Réduire le temps de parcours.
- Assurer une régularité dans les déplacements des usagers.
- à réduire le nombre d'accidents.
- assurer une bonne fluidité de la circulation en générale.
- Améliorer le cadre de vie des habitants.

## 2. PRESENTATION DE LA WILAYA DE TIPASA

La wilaya de Tipasa est située sur le littoral Nord- Centre du pays. Elle s'étend sur une superficie de 1 707 km<sup>2</sup>. Elle est limitée par:

- La mer méditerranée au Nord ;
- La Wilaya de Blida au Sud-est ;
- La Wilaya d'Ain-Defla au Sud Ouest ;
- La Wilaya de Chlef à l'Ouest ;
- La Wilaya d'Alger à l'Est.

La description du contexte socio-économique de la wilaya permettra d'identifier les pôles d'émission et d'attraction du trafic (zones de peuplement, zones d'activités, zones industrielles, mines et carrières exploitées, ...) et de définir l'organisation des mouvements de déplacements des personnes et des flux d'échanges de marchandises de façon à comprendre l'environnement économique actuel dans lequel le projet s'inscrira et à identifier les circuits d'échanges habituellement empruntés.

La zone de projet englobe les communes côtières de Cherchell et de Damouss, elle se situe à l'Ouest de la wilaya Tipasa. Cette zone est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Est par le massif du Chenoua, à l'Ouest par des terrains plats ou faiblement accidentés (en allant vers Sidi Ghiles) et au Sud par le massif forestier de Bou Maad.

## 3. CLIMAT

Le climat de la région est subhumide : un été chaud et un hiver doux dans la partie Nord (côté mer) et froid dans la partie Sud (côté montagneux). Les températures varient entre 33°C pour les mois chauds de l'été (juillet-Aout) 5 à 7° pour les mois froids (Décembre-Février). La pluviométrie annuelle est comprise entre 600 mm et 800 mm.

# TRACE EN PLAN

---

## 1. INTRODUCTION

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

## 2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN

Pour un tracer en plant normaliser il nous faut :

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Appliquer les normes de B40 si possible.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour de raison économique.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la cote des plus hautes eaux. Et la longueur minimale de l'alignement droit.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Se raccorder sur les réseaux existants

## 3. CATEGORIE D'UNE ROUTE

- La catégorie d'une route est définie suivant la nature des villes, suivant les activités socio-économiques et administrative situées sur les localités desservie par la route. Les routes Algérienne sont classées en cinq (5) catégorie fonctionnelles et sont comme suit :
- Catégorie 1 : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourdes considérés deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.
- Catégorie 2 : Liaisons des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.
- Catégorie 3 : Liaison des chefs lieux de daïra et des chefs lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2

- Catégorie 4: Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- Catégorie 5 : Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes

#### 4. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE

Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

##### 4.1. Dénivelée cumulée moyenne

La somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire existant, rapportée à la longueur de cet itinéraire, permet de mesurer la variation longitudinale du relief. (B40)

$$\frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i l_i + \sum_{P_i < 0} P_i l_i \right|}{L}$$

Les valeurs seuils déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie.

Tableau 1: Type de topographie

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$Dc \leq 1.5\%$
2	Terrain Vallonné	$1.5\% < DC \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$Dc > 4\%$

##### 4.2. Sinuosité

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

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

$$\sigma = \frac{L_s}{L_T}$$

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

Tableau 2: Sinuosité

N°	Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.10$
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma \geq 0.30$

## 5. VITESSE DE REFERENCE

La vitesse de référence est la vitesse de circulation des véhicules sur une route à circulation normale et au dessous de laquelle les véhicules rapides peuvent circuler normalement en dehors des pointes. Elle est déterminée en fonction de l'importance des liaisons assurées par la section de route et par les conditions géographiques. La vitesse est donc en fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminée la vitesse de référence.

Tableau 3: Vitesse de référence

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

## 6. LES ELEMENTS D'UN TRACE EN PLAN :

Un tracé en plan est constitué de trois éléments (comme il est schématisé ci-dessous) :

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

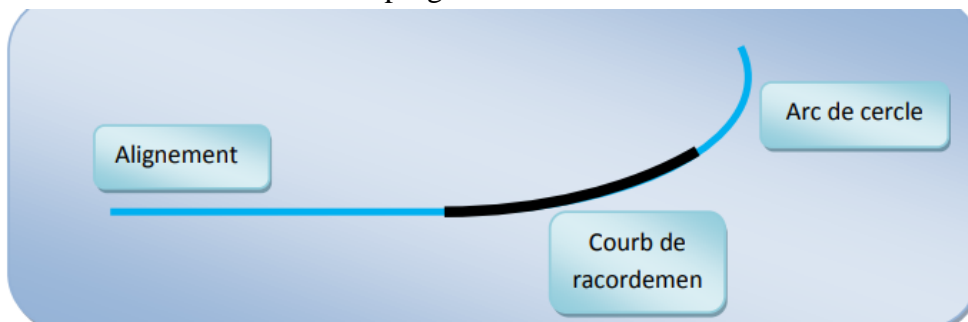


Figure 02 : Elément de tracé en plan

## 6.1. ALIGNEMENTS DROITS

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités
- La longueur minimale est celle correspondant à un chemin parcouru durant un temps d'adaptation (t)

## 6.2. POURCENTAGE ALIGNEMENT DROIT

Pendant longtemps le tracé rectiligne a été considéré comme le meilleur parce qu'il est le plus court, mais ce tracé représente des inconvénients dans les grands alignements, éblouissement, torpeur du conducteur, vitesse excessive, esthétique difficile.

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grands rayons. Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droits d'une section de route. Il est recommandé de limiter ce pourcentage de 40 à 60 %

## 6.3. ARCS DE CERCLE

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

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

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

## 6.4. RAYONS EN PLAN NORMES

### 6.4.1. LE RAYON MINIMAL ABSOLU RHM

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

$$R_{Hm} = \frac{V_r^2 \text{ (Km/h)}}{127(d + ft)}$$

### 6.4.2. LE RAYON MINIMAL NORMAL RHN

RHN est le rayon minimal absolu relatif à la vitesse de référence immédiatement supérieure. Il lui est associé un dévers égal à  $d_{max} - 2\%$  pour les catégories 1-2-3 et 4. Ce dévers est réduit à  $6\%$  ( $= d_{max} - 3\%$ ) pour la catégorie 5.

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

**6.4.3. LE RAYON AU DEVERS MINIMAL RHD**

RHd est le rayon au deçà duquel les chaussées sont déversées vers l’intérieur du virage et tel que l’effet centrifuge résiduel soit équivalent à celui subi par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit (devers : - d min %)

$$RHd = \frac{Vr^2}{127(2. dmin)}$$

**6.4.4. LE RAYON NON DEVERSE RHND**

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

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(F'' - dmin)}$$

**7. LE CHOIX DES RAYONS**

Pour une route de catégorie donnée, Il n’y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

**8. LES ELEMENTS DES RACCORDEMENTS CIRCULAIRES**

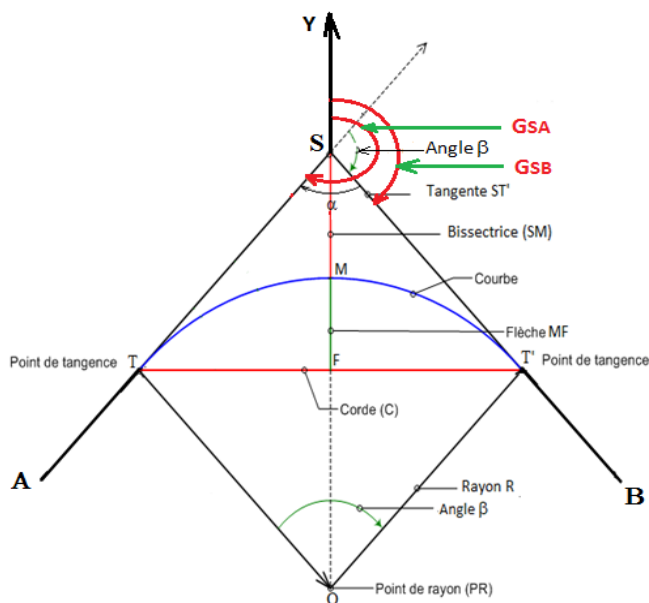


Figure 3 : éléments de raccordement circulaire

Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire

$$\begin{aligned}
 \text{La tangente} \quad ST &= ST = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \\
 \text{Bissectrice} \quad \text{Biss} &= R \cdot \left( \frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right) \\
 \text{La développée} \quad D &= \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R\beta^{\text{rd}} \\
 \text{La flèche} \quad F &= R \left( 1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)
 \end{aligned}$$

### L'angle au centre

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

$$\alpha = G_{SA} - G_{SB} \quad \text{et} \quad \beta = 200 - \alpha$$

## 9. GISEMENT D'UNE DIRECTION

Le gisement d'une direction est l'angle dans le sens topographique (des aiguilles d'une montre) entre l'axe des Y et une direction donnée

Exemple : Calcul du Gisement de la direction S1S2

$$G_{SA} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \operatorname{arctg} \frac{X_A - X_S}{Y_A - Y_S}$$

## 10. DISTANCE

La distance SA est donnée par la relation :

$$SA = \sqrt{(X_A - X_S)^2 + (Y_A - Y_S)^2}$$

## 11. STABILITE EN COURBE

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'intérieur du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite dévers

## 12. DEVERS

Des études de cas montrent qu'un dévers inversé est un facteur accidentogène explicatif important. La reprise du dévers dans ces cas améliore la sécurité du site et change fortement les trajectoires des véhicules.

Un changement de dévers dans la partie circulaire de la courbe est un facteur d'accident entraînant :

- Une mauvaise trajectoire des véhicules
- Une accumulation d'eau sur chaussée dans la courbe

### 12.1. DEVERS EN ALIGNEMENT

En alignement droit le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée.

L'épaisseur du film d'eau est conditionnée par deux types de paramètres :

- Paramètres indépendants de la route : intensité et durée de la pluie
- Paramètres liés à la route : nature et état du revêtement de surface

Les valeurs suivantes sont adoptées en Algérie Devers minimal :  $d_{min} = 2.5 \%$

### 12.2. DEVERS VERS L'INTERIEUR DES COURBES

En courbe, le devers permet de :

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

**Le devers minimal** : nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.

**Le devers maximal** : admissible dans les courbes est essentiellement limité par les conditions de stabilité des véhicules lents ou l'arrêt, dans des conditions météorologiques exceptionnelles.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Tableau 4 : Devers en fonction de l'environnement

Devers \ Environnement	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%

### 12.3. DEVERS ASSOCIES AUX RAYONS CHOISIS

#### 1<sup>er</sup> cas :

Le rayon choisi :  $R \geq R_{HND}$  → Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit

#### 2<sup>ème</sup> cas :

Le rayon choisi :  $R_{HD} \leq R \leq R_{HND}$  → Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

#### 3<sup>ème</sup> cas :

Si  $RHN \leq R \leq RHd$ , le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

$$d(R) = \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) \left[ \frac{d(RHN) - d(RHd)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}} \right] + d(RHd)$$

**4ème cas :**

Si  $RHm < R < RHN$ , la route est déversée à l’intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en 1/R.

$$d(R) = \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RHN} \right) \left[ \frac{d(RHm) - d(RHN)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}} \right] + d(RHN)$$

**13. RACCORDEMENT PROGRESSIF**

**13.1. LA CLOTHOÏDE**

Le rayon de courbure d’une clothoïde varie progressivement d’une valeur infinie en O, point de tangence avec l’alignement Ox, à une valeur finie, r, en un point donné P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l’infini et r.

L’équation caractéristique est donnée par :  $A^2 = R.L$

Le calcul des caractéristiques de ces raccords à courbure progressive permet de respecter les conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usagers. Ces conditions tendent à limiter la variation de sollicitation transversale des véhicules.

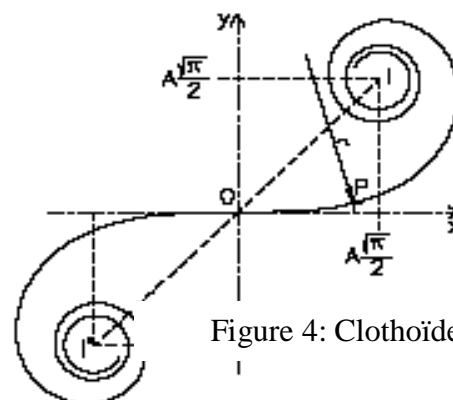


Figure 4: Clothoïde

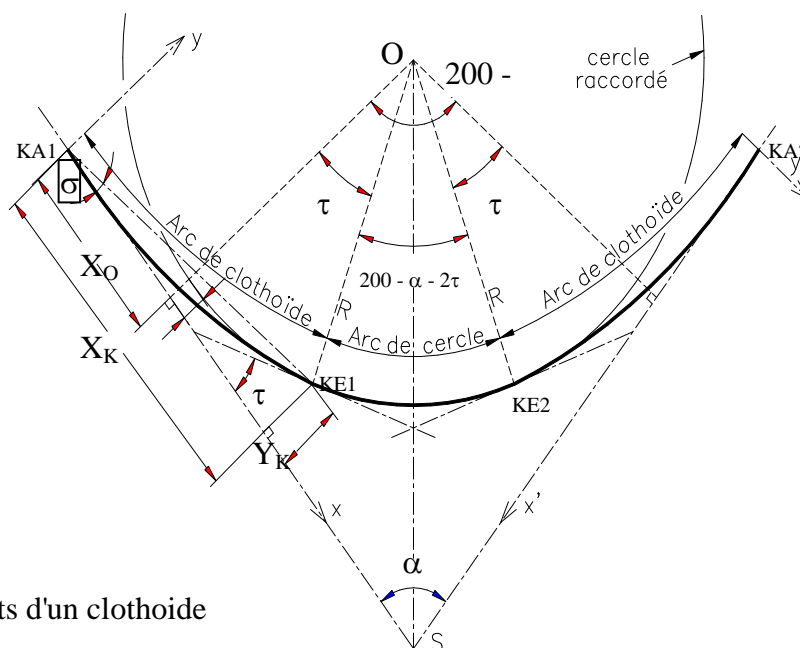


Figure 6: éléments d'un clothoïde

**13.2. LONGUEUR DES RACCORDEMENTS**

La longueur des raccords progressifs est une combinaison de plusieurs conditions de natures différentes : parmi ces conditions les trois principales sont:

**13.3. LA CONDITION DE CONFORT DYNAMIQUE**

Cette condition a pour objet d’assurer l’introduction progressive du dévers et de la courbure de façon en particulier à respecter les conditions de stabilité et de « confort dynamique », en limitant par unité de temps, la variation de la sollicitation transversale des véhicules.

$$L_1 \geq \frac{Vr^2}{18} \left( \frac{Vr^2}{127R} - \Delta d \right)$$

**13.4. LA CONDITION OPTIQUE**

Cette condition a pour objet d’assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels, et en particulier de rendre perceptible suffisamment à l’avance la courbure du tracé, de façon à obtenir la sécurité de conduite la plus grande possible.

$$L_2 \geq \sqrt{24.R.\Delta R}$$

**13.5. CONDITION DE GAUCHISSEMENT**

Cette condition a pour objet d’assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle se traduit par la limitation de pente relative du profil en long

$$L_3 \geq l.\Delta d.Vr$$

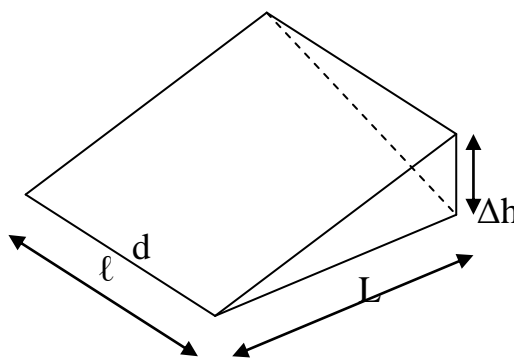
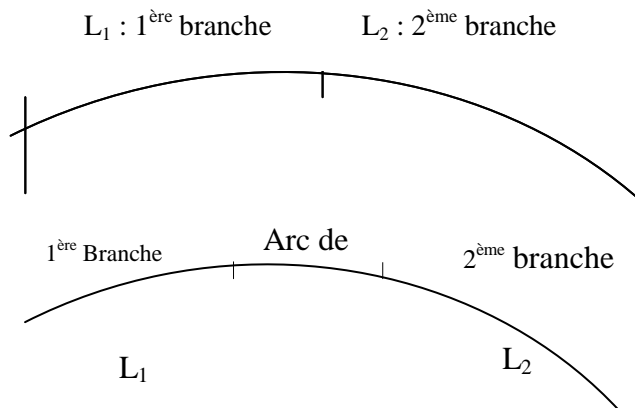


Figure 7: condition de gauchissement

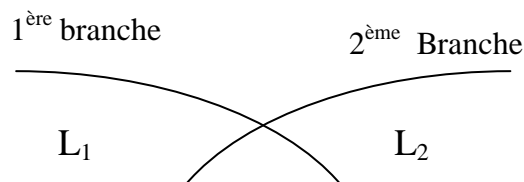
**13.6. VERIFICATION DE NON CHEVAUCHEMENT**

1<sup>er</sup> cas :  $\tau = \frac{\beta}{2}$  Clothoïde sans arc de cercle.

2<sup>ème</sup> cas :  $\tau < \frac{\beta}{2}$  Clothoïde avec arc de cercle.



3<sup>ème</sup> cas :  $\tau > \frac{\beta}{2}$  Clothoïde impossible



### 13.7. FORMULES DE CALCUL DES ELEMENTS DE LA CLOTHOÏDE

Tableau 5 : Formules de calcul des éléments de la clothoïde

Paramètre de la clothoïde		
R	Rayon (m)	
L	Longueur de la clothoïde (m)	
A	Paramètre de la clothoïde (m)	$A = \sqrt{R \cdot L}$
$\alpha$	Angle au sommet (gr)	
$\beta$	Angle au centre (gr)	$\beta = 200 - \alpha$
$\tau$	Angle des tangentes (gr)	$\tau = \frac{L}{2R}$
$\gamma$	Angle au centre Partie circulaire (gr)	$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$
X <sub>KE</sub>	Abscisse de l'extrémité de la cloth. (m)	$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$
Y <sub>KE</sub>	Ordonnée de l'extrémité de la cloth. (m)	$Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$
$\sigma$	Angle Polaire (gr)	$\sigma = \text{arctg} \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$
L <sub>cercle</sub>	Long, de la partie circulaire (m)	D cercle : $D = \frac{\pi R \theta}{200}$
SL	Longueur de la corde KA-KE (m)	$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$
X <sub>O</sub>	Abscisse du centre (m)	$X_O = X_{KE} - R \sin \tau$
Y <sub>O</sub>	Ordonnées du centre (m)	$Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$
KA-O	Distance KA-centre (m)	$KAO = \sqrt{X_O^2 + Y_O^2}$
$\Delta R$	Ripage (m)	$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$
DT	Developée totale (m)	$DT = 2L + D_{\text{cercle}}$
T = SKA	Distance S-KA (m)	$T = X_O + (R + \Delta R) \cotg(\alpha/2)$
TK	Tangente courte (m)	$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$
TL	Tangente Longue (m)	$TL = X_{KE} - \left( \frac{Y_{KE}}{\cos \tau} \right)$
B	Bissectrice (m)	$B = \frac{(R + \Delta R)}{\cos \frac{\alpha}{2}}$

**13.8. VARIATIONS DU DEVERS LE LONG D'UNE CLOTHOIDE**

$$x = \frac{6L}{\Delta d}$$
$$d_{int} = \begin{cases} d_{min} & \text{si } x < \frac{6L}{\Delta d} \\ d_{ext} & \text{si } x > \frac{6L}{\Delta d} \end{cases}$$
$$d_{ext} = \frac{\Delta d}{L} xi - d_{min}$$

# CONCEPTION PLANE

---

## 1. INTRODUCTION

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration de terrain.

Il s'agit pour nous de déterminer un tracé optimal, de concevoir et aménager ce tronçon routier dans le respect des normes de conception tout en tenant compte de l'aspect économique. La méthodologie adoptée portera essentiellement sur le logiciel Covadis 10.1 qui est actuellement un produit de référence en matière de conception routière.

## 2. L'ETUDE GEOMETRIQUE ET CONCEPTUELLE DE LA ROUTE

Il s'agira ici d'élaborer les différentes étapes de la projection suivant les prescriptions et normes en vigueur. Toute l'étude sera faite sur le logiciel Covadis 10.1. Nous réunirons toutes les données nécessaires pour l'élaboration d'un tracé répondant aux normes de conception. Nous commencerons par le tracé en plan à partir d'un fond de plan topographique ; puis ensuite viennent le profil en long, l'élaboration des profils en travers, le calcul des cubatures, et l'édition des différents plans.

## 3. NOTIONS SUR LE LOGICIEL « COVADIS »

Covadis est un applicatif AutoCAD, c'est à dire complètement intégré à ce logiciel et ne peut pas fonctionner sans. Cet applicatif possède un module pour les calculs topométries, qui permet tous les calculs. Un module "2D" regroupe toutes les fonctions de gestions des points topographiques, de dessins géométriques, listings etc...

Le module "3D" propose le calcul de MNT, le dessin de profils et tous les outils nécessaires à la conception de projet.

COVADIS est spécialement dédié aux bureaux d'études en infrastructure, aux entreprises de travaux publics, aux collectivités locales et territoriales, ainsi qu'aux cabinets de géomètres. Il permet de traiter un projet d'infrastructure de sa phase initiale à sa phase finale.

Il contient en un seul logiciel, l'ensemble des modules « métiers » exploités quotidiennement par les bureaux d'études VRD et les entreprises de BTP. COVADIS fonctionne sur toutes les versions récentes d'AutoCAD.

## 4. CALCUL D'AXE :

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie. Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe.

### 4.1. CATEGORIE DE LA ROUTE

La catégorie d'une route est définie suivant la nature des villes, suivant les activités socio-économiques et administrative situées sur les localités desservie par la route.

Les routes Algérienne sont classées en cinq (5) catégorie fonctionnelles

**La catégorie de notre route est : Catégorie 2**

## 4.2. DEFINITION DE L'AXE

Tableau 6 : coordonnées planimétrique définissant l'axe du tracé

Sommet	X (m)	Y (m)
A	433409,4500	4050268,1280
S1	433127,9589	4050305,1337
S2	432734,9121	4049913,8989
S3	432523,5408	4049564,7538
S4	432383,1520	4049408,6057
S5	432214,8779	4049140,2691
S6	431917,3313	4048854,0222
S7	431542,4619	4048314,9643
S8	431689,9932	4047795,7244
S9	431735,7159	4047497,6208
S10	431938,4993	4046684,7517
B	430791,0638	4046614,0116

## 4.3. CALCUL DES ELEMENTS DE CHAQUE RACCORDEMENT CIRCULAIRE

Tableau 7 : Les éléments de chaque raccordement circulaire

Direction	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	-281,49	37,01	308,3215			283,91
S1-S2	-393,05	-391,23	250,1471	$\beta_1$	58,1744	554,57
S2-S3	-211,37	-349,15	234,6562	$\beta_2$	15,4909	408,14
S3-S4	-140,39	-156,15	246,6199	$\beta_3$	11,9637	209,98
S4-S5	-168,27	-268,34	235,6576	$\beta_4$	10,9623	316,73
S5-S6	-297,55	-286,25	251,2321	$\beta_5$	15,5745	412,88
S6-S7	-374,87	-539,06	238,6837	$\beta_6$	12,5484	656,59
S7-S8	147,53	-519,24	182,3762	$\beta_7$	56,3075	539,79
S8-S9	45,72	-298,10	190,3111	$\beta_8$	7,9349	301,59
S9-S10	202,78	-812,87	184,4362	$\beta_9$	5,8749	837,78
S10-B	-1147,44	-70,74	296,0802	$\beta_{10}$	111,6440	1149,61
					$\Sigma$	5671,59 m

#### 4.4. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE

Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

##### 4.4.1. Dénivelée cumulée moyenne

Calcul de la dénivelée cumulée

Tableau 8 : la dénivelée cumulée

N°	Distance (m)		Altitude (m)	Dni (m)
	Cumulée	Partielle		
A	0,00	0,00	16,83	
1	30,00	30,00	16,53	-0,30
2	60,00	30,00	16,45	-0,09
3	87,28	27,28	16,55	0,10
4	90,00	2,72	16,51	-0,04
5	120,00	30,00	16,45	-0,06
6	150,00	30,00	16,33	-0,13
7	180,00	30,00	16,26	-0,07
8	210,00	30,00	16,05	-0,21
9	240,00	30,00	15,50	-0,55
10	270,00	30,00	16,90	1,40
11	300,00	30,00	21,09	4,19
12	330,00	30,00	22,94	1,86
13	360,00	30,00	23,98	1,03
14	390,00	30,00	27,31	3,33
15	420,00	30,00	33,32	6,01
16	450,00	30,00	38,58	5,26
17	452,80	2,80	38,95	0,37
18	480,00	27,20	42,04	3,09
19	510,00	30,00	42,93	0,88
20	540,00	30,00	42,02	-0,91
21	570,00	30,00	41,45	-0,56
22	600,00	30,00	40,47	-0,99
23	630,00	30,00	39,25	-1,21
24	660,00	30,00	37,53	-1,72
25	676,23	16,23	36,58	-0,95
26	690,00	13,77	35,81	-0,78
27	720,00	30,00	33,59	-2,22

N°	Distance (m)		Altitude (m)	Dni (m)
	Cumulée	Partielle		
99	2580,00	30,00	65,27	5,75
100	2610,00	30,00	69,11	3,84
101	2640,00	30,00	72,61	3,50
102	2670,00	30,00	74,48	1,87
103	2700,00	30,00	75,58	1,10
104	2730,00	30,00	76,73	1,15
105	2760,00	30,00	77,57	0,84
106	2790,00	30,00	78,16	0,60
107	2820,00	30,00	77,26	-0,90
108	2850,00	30,00	79,40	2,13
109	2880,00	30,00	83,36	3,96
110	2910,00	30,00	87,94	4,58
111	2940,00	30,00	89,67	1,73
112	2970,00	30,00	89,23	-0,44
113	3000,00	30,00	88,87	-0,36
114	3030,00	30,00	85,31	-3,56
115	3060,00	30,00	82,27	-3,04
116	3078,32	18,32	78,91	-3,36
117	3090,00	11,68	80,05	1,14
118	3120,00	30,00	85,44	5,39
119	3150,00	30,00	86,87	1,42
120	3180,00	30,00	84,71	-2,16
121	3210,00	30,00	80,62	-4,08
122	3240,00	30,00	77,60	-3,02
123	3260,41	20,41	75,64	-1,96
124	3270,00	9,59	76,22	0,59
125	3300,00	30,00	80,51	4,29
126	3330,00	30,00	83,93	3,41

28	750,00	30,00	31,21	-2,38
29	780,00	30,00	28,67	-2,54
30	810,00	30,00	25,82	-2,86
31	840,00	30,00	24,58	-1,24
32	870,00	30,00	23,78	-0,79
33	900,00	30,00	23,72	-0,06
34	930,00	30,00	23,79	0,06
35	943,90	13,90	23,96	0,17
36	960,00	16,10	24,20	0,24
37	990,00	30,00	24,17	-0,04
38	1020,00	30,00	24,55	0,38
39	1050,00	30,00	24,84	0,29
40	1080,00	30,00	25,40	0,57
41	1110,00	30,00	25,94	0,54
42	1140,00	30,00	26,53	0,59
43	1142,15	2,15	26,56	0,02
44	1170,00	27,85	26,80	0,24
45	1200,00	30,00	26,86	0,06
46	1230,00	30,00	26,94	0,08
47	1260,00	30,00	27,36	0,42
48	1290,00	30,00	27,79	0,43
49	1292,49	2,49	27,80	0,02
50	1320,00	27,51	27,86	0,05
51	1350,00	30,00	27,90	0,04
52	1358,03	8,03	27,91	0,01
53	1380,00	21,97	27,71	-0,20
54	1410,00	30,00	27,79	0,08
55	1440,00	30,00	28,51	0,71
56	1470,00	30,00	28,61	0,10
57	1495,79	25,79	28,36	-0,25
58	1500,00	4,21	28,36	0,00
59	1530,00	30,00	28,32	-0,03
60	1560,00	30,00	28,38	0,05
61	1590,00	30,00	28,51	0,13
62	1620,00	30,00	28,71	0,20
63	1632,83	12,83	28,74	0,03
64	1650,00	17,17	28,84	0,09
65	1680,00	30,00	28,99	0,15
66	1710,00	30,00	29,21	0,23
67	1740,00	30,00	29,64	0,43
68	1770,00	30,00	29,99	0,35

127	3360,00	30,00	86,36	2,44
128	3360,12	0,12	86,37	0,00
129	3390,00	29,88	88,62	2,25
130	3420,00	30,00	92,09	3,47
131	3450,00	30,00	94,05	1,96
132	3480,00	30,00	96,56	2,51
133	3510,00	30,00	98,26	1,71
134	3540,00	30,00	98,96	0,70
135	3570,00	30,00	98,47	-0,50
136	3574,85	4,85	97,76	-0,70
137	3600,00	25,15	95,99	-1,78
138	3630,00	30,00	106,24	10,25
139	3648,68	18,68	106,46	0,22
140	3660,00	11,32	106,18	-0,28
141	3690,00	30,00	108,66	2,48
142	3720,00	30,00	110,51	1,85
143	3750,00	30,00	110,89	0,38
144	3780,00	30,00	111,57	0,68
145	3810,00	30,00	111,61	0,04
146	3840,00	30,00	111,69	0,08
147	3848,55	8,55	112,19	0,51
148	3870,00	21,45	113,41	1,22
149	3900,00	30,00	106,52	-6,89
150	3930,00	30,00	99,25	-7,26
151	3960,00	30,00	93,09	-6,17
152	3990,00	30,00	100,48	7,39
153	4020,00	30,00	107,82	7,34
154	4050,00	30,00	113,26	5,44
155	4080,00	30,00	118,75	5,48
156	4110,00	30,00	124,13	5,38
157	4140,00	30,00	129,14	5,01
158	4170,00	30,00	130,12	0,98
159	4200,00	30,00	131,40	1,28
160	4230,00	30,00	134,09	2,70
161	4260,00	30,00	136,69	2,60
162	4290,00	30,00	137,92	1,22
163	4320,00	30,00	138,58	0,66
164	4350,00	30,00	132,90	-5,68
165	4380,00	30,00	123,76	-9,13
166	4410,00	30,00	113,48	-10,29
167	4440,00	30,00	99,21	-14,27

69	1800,00	30,00	30,10	0,12
70	1830,00	30,00	30,20	0,09
71	1853,01	23,01	30,28	0,08
72	1860,00	6,99	30,34	0,07
73	1890,00	30,00	30,32	-0,03
74	1920,00	30,00	30,42	0,11
75	1950,00	30,00	30,89	0,47
76	1980,00	30,00	30,51	-0,39
77	2010,00	30,00	30,77	0,26
78	2040,00	30,00	31,01	0,24
79	2056,37	16,37	31,12	0,11
80	2070,00	13,63	31,38	0,26
81	2100,00	30,00	32,00	0,63
82	2130,00	30,00	33,43	1,42
83	2160,00	30,00	34,10	0,68
84	2190,00	30,00	36,40	2,30
85	2220,00	30,00	37,91	1,52
86	2250,00	30,00	41,46	3,55
87	2253,48	3,48	41,66	0,20
88	2280,00	26,52	41,64	-0,03
89	2310,00	30,00	38,97	-2,66
90	2340,00	30,00	39,12	0,15
91	2370,00	30,00	40,00	0,87
92	2400,00	30,00	43,73	3,73
93	2430,00	30,00	47,09	3,36
94	2460,00	30,00	49,18	2,10
95	2490,00	30,00	51,50	2,31
96	2503,41	13,41	53,08	1,58
97	2520,00	16,59	55,34	2,26
98	2550,00	30,00	59,52	4,18

168	4470,00	30,00	88,59	-10,61
169	4500,00	30,00	84,08	-4,52
170	4530,00	30,00	79,08	-4,99
171	4560,00	30,00	71,98	-7,10
172	4590,00	30,00	66,91	-5,08
173	4620,00	30,00	65,81	-1,10
174	4650,00	30,00	73,28	7,47
175	4680,00	30,00	84,39	11,11
176	4710,00	30,00	96,60	12,21
177	4725,40	15,40	100,80	4,21
178	4740,00	14,60	103,48	2,68
179	4770,00	30,00	107,36	3,88
180	4800,00	30,00	109,10	1,74
181	4830,00	30,00	112,58	3,48
182	4860,00	30,00	117,18	4,60
183	4890,00	30,00	123,29	6,12
184	4920,00	30,00	128,80	5,50
185	4950,00	30,00	135,07	6,28
186	4980,00	30,00	143,97	8,90
187	5010,00	30,00	154,46	10,49
188	5040,00	30,00	164,49	10,03
189	5070,00	30,00	174,83	10,34
190	5100,00	30,00	187,73	12,90
191	5130,00	30,00	196,73	9,00
192	5160,00	30,00	205,02	8,29
193	5190,00	30,00	204,78	-0,24
194	5220,00	30,00	202,75	-2,04
195	5250,00	30,00	197,05	-5,69
B	5274,05	24,05	195,47	-1,58
			Σ Dni =	178,64

Dcumulée = 3.39 %

Notre terrain est vallonné

#### 4.4.2. Calcul de la sinuosité

Puisque que la topographie le permet, on n'optera pas pour de rayons inférieur ou égale à 200 m

**Donc la sinuosité est faible**

L'environnement de notre tronçon

Terrain Vallonnée + Sinuosité faible alors l'environnement de notre tronçon est E2

#### 4.5. VITESSE DE REFERENCE

. La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

Vitesse de référence  $V_r$

Comme il s'agit d'une voie express la vitesse on a opter pour une vitesse :  $V_r = 100$  km/h

#### 4.6. CALCUL DES RAYONS EN PLAN NORMEES

Tableau 9: Dévers min et max pour les rayons horizontaux

Dévers	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3	Catégorie 4	Catégorie 5
dmin	-2,5%	-2,5%	-3,0%	-3,0%	-3,5%
dmax	7%	7%	8%	8%	9%

Dévers	C2
dmin	-2,5%
dmax	7%

#### 4.7. DEVERS

##### 4.7.1. Détermination du coefficient transversal $f_t$

Tableau 10 : coefficients  $f_t$  en fonction de la catégorie

$V_r$	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,22	0.16	0.13	0.11	0.10	0,09

$V_r = 100$ km/h	CAT 2
$f_t = 0.11$	

##### 4.7.2. Détermination du coefficient transversal $f''$

Tableaux 11: coefficients  $F''$  en fonction de la catégorie

Catégorie	1	2	3	4	5
$F''$	0,06	0.06	0.07	0.075	0.075

Catégorie	2
$F''$	0.06

Tableaux 12: Rayon en plan normés

Rayon en plan normés		
	Calculés	Normes B40
RHm =	393,70 m	450 m
RHN =	629,92 m	650 m
RHd =	1574,80 m	1600 m
RHnd =	2249,72 m	2200 m

#### 4.8. RAYONS EN PLAN CHOISIS

Tableaux 13: Rayon en plan choisis

Rayon (m)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
	400	1100	800	800	900	1000	650	800	800	500

#### 4.9. CALCUL DES DEVERS ASSOCIES AUX RAYONS HORIZONTALS CHOISIS

Tableaux 14: Dévers associés aux rayons en plan choisis

R1 =	400 m	R2 =	1100 m	R3, R4, R8 et R9	800 m		
Inférieur à RHm (m)	450	RHd (m)	1600	RHd (m)	1600		
d(Rhm)	0,07	RHN (m)	650	RHN (m)	650		
d( R ) =	7,00%	d(RHd)	0,025	d(RHd) (m)	0,025		
		d(RHN)	0,05	d(RHN) (m)	0,05		
		d( R ) =	3,28%	d( R ) =	4,21%		
R5 =	900 m	R6 =	1000 m	R7 =	650 m	R10 =	500 m
RHd (m)	1600	RHd (m)	1600	RHN (m)	650	RHN (m)	650
RHN (m)	650	RHN (m)	650	RHm (m)	450	RHm (m)	450
d(RHd)	0,025	d(RHd)	0,025	d(RHN)	0,05	d(RHN)	0,05
d(RHN)	0,05	d(RHN)	0,05	d(Rhm)	0,07	d(Rhm)	0,07
d( R ) =	3,83%	d( R ) =	3,53%	d( R ) =	5,00%	d( R ) =	6,35%

#### 4.10. CALCULS DES ELEMENTS DE CHAQUE RACCORDEMENT CIRCULAIRE

Tableaux 15: valeurs des éléments des raccordements circulaires

Rayon (m)	angle au centre $\beta$ (gr)	Longueur de la tangente SiTi (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
400	58,1744	196,64	365,52	45,72	41,03
1100	15,4909	134,50	267,66	8,19	8,13
800	11,9637	75,39	150,34	3,54	3,53
800	10,9623	69,05	137,76	2,97	2,96
900	15,5745	110,64	220,18	6,78	6,72
1000	12,5484	98,88	197,11	4,88	4,85
650	56,3075	307,79	574,91	69,19	62,53
800	7,9349	49,92	99,71	1,56	1,55
800	5,8749	36,94	73,83	0,85	0,85
500	111,6440	600,97	876,85	281,77	180,21
	$\Sigma$	1680,72 m	2963,87 m		

#### 4.11. LA LONGUEUR DU TRONÇON ET POURCENTAGE EN ALIGNEMENT DROIT ET COURBE

Tableaux 16: Longueur totale et pourcentage en alignement droit et courbes

Longueur Totale	Pourcentage en alignement droit	Pourcentage en Courbe
5274,02 (m)	44%	56%

#### 4.12. RACCORDEMENT PROGRESSIF

##### 4.12.1. DETERMINATIONS DES LONGUEURS DES CLOTHOIDES

Tableaux 17: détermination des longueurs de clothoides

N° Virages	Conditions				Lmax (m)	L choisie (m)	$\beta_i/2$ (gr)	Observations
	Gauchissement	Confort dynamique	Optique	Non Chevauchement				
1	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	$\tau$ (gr)				
1	66,50	56,58	69,28	5,5704	69,28	70,00	29,0872	non chevauchement
2	40,44	7,67	114,89	3,3278	114,89	115,00	7,7454	non chevauchement
3	46,97	17,40	97,98	3,8993	97,98	98,00	5,9818	non chevauchement
4	46,97	17,40	97,98	3,8993	97,98	98,00	5,4812	non chevauchement
5	44,31	13,44	103,92	3,6782	103,92	104,00	7,7873	non chevauchement
6	42,18	10,26	109,54	3,5014	109,54	110,00	6,2742	non chevauchement

7	52,50	25,63	88,32	4,3584	88,32	89,00	28,1538	non chevauchement
8	46,97	17,40	97,98	3,8993	97,98	98,00	3,9675	non chevauchement
9	46,97	17,40	97,98	3,8993	97,98	98,00	2,9375	chevauchement
10	61,95	38,32	77,46	4,9656	77,46	78,00	55,8220	non chevauchement

#### 4.12.2. CALCULS DES ELEMENTS DES CLOTHOIDES.

Tableaux 18 : valeurs des éléments des clothoïdes

Paramètre de la clothoïde		Virage 1	Virage 2	Virage 3	Virage 5	Virage 6	Virage 7	Virage 8	Virage 10
R	Rayon (m)	400	1100	800	900	1000	650 m	800 m	500 m
L	Longueur de la clothoïde (m)	70	115	98	104	110	89	98	78
A	Paramètre de la clothoïde (m)	167,33	355,67	280,00	305,94	331,66	240,52	280,00	197,48
$\alpha$	Angle au sommet (gr)	141,826	184,509	188,036	184,426	187,452	143,693	192,065	88,356
$\beta$	Angle au centre (gr)	58,174	15,491	11,964	15,575	12,548	56,308	7,935	111,644
$\tau$	Angle des tangentes (gr)	5,570	3,328	3,899	3,678	3,501	4,358	3,899	4,966
$\gamma$	Angle au centre Partie circulaire (gr)	47,034	8,835	4,166	8,219	5,546	47,592	0,137	101,712
XKE	Abscisse de l'extrémité de la cloth. (m)	70,00	2,00	98,00	104,00	110,00	89,00	98,00	78,00
YKE	Ordonnée de l'extrémité de la cloth. (m)	2,04	2,00	2,00	2,00	2,02	2,03	2,00	2,03
$\sigma$	Angle Polaire (gr)	1,8563	50,0602	1,2996	1,2259	1,1670	1,4525	1,2996	1,6548
Lcercle	Long. de la partie circulaire (m)	295,53	152,66	52,35	116,19	87,12	485,92	1,72	798,84
SL	Longueur de la corde KA-KE (m)	70,03	2,83	98,02	104,02	110,02	89,02	98,02	78,03
Xo	Abscisse du centre (m)	35,05	-55,48	49,03	52,03	55,03	44,54	49,03	39,04
Yo	Ordonnées du centre (m)	400,51	1100,50	800,50	900,50	1000,50	650,51	800,50	500,51
KA-O	Distance KA-centre (m)	402,04	1101,90	802,00	902,00	1002,01	652,03	802,00	502,03
$\Delta R$	Ripage (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DT	Developpée totale (m)	435,53	382,66	248,35	324,19	307,12	663,92	197,72	954,84
T = SKA	Distance S-KA (m)	232,18	79,14	124,52	162,79	154,00	352,80	99,01	641,21
TK	Tangente courte (m)	23,36	38,35	32,69	34,69	36,69	29,69	32,69	26,02
TL	Tangente Longue (m)	67,95	-0,01	96,00	101,99	107,98	86,96	96,00	75,97
B	Bissectrice (m)	46,83	9,20	4,55	7,78	5,88	70,30	2,56	283,33

#### 4.12.3. VARIATIONS DU DEVERS LE LONG D'UNE CLOTHOIDE

Tableau 19: variation du dévers (clothoïde virage 1 et 2)

	virage 1		virage 2
$\Delta d =$	9,50%	$\Delta d =$	5,78%
L =	70 m	L =	115 m
dmin =	0,025	dmin =	0,025
x =	44,21 m	x =	119,43 m

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA1	0	2,50%	<b>-2,50%</b>
P1	10	1,14%	<b>-2,50%</b>
P2	20	-0,21%	<b>-2,50%</b>
P3	30	-1,57%	<b>-2,50%</b>
P4	40	-2,93%	<b>-2,50%</b>
P5	50	-4,29%	<b>-4,29%</b>
P6	60	-5,64%	<b>-5,64%</b>
KE1	70	-7,00%	<b>-7,00%</b>

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA3	0	2,50%	<b>-2,50%</b>
P1	10	2,00%	<b>-2,50%</b>
P2	20	1,50%	<b>-2,50%</b>
P3	30	0,99%	<b>-2,50%</b>
P4	40	0,49%	<b>-2,50%</b>
P5	50	-0,01%	<b>-2,50%</b>
P6	60	-0,51%	<b>-2,50%</b>
P7	70	-1,02%	<b>-2,50%</b>
P8	80	-1,52%	<b>-2,50%</b>
P9	90	-2,02%	<b>-2,50%</b>
P10	100	-2,52%	<b>-2,50%</b>
KE3	115	-3,28%	<b>-2,50%</b>

Tableau 20: variation du dévers (clothoïde virage 3 et 5)

virage 3	
$\Delta d =$	6,71%
L =	98 m
dmin =	0,025
x =	87,62 m

virage 5	
$\Delta d =$	6,33%
L =	104 m
dmin =	0,025
x =	98,57 m

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA5	0	2,50%	-2,50%
P1	10	1,82%	-2,50%
P2	20	1,13%	-2,50%
P3	30	0,45%	-2,50%
P4	40	-0,24%	-2,50%
P5	50	-0,92%	-2,50%
P6	60	-1,61%	-2,50%
P7	70	-2,29%	-2,50%
P8	80	-2,98%	-2,50%
P9	90	-3,66%	-3,66%
KE5	98	-4,21%	<b>-4,21%</b>

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA7	0	2,50%	-2,50%
P1	10	1,89%	-2,50%
P2	20	1,28%	-2,50%
P3	30	0,67%	-2,50%
P4	40	0,07%	-2,50%
P5	50	-0,54%	-2,50%
P6	60	-1,15%	-2,50%
P7	70	-1,76%	-2,50%
P8	80	-2,37%	-2,50%
P9	90	-2,98%	-2,50%
P10	100	-3,59%	<b>-3,59%</b>
KE7	104	-3,83%	<b>-3,83%</b>

Tableau 21 : variation du dévers (clothoïde virage 6 et 7)

virage 6	
$\Delta d =$	6,03%
L =	110 m
dmin =	0,025
x =	109,52 m

virage 7	
$\Delta d =$	7,50%
L =	89 m
dmin =	0,025
x =	71,20 m

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA9	0	2,50%	<b>-2,50%</b>
P1	10	1,95%	<b>-2,50%</b>
P2	20	1,40%	<b>-2,50%</b>
P3	30	0,86%	<b>-2,50%</b>
P4	40	0,31%	<b>-2,50%</b>
P5	50	-0,24%	<b>-2,50%</b>
P6	60	-0,79%	<b>-2,50%</b>
P7	70	-1,33%	<b>-2,50%</b>
P8	80	-1,88%	<b>-2,50%</b>
P9	90	-2,43%	<b>-2,50%</b>
P10	100	-2,98%	<b>-2,50%</b>
KE9	110	-3,53%	<b>-3,53%</b>

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA11	0	2,50%	<b>-2,50%</b>
P1	10	1,66%	<b>-2,50%</b>
P2	20	0,81%	<b>-2,50%</b>
P3	30	-0,03%	<b>-2,50%</b>
P4	40	-0,87%	<b>-2,50%</b>
P5	50	-1,71%	<b>-2,50%</b>
P6	60	-2,56%	<b>-2,50%</b>
P7	70	-3,40%	<b>-2,50%</b>
P8	80	-4,24%	<b>-4,24%</b>
KE11	89	-5,00%	<b>-5,00%</b>

Tableau 22: variation du dévers (clothoïde virage 8 et 10)

virage 8	
$\Delta d =$	6,71%
L =	98 m
dmin =	0,025
x =	87,62 m

virage 10	
$\Delta d =$	8,85%
L =	78 m
dmin =	0,025
x =	52,88 m

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA13	0	2,50%	<b>-2,50%</b>
P1	10	1,82%	<b>-2,50%</b>
P2	20	1,13%	<b>-2,50%</b>
P3	30	0,45%	<b>-2,50%</b>
P4	40	-0,24%	<b>-2,50%</b>
P5	50	-0,92%	<b>-2,50%</b>
P6	60	-1,61%	<b>-2,50%</b>
P7	70	-2,29%	<b>-2,50%</b>
P8	80	-2,98%	<b>-2,50%</b>
P9	90	-3,66%	<b>-3,66%</b>
KE13	98	-4,21%	<b>-4,21%</b>

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA15	0	2,50%	<b>-2,50%</b>
P1	10	1,37%	<b>-2,50%</b>
P2	20	0,23%	<b>-2,50%</b>
P3	30	-0,90%	<b>-2,50%</b>
P4	40	-2,04%	<b>-2,50%</b>
P5	50	-3,17%	<b>-2,50%</b>
P6	60	-4,31%	<b>-4,31%</b>
P7	70	-5,44%	<b>-5,44%</b>
KE15	78	-6,35%	<b>-6,35%</b>

# ETUDE DE TRAFIC

---

## 1. INTRODUCTION

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic, son agressivité et aussi le type d'aménagement à réaliser. Le trafic journalier moyen annuel (TJMA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

L'étude de trafic s'attachera à la connaissance des flux transitoires :

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération a nature des flux, pour déterminer les points d'échange
- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les Investissements
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

## 2. ANALYSE DU TRAFIC

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires à savoir :

- **Comptages manuels**
- **Comptages automatiques**

Ces deux types, permettent de mesurer le trafic sur un tronçon. En ce qui concerne les compteurs automatiques, les dispositifs ont maintenant la capacité de discriminer les véhicules légers et les poids lourds.

**Les enquêtes de type cordon** : elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.

**Les enquêtes qualitatives** : elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement...etc.

## 3. DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS

### a) **Trafic normal**

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

### b) **Trafic dévié**

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autres termes la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point

### c) Trafic induit

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

### d) Traffic total

C'est le trafic total sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

## 4. CALCUL DE LA CAPACITE

### 4.1. DEFINITION DE LA CAPACITE

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation. C'est le trafic horaire au-delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons.

La capacité dépend :

- Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, Il est beaucoup moins en rase compagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible)
- Des conditions météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la route.

## 5. DETERMINATION DE NOMBRE DE VOIES

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant, soit par défaut, soit par insuffisance.

Une des solutions est basée sur le nombre de voies.

A partir de là, l'ingénieur fait une comparaison entre le débit admissible et le débit prévisible pour obtenir le choix du nombre de voies pour un tronçon routier.

Donc il est nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la 10 eme année d'exploitation.

### 5.1. CALCUL DU TRAFIC MOYEN JOURNALIER (TJMA)

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

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

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

$\tau$  : est le taux de croissance

n : nombre d'année.

## 5.2. CALCUL DES TRAFICS EFFECTIFS

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particulières (U.V.P) en fonction du Type de route et de l'environnement (vallonnée, en plaine.....).

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P).

Le trafic effectif est donné par la relation :

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

Avec :

$T_{eff}$  : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

Tableau 23:valeurs du coefficient P

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

Ce tableau nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « P » pour le poids lourd en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

## 5.3. DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMAL

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

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

Avec :  $\left(\frac{1}{n}\right)$  : Coefficient de pointe prise égale 0,12

Q : est exprimé en UVP/h.

## 5.4. DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE

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

$$Q_{adm} (uvp/h) = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$$

Avec :

$K_1$  : coefficient lié à l'environnement.

$K_2$  : coefficient de réduction de capacité.

$C_{th}$  : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

### Valeurs de $K_1$ :

Tableau 24: Valeurs de  $K_1$  en fonction de l'environnement

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
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

### Valeurs de $K_2$ :

Tableau 3: Valeurs de  $K_2$  en fonction de l'environnement

Environnement	E1	E2	E3
$K_2$	0,75	0,85	0,90 à 0,95

### Capacité théorique $C_{th}$

Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Tableau 4 : capacité théorique

Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

## 6. CALCUL DU NOMBRE DE VOIE

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

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

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport  $S \cdot Q / Q_{adm}$

Avec :

$S$  : coefficient dissymétrie en général = 2/3

$Q_{adm}$  : débit admissible par voie

## 7. APPLICATION AU PROJET

Données

Tableau 27: Données du trafic

TMJA	8500 V/J
Taux d'accroissement : $\tau$	4%
% Poids lourd	12%
Année de comptage	2019
Année de mise en service	2023
Durée de vie	20
Coefficient d'équivalence P	4
K1	0.85
K2	0.99
n	4

### 7.1. LES RESULTATS DES CALCULS

Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant

Tableau 28: Résultats de calcul trafic

Trafic de l'année Origine $T_{2019}$	8500 V/J
Trafic de l'année de mise en service $T_{2023}$	9944 V/J
Trafic de l'année horizon $T_{20}$	21788 UVP/J
Teff	29632 UVP/J
Débit horaire prévisible "Q"	3556 UVP/h
Capacité théorique $C_{th}$	1800 UVP/h
Q admissible	1514.7
Nombre de voie par sens	= 1.57 $\approx$ 2 voies /sens



- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long ;
- Opter pour une déclivité minimale de 0.5% de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

### 3. ELEMENTS CONSTITUANTS LA LIGNE ROUGE :

Sur le profil en long terrain naturel qui est constitué par des fichiers de commande du logiciel Covadis en utilisant la coordonnée z comme étant la cote projet de la route, on a conçu la ligne rouge de notre dédoublement qui est lui-même constituée de :

#### 3.1. LES ALIGNEMENTS :

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

#### 3.2. DECLIVITE :

On appelle déclivité d'une route, la tangente des segments de profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

##### 3.2.1.1. Déclivité minimale

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuer longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.5% et de préférence 1%.

##### 3.2.1.2. Déclivité maximale

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m. Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd

- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

Et selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base.

Tableau 29: Valeur de la déclivité maximale

<b>Vr (Km/h)</b>	40	60	80	100	120	140
<b>Déclivité max (%)</b>	8	7	6	5	4	4

**Remarque** : l'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

- Effort de traction est considérable.
- Consommation excessive de carburant.
- Faibles vitesses.
- Gène des véhicules.

### 3.3. RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG

#### 3.3.1. RACCORDEMENTS VERTICAUX

Les changements de déclivités constituent des points particuliers au niveau du profil en long.

A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre, doit être adouci par l'aménagement de raccordement parabolique où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de raccordement :

##### 3.3.1.1. Raccordement convexe (angle saillant)

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain. Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

##### Condition de confort

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe, le véhicule subit une accélération verticale importante, qui modifie sa stabilité et gêne les usagers.

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{(h_0 + h_1)})}$$

D1 : la distance d'arrêt

h0 : hauteur de l'œil

h1 : hauteur de l'obstacle

Pour les chaussées unidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé à 1.10m de hauteur, la visibilité derrière l'angle saillant de l'obstacle éventuel de 0.15m cat 1-2 ou 0.20 m cat 3-4-5 à la distance d'arrêt d(Vr)

$$R_{vm} = a \cdot d^2$$

$a = 0.24$  pour les catégories 1 et 2

$a = 0.22$  pour les catégories 3, 4 et 5

$d$  : la distance d'arrêt correspond à une vitesse de 100 Km/h

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de base de 100 km/h est de :

$$RVM_1 = 0.24d_1^2 = 6229.54m$$

Les rayons minimaux normaux sont obtenus par application de même relation pour la vitesse

$$V = V_r + 20$$

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après le B40) sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 30 : Rayons convexes

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min absolue	RVm	10000
Min normale	RVn	20000

### 3.3.1.2. Raccordement concave (angle rentrant)

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

Les rayons minimaux des raccordements paraboliques en angle rentrant doivent satisfaire la condition de confort suivant :

Le véhicule abordant un angle rentrant doit avoir une limitation de l'accélération aux sets suivants :

Soit :  $\frac{g}{40}$  pour la CAT 1-2.

#### **Rayon minimal absolu**

$$\frac{V_r^2}{RVM'} = \frac{g}{40} \Rightarrow RVM' = 0.30V_r^2.$$

$$Rvm = \frac{d_1^2}{0.035d_1 + 1.5}$$

$$Rvm_{(V_r)} = 0.3V_r^2 = 0.3 \times 100^2 = 3000m$$

#### **Rayon minimal normal**

Les rayons verticaux minimaux normaux en angle rentrant sont obtenus par application de la formule suivante :

$$RVN' = RVM'(vr + 20).$$

$$Rvn = Rvm_{(vr+20)}$$

$$Rvn = 0.3 \times 120^2 = 4320 \text{ m}$$

Les valeurs retenues pour les rayons absolus sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 31: Rayons concaves

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	RVM	3000
Min normale	RVN	4200

# CONCEPTION LONGITUDINALE

## 1. CONCEPTION LONGITUDINALE

Cette fonction a pour but de réaliser le calage de la ligne rouge ou ligne projet dans un projet linéaire.

### 1.1. LA DECLIVITE MAXIMALE

La déclivité maximale est de 5%

### 1.2. LES DECLIVITES PROJET ET VALEURS DES RAYONS DES ARCS DE PARABOLES

Tableau 32: valeurs des déclivités et rayons des arcs de parabole choisis

#### COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Description

Nom du dessin :  
H:\BOUCHACHI\_01\_05\_22\Suite21\_04\_Plus\Fichiers\_01\_05\_22\Bouchachi\_Mai\_Final\_Carroyage  
Nom du listing :  
H:\BOUCHACHI\_01\_05\_22\Suite21\_04\_Plus\Fichiers\_01\_05\_22\Bouchachi\_Mai\_Final\_Carroyage\_NotreAxe\_RaccProg\_21\_04\_1\_PROJET.rtf  
Date du listing : 05/05/2022 à 15:09:36  
Profil en long : 1  
Courbe projet : Proj 1

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	16.961	433409.450, 4050268.128	16.831
Rampe = 2.000 %	679.029	679.165				
			679.029	30.542	432828.121, 4050006.260	36.420
Arc de parabole	245.000	245.038				
Rayon = -50000.0000						
			924.029	34.842	432675.749, 4049815.018	23.783
Rampe = 1.510 %	1391.833	1391.992				
			2315.862	55.858	431824.765, 4048720.913	39.011
Arc de parabole	574.000	574.162				
Rayon = 35000.0000						
			2889.862	69.233	431602.431, 4048203.863	85.296
Rampe = 3.150 %	754.000	754.374				
			3643.862	92.984	431743.837, 4047465.098	106.558
Arc de parabole	195.000	195.078				
Rayon = -30000.0000						

			3838.862	98.492	431790.902, 4047275.863	111.650
Rampe = 2.500 %	47.721	47.736				
			3886.583	99.685	431800.522, 4047229.131	109.053
Arc de parabole	75.000	75.026				
Rayon = 25000.0000						
			3961.583	101.673	431807.213, 4047154.501	94.090
Rampe = 2.800 %	1309.984	1310.498				
			5271.567	138.352	???	???
Longueur totale	5271.567					

## 2. CONCLUSION

On remarque que toutes les déclivités choisies sont dans les normes ainsi que les rayons des arcs des paraboles

# ETUDE CINEMATIQUE

## 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 la condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant la pente longitudinale de la chaussée

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

Avec :

$V_r$  : vitesse de référence en Km/h.

$e$  : déclivité.

$f_{rl}$  : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse  $V_r$ .

Tableau 33: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

$V_r$ (Km/h)		40	60	80	100	120	140
$f_{rl}$	Catégorie 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	Catégorie 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/

Pour notre projet on a  $f_{rl} = 0.36$

## 2. TEMPS DE REACTION

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 :

Dans une attention concentrée

$t = 1.2 s$  pour un obstacle imprévisible

$t = 0.6 s$  pour un obstacle prévisible

En moyenne on peut prendre 0.9 s, mais en pratique on prend toujours :

$t = 2 s$  pour des vitesses  $< 100$  Km/h

$t = 1.8 s$  pour des vitesses  $\geq 100$  Km/h

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

$$d_1 = v \cdot t$$

Avec :  $v$  : vitesse en m/s  $t$  : temps en seconde

### 3. DISTANCE D'ARRET

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) :

$$d = d_1 + d_0$$

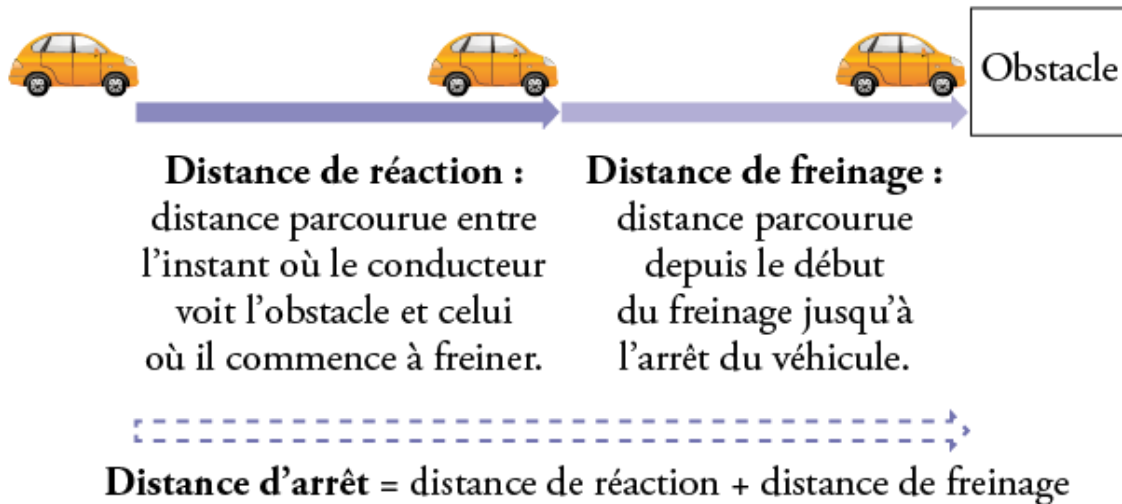


Figure 8: Distance d'arrêt et de freinage

#### 3.1. EN ALIGNEMENT DROIT

Pour  $V_r < 100$  Km/h et quand  $t = 2$  s :  $d = d_0 + 0.55 \times V_r$

Pour  $V_r \geq 100$  Km/h et quand  $t = 1.8$  s :  $d = d_0 + 0.50 \times V_r$

#### 3.2. EN COURBE

On doit majorer la distance de freinage de 25% car le freinage est moins énergétique afin de ne pas perdre le contrôle du véhicule.

Pour  $V_r \leq 100$  Km/h et quand  $t = 2$  s :  $d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$

Pour  $V_r > 100$  Km/h et quand  $t = 1.8$  s :  $d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times V_r$

#### 4. DISTANCE DE PERCEPTION

Le temps nécessaire pour effectuer une manœuvre d'arrêt, une manœuvre de changement de file ou une manœuvre d'insertion est de 6 s

On appelle distance de perception  $d_p$ , la somme de la distance d'arrêt  $d$  et la distance parcourue en 6s.

$$d_p = d + \frac{6}{3.6} V_r \quad V_r \text{ est en Km/h}$$

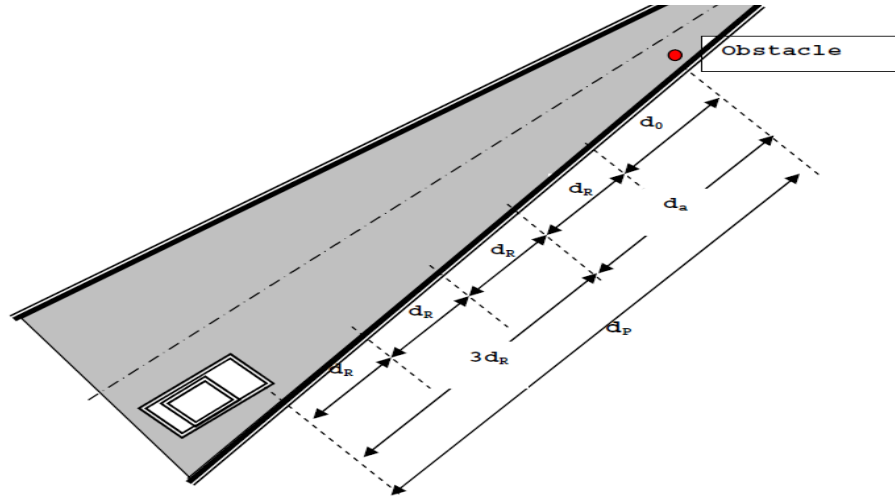


Figure 9: distance de perception

#### 5. DISTANCE DE SECURITE

Supposons que deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et la même vitesse. Et nous recherchons l'espacement entre les deux véhicules de telle façon que si le premier véhicule est obligé d'amorcer un freinage au maximum pour éviter un obstacle quelconque, cet espacement doit permettre au second véhicule de s'arrêter sans risque de collision.

La distance de freinage ne change pas et reste  $d_0$ , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction de second véhicule augmente d'une durée  $(t + t')$ , avec  $t'$  temps de perception et de réaction de second véhicule aux feux arrières de stop de premier véhicule.

L'espacement sera donc théoriquement :  $d'_2 = d_2 + v \times (t + t') + l$

$d_2$  : distance parcourue pendant temps de perception et de réaction du premier véhicule

$l$  : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend  $t' = 0.75$  s

En pratique, on prend  $t = 3$  s

Distance de sécurité sera donc :  $d'_2 = d_2 + v \times (t + t') + l$  (t en s et v en m/s)

Soit E l'espace supplémentaire de sécurité :  $E = v \times t' + l$

$$V = \frac{v \text{ (km/h)}}{3.6}$$

Sachant que : et  $t' = 0.75 \text{ s}$

$$Es = \frac{V}{5} + l$$

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

Pour plus de sécurité on est souvent amené à augmenter la distance « Es », en prenant un créneau temps de sécurité entre deux véhicules Ts égale à 1,2 secondes.

$$Es = 1,2.v \text{ ou } Es = \frac{V}{3}$$

Exemple : si deux véhicules se suivent à une vitesse de  $V = 100 \text{ Km/h}$  .La distance de sécurité sera

### 1er Cas :

$$Es = \frac{V}{5} + l = \frac{100}{5} + 5 = 25 \text{ m}$$

### 2ème Cas :

$$Es = \frac{V}{3} = \frac{100}{3} = 33.33 \text{ m}$$

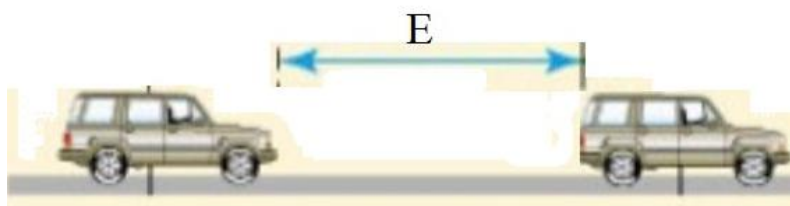


Figure 9: L'espace entre deux véhicules

## 6. MANŒUVRE DE DEPASSEMENT :

*dvdm* : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

*dvdN* : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

*dmd* : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement

## 7. APPLICATION AU PROJET

Tableau 34 : récapitulatif des distances : de freinage et d'arrêt

Déclivités		Distance de freinage (m)	Distance d'arrêt (m)	Distance d'arrêt en courbe (m)
Rampe =	2,00%	105,26	155,26	181,58
Rampe =	1,51%	106,64	156,64	183,30
Rampe =	3,15%	102,17	152,17	177,71
Rampe =	2,50%	103,90	153,90	179,88
Rampe =	2,80%	103,09	153,09	178,86

Tableau 35 : valeur de  $d_{vdm}$ ,  $d_{vdN}$  et  $d_{md}$

$V_r$ (Km/h) Distance	40	60	80	100	120	140
$d_{vdm}$	4v	4v	4v	4.2v	4.6v	5v
	160	240	320	420	550	700
$d_{vdN}$	6v	6v	6v	6.2v	6.6v	7v
	240	360	480	620	790	980
$d_{md}$	70	120	200	300	425	/

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de  $d_{vdm}$ ,  $d_{vdN}$  et  $d_{md}$  en fonction de la vitesse.

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

$$d_{vdm} = 420 \text{ m}$$

$$d_{vdN} = 620 \text{ m}$$

$$d_{md} = 300 \text{ m}$$

# PROFIL EN TRAVERS ET DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

## 1. DEFINITIONS

C'est une coupe transversale suivant le plan vertical et perpendiculaire à l'axe de la route.

Les profils en travers ont une importance particulière ils permettent :

- le calcul des surfaces remblais et déblais
- la représentation du corps de chaussée
- la représentation des relèvements des virages

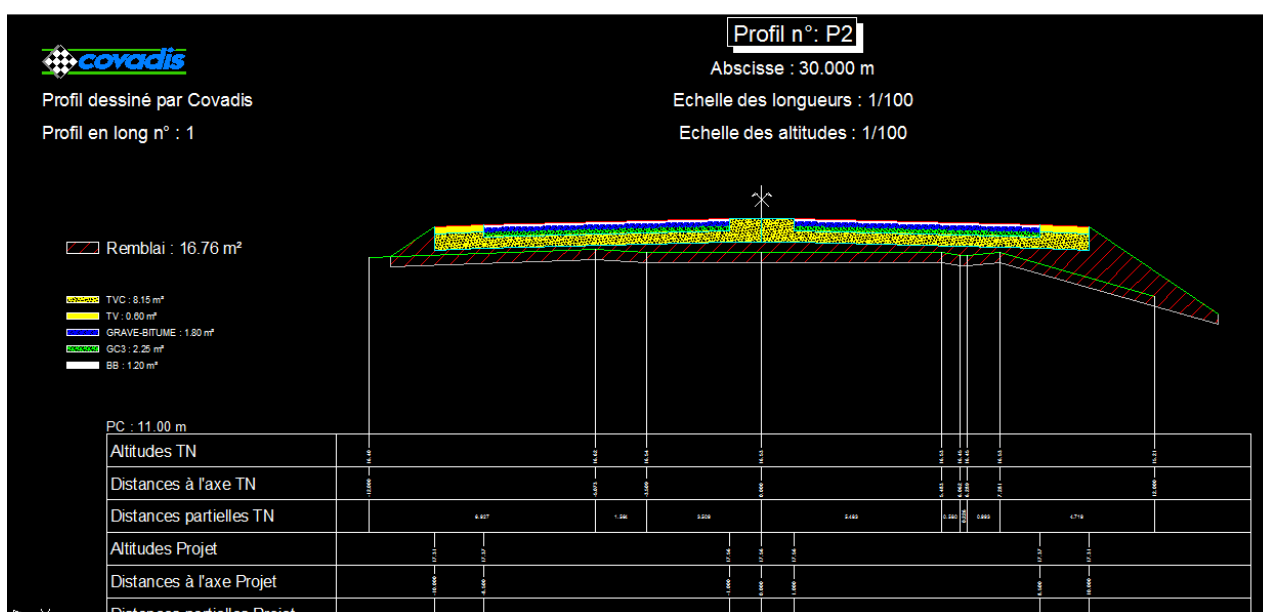


Figure 11 : Profil en travers

### a. Point fictif :

C'est le profil situé au point d'intersection entre la ligne du terrain naturel et la ligne projet

### b. Profil en travers type :

C'est une coupe transversale donnant les caractéristiques géométriques (largeur de la chaussée, pente du trottoir ....) et structurales (couche de fondation, couche de base ...) de la voie.

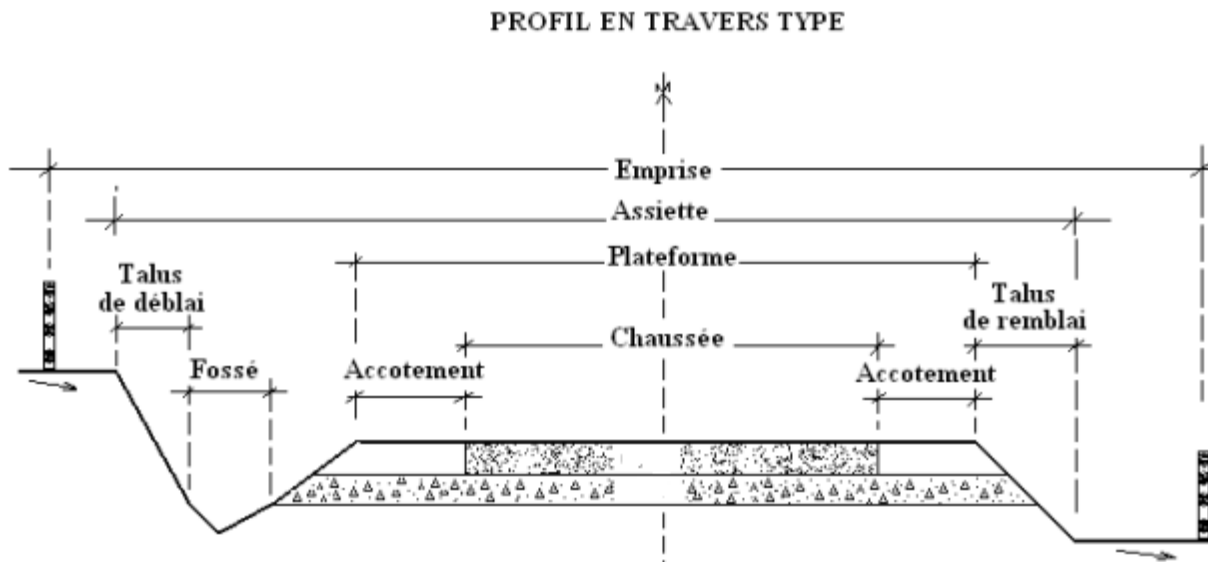


Figure 12: Les éléments d'une route

### c. Assiette :

L'assiette de la route est la surface du terrain réellement occupée par la route. Elle est limitée par l'intersection avec le terrain naturel des talus de déblai et de remblai et de la surface extérieure des ouvrages indispensables de la route.

### d. Plate forme :

La plate forme est la surface de la route qui comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement les terres plaines

### Chaussée :

- Au sens géométrique, c'est la surface aménagée pour la circulation des véhicules.
- Au sens structural, c'est l'ensemble des couches de matériaux disposés pour supporter la circulation.

### Accotement :

C'est la zone latérale et la plate forme qui borde extérieurement la chaussée.

### Talus :

L'inclinaison des talus est fonction de la nature du sol représentant les pentes des talus, en déblai 1/1, en remblai 2/3.

### Fossé :

Les fossés sont des rigoles creusées dans le terrain pour assurer l'écoulement des eaux.

### Emprise :

L'emprise de la route est la surface du terrain appartenant à la collectivité et affectée pour la route ainsi qu'à ses dépendances.

### Berne :

C'est un talus constitué longitudinalement pour réduire son importance

### Devers :

C'est l'inclinaison transversale de la route en alignement droit. Il est destiné à évacuer les eaux superficielles.

En courbe, les devers permettent à la fois d'évacuer les eaux de ruissellement et de compenser une partie de la force centrifuge.

## **2. STRUCTURE DE LA CHAUSSEE**

### **2.1. DEFINITION**

La chaussée d'une route est destinée à supporter les différentes actions mécaniques des véhicules et à les transmettre au sol de fondation, sans qu'il ne se produise de déformations permanentes dans le corps de chaussée ou dans le sol.

On voit tout de suite, que nous aurons deux facteurs bien différents à étudier pour déterminer la résistance de la chaussée donc son épaisseur. Il faudra tenir compte :

- des efforts dus aux véhicules
- de l'aptitude du terrain de fondation à résister aux efforts.

### **2.2. LES EFFORTS DUS AUX VEHICULES**

Des études complexes ont montré qu'un véhicule transmettait à la chaussée :

- des forces verticales dues au poids du véhicule entraînant un poinçonnement en cas de stationnement prolongé ;
- des efforts tangentiels dus à l'effort du moteur pour faire avancer le véhicule, à l'effort inverse en cas de freinage et à la résistance aux efforts transversaux (force centrifuge)
- des forces dynamiques dues aux vibrations des véhicules (mouvement relatif entre les roues et le châssis par l'intermédiaire des amortissements.
- Il existe enfin une cause importante de l'usure des chaussées qui est la répétition de passage des charges. La route se fatigue au fur et à mesure d'une façon irréversible.

Il est intéressant de signaler que les actions des agents atmosphériques collaborant à l'usure de la structure de la chaussée provoquée par l'infiltration d'eau et la variation journalière et saisonnière de la température.

### **2.3. RESISTANCE DES SOLS DE FONDATION :**

La connaissance du sol de fondation est indispensable pour déterminer la résistance d'une chaussée. En effet suivant la résistance propre du sol on sera amené à diminuer ou à augmenter l'épaisseur de la chaussée.

Il faut noter que la présence de l'eau dans le sol rend difficiles tous calculs théoriques car cette eau peut provoquer des modifications importantes de certains sols et causer des désordres très graves en cas de gel.

Enfin, le compactage du sol de fondation peut améliorer sa résistance.

## **2.4. LES DIFFERENTES CATEGORIES DE CHAUSSEES**

### **2.4.1. CHAUSSEES SOUPLES**

Elles sont constituées en théorie d'une superposition de couches de matériaux ou agrégats compactés recouvert d'un revêtement plus ou moins épais à base de bitume appelé couche de roulement.

Les couches formant ce type de chaussées ne présentent pas de résistance à la traction, alors les contraintes se répartissent dans les différentes couches puis dans le sol. Ce qui implique que le sol peut être souple mais doit avoir une certaine résistance.

### **2.4.2. CHAUSSEES RIGIDES**

Elles sont composées principalement de dalles en béton qui réfléchissent élastiquement, transmettent et répartissent sur les grandes surfaces les charges. Ceci entraîne que les contraintes dans le sol de fondation sont très faibles mais la fatigue de la dalle est très grande. La fatigue des chaussées rigides se caractérise par des fissures et s'ensuit des détériorations rapides. Elles sont recommandées pour les routes à trafic lourd et sont à éviter sur des sols souples.

### **2.4.3. CHAUSSEES SEMI-RIGIDES :**

Elles sont constituées tout ou partie de matériaux traités aux liants hydrauliques (ciment, laitier granulé, par exemple).

## **2.5. CHOIX DU TYPE DE CHAUSSEE**

La recherche de l'économie implique donc l'utilisation des matériaux à limite de leur résistance mécanique sans qu'il y ait déformation.

On retiendra dans notre projet le type de chaussées souple

- elles sont économiques

- elles sont les plus employées dans la voirie urbaine car les charges et le trafic, ne sont pas importantes.
- elles permettent l'utilisation des matériaux locaux
- elles sont antidérapantes même mouillé
- leur mise en place et leur entretien est facile
- elles représentent une surface agréable au roulement.

### **3. STRUCTURE DE LA CHAUSSEE SOUPLE**

#### **3.1. COUCHE DE ROULEMENT**

Son rôle est d'absorber les efforts de cisaillement dus à la circulation des véhicule et d'assurer l'étanchéité de la chaussée.

Elle est réalisée avec des enrobés en bitume soit à chaud soit à froid, elle peut être à bicouches ou à tri couches.

#### **3.2. COUCHE DE BASE**

C'est la couche essentielle de la chaussée. Son rôle est à résister aux charges verticales dues à la circulation et de répartir les pressions à la couche de fondation et de résister également aux efforts de cisaillement.

Elle est réalisée avec grave concassée et pouvant être améliorée par un compactage ou par l'incorporation d'un liant hydraulique (ciment ou chaux) ou hydrocarbonée (bitume, goudron).

#### **3.3. COUCHE DE FONDATION**

Elle sert de liaison avec le sol et répartit les contraintes dans celui-ci. Elle est réalisée avec des matériaux les moins nobles, comme tout venant, bien que parfois on utilise des graves améliorés ou ciment ou laitier pour faire des couches de fondation et augmenter ainsi la rigidité de l'ensemble.

#### **3.4. COUCHE ANTI-CONTAMINANTE**

Elle évite la pollution des couches de fondation par des remontées du terrain sous-jacent (terrain à sols fins : remontée d'argile et de limons à granulométrie très sensible à l'eau). En outre cette couche peut être :

#### **3.5. COUCHE ANTI-CAPILLAIRE**

#### **3.6. COUCHE DRAINANTE**

#### **3.7. PROTECTION ANTI-GEL**

### **4. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE**

Les méthodes de dimensionnement du corps de chaussée dépendent des données de suivantes :

- qualités mécaniques du sol de fondation ;

- sensibilité à l'eau du sol de fondation
- qualités mécaniques des couches de chaussées dans leur aptitude à supporter les charges et à les répartir ;
- trafic.

#### 4.1. METHODE DE C.B.R

Elle est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol de la plate – forme sur la quelle doit être construite la chaussée étudiée.

Cette méthode tient compte de la résistance au poinçonnement suivant l'essai C.B.R du sol de fondation et d'autre part sur l'hypothèse de « BOUSSINESQUE ».

Pour la répartition en profondeur ; des pressions verticales d'un massif homogène semi – infini, cette pression qui s'exerce sur le sol de fondation doit être inférieure à la résistance de poinçonnement « I » du sol donné par l'essai C.B.R.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$E = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{CBR} + 5}$$

#### Remarque :

On constate que cette formule ne tient pas compte de l'importance du trafic ; des abaques anglais font entrer dans leurs formules des diverses intensités du trafic ; ce qui permet de donner un 2ème résultat qui s'exprime par la formule.

$$e (m) = \frac{100 + \sqrt{P} \left( 75 + 50 \cdot \log \frac{N}{10} \right)}{I_{CBR} + 5}$$

Avec :

- **e** : Epaisseur de la chaussée (cm)
- **P** : Charge de la roue maximale (tonnes).
- **I<sub>CBR</sub>** : Indice de CBR
- **N** : Nombre moyen journalier de camion de plus de 3500 kg vide qui circule sur la chaussée.

L'épaisseur totale équivalente sera

$$e_{\text{équi}} = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3 + a_4 e_4$$

Tableau 36 : matériaux et coefficients d'équivalence

Matériaux Utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux BB	2,00
Grave Bitume GB	1.50 à 1,70
Grave Ciment GC	1,50
Sable Ciment SC	1,20
Grave concassé GCC	1,00
TVO	0,75
Tuf	0,50 à 0,75

# CONCEPTION TRANSVERSALE

## 1. LE PROFIL EN TRAVERS TYPE

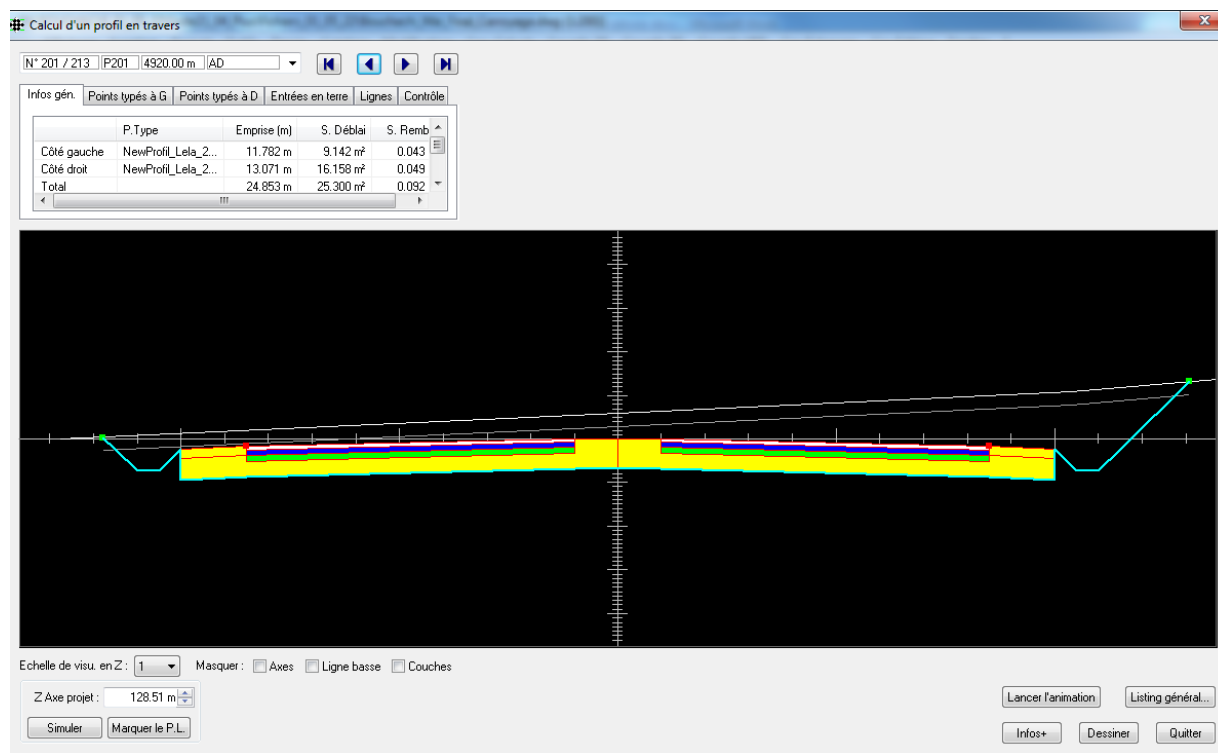


Figure 13: profil en travers type du prolongement de la voie express

Le profil en Travers type est (2 X 2 voies), est constitué de:

C chaussée 2 x (2 x3.50) .....	14.00 m
Accotement 2 x1 5m.....	3.00 m
Un terre-plein central de 2 m .....	2.00 m
Deux bandes de guidage de 0.5m .....	1.00 m

## 2. L'ÉPAISSEUR DU CORPS DE CHAUSSEE

Cette section porte essentiellement sur le dimensionnement de la structure de chaussée. A partir des données l'étude géotechnique, nous déterminerons les caractéristiques des couches de chaussée. Le dimensionnement des chaussées se fera suivant la méthode CBR

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on a utilisé : la méthode CBR.

## 3. DONNEES

Tableau 37: Données du trafic

TMJA	8500 V/J
$\tau$	4%
% Poids lourd	12%
Année de comptage	2019
Année de mise en service	2023
Durée de vie	20
Coefficient d'équivalence P	4
K1	0.85
K2	0.99
n	4

$$T_0 = (TMJA \times \% PL) \Rightarrow T_0 = (8500 \times 0,12) = 1020 \text{ pl/j/sens.}$$

$$T_1 = (1+\tau)^n \times T_0 \Rightarrow T_1 = (1+0,04)^4 \times 1020 = 1193 \text{ pl/j/sens}$$

$$T_n = (1+\tau)^n \times T_1 \Rightarrow T_{20} = (1+0,04)^{20} \times 1193 = 2615 \text{ pl/j/sens}$$

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

$$E_p = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \log \frac{2615}{10})}{3 + 5} = 74.62 \text{ cm}$$

$$E_p = 75 \text{ cm}$$

$$\text{On a : } E_{\text{eq}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$$

Tableau 38: Les différentes épaisseurs des couches du corps de chaussées choisies

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	08	2	16
GB	12	1,70	20.40
GC	15	1	15
TUF	35	0,75	26.25
<b>TOTAL</b>	<b>70 cm</b>		<b>77.65 cm</b>

Notre structure comporte : **8BB + 12 GB + 15 GC +35 TUF**

- 8 cm BB** (Béton Bitumineux)
- 12 cm GB** (Grave Bitumineux)
- 15 cm GC** (Graves Concassées)
- 35 cm TUF**

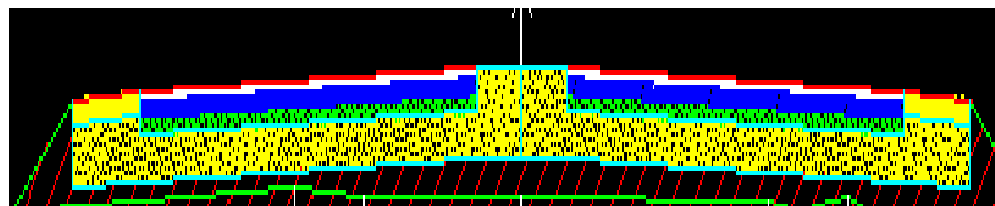


Figure 14:Corps de chaussée

# CUBATURES

## 1. INTRODUCTION :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils sont 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 formeuse raine naturel comporte deux actions, la premières 'agit D'ajouter des terres (remblai) et la deuxièmes 'agit d'enlever des terres (déblai).

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

## 2. DEFINITIONS

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

### **Remarque :**

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai. Pour notre projet on a utilisé le logiciel COVADIS. Méthode linéaire

## 3. LES RESULTATS DES CALCULS DE CUBATURE :

Les résultats du calcul sont illustrés dans les tableaux suivants:

Tableau 39: calcul des cubatures

### **RECAPITULATIF DES CUBATURES DEBLAI-REMBLAI PAR PROFIL - NotreAxe\_RaccProg\_21\_04**

Nom du dessin	H:\BOUCHACHI_01_05_22\Suite21_04_Plus\Bouchachi_Mai_Final.dwg
Date du listing	01/05/2022 à 19:13:06
Profil en long	1
Courbe projet	Proj 1

Méthode : Linéaire  
**Volume cumulé déblais (m<sup>3</sup>) 2239789,01**  
**Volume cumulé remblais (m<sup>3</sup>) 2238535,45**  
**Excès de Déblais (m<sup>3</sup>) 1253,56**

N° Profil	Abs-cisse	Long. d'appl.	Déblais					Remblais				
			Surf G (m <sup>2</sup> )	Surf. D (m <sup>2</sup> )	Surf. Tot (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Cumul Vol. (m <sup>3</sup> )	Surf. G (m <sup>2</sup> )	Surf. D (m <sup>2</sup> )	Surf. Tot (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Cumul Vol. (m <sup>3</sup> )
P1	0,00	15,00	2,60	0,14	2,74	41,08	41,08	0,10	18,90	19,00	284,93	284,93
P2	30,00	26,02	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	6,11	10,65	16,76	435,99	720,92
P3	52,03	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	13,35	42,22	55,57	833,53	1554,46
P4	60,00	18,98	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	13,83	46,11	59,94	1137,82	2692,28
P5	90,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	20,90	62,20	83,10	2493,04	5185,32
P6	120,00	16,02	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	28,82	53,48	82,31	1318,26	6503,57
P7	122,03	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	29,07	53,60	82,67	1240,01	7743,59
P8	150,00	28,98	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	45,14	91,74	136,88	3967,33	11710,92
P9	180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	59,33	66,54	125,87	3776,19	15487,11
P10	210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	81,17	74,71	155,88	4676,45	20163,56
P11	240,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	101,44	92,26	193,71	5811,22	25974,77
P12	270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	44,18	101,67	145,85	4375,51	30350,29
P13	300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,08	8,02	43,30	51,32	1539,54	31889,82
P14	330,00	30,00	10,85	0,00	10,85	325,38	366,46	0,11	16,09	16,20	486,15	32375,97
P15	360,00	30,00	20,61	0,29	20,90	627,01	993,47	0,05	12,07	12,12	363,69	32739,66
P16	390,00	28,78	61,56	21,82	83,38	2399,59	3393,05	0,05	0,04	0,09	2,65	32742,31
P17	417,55	15,00	148,15	97,00	245,15	3677,31	7070,37	0,05	0,04	0,09	1,37	32743,69
P18	420,00	16,22	155,08	105,77	260,85	4231,67	11302,04	0,05	0,04	0,09	1,49	32745,17
P19	450,00	30,00	250,30	210,53	460,83	13824,86	25126,90	0,05	0,04	0,09	2,76	32747,94
P20	480,00	18,78	325,70	279,79	605,49	11369,04	36495,94	0,05	0,04	0,09	1,69	32749,62
P21	487,55	15,00	337,18	293,97	631,16	9467,40	45963,34	0,05	0,04	0,09	1,37	32751,00
P22	510,00	26,22	342,09	282,00	624,09	16365,74	62329,07	0,05	0,04	0,09	2,38	32753,38
P23	540,00	30,00	317,44	244,77	562,20	16866,15	79195,22	0,05	0,04	0,09	2,78	32756,16
P24	570,00	30,00	278,94	214,42	493,36	14800,83	93996,05	0,05	0,04	0,09	2,78	32758,94
P25	600,00	24,10	226,15	185,01	411,16	9907,78	103903,83	0,05	0,04	0,09	2,20	32761,13
P26	618,19	15,00	198,09	160,62	358,71	5380,66	109284,49	0,05	0,04	0,09	1,37	32762,50
P27	630,00	20,90	181,18	145,87	327,04	6836,19	116120,68	0,05	0,04	0,09	1,90	32764,41
P28	660,00	30,00	128,77	102,92	231,69	6950,68	123071,36	0,05	0,04	0,09	2,70	32767,10
P29	690,00	30,00	84,87	64,52	149,39	4481,84	127553,19	0,05	0,04	0,09	2,69	32769,79
P30	720,00	21,60	39,32	25,29	64,61	1395,36	128948,56	0,05	0,04	0,09	1,95	32771,75
P31	733,20	15,00	20,62	9,11	29,74	446,05	129394,61	0,05	0,05	0,10	1,44	32773,19
P32	750,00	23,40	1,41	0,00	1,41	33,00	129427,61	0,84	8,72	9,55	223,59	32996,78
P33	780,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	38,59	57,04	95,63	2868,98	35865,76
P34	810,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	97,89	126,32	224,21	6726,38	42592,14
P35	840,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	132,98	164,16	297,13	8913,99	51506,13
P36	870,00	22,93	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	168,47	188,83	357,31	8192,57	59698,70
P37	885,86	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	177,16	198,78	375,94	5639,12	65337,81
P38	900,00	22,07	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	182,54	203,32	385,86	8516,36	73854,17
P39	930,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	192,96	207,95	400,91	12027,37	85881,55
P40	960,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	200,28	206,83	407,11	12213,24	98094,78
P41	990,00	20,43	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	213,88	213,90	427,78	8739,17	106833,96
P42	1000,86	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	213,97	215,49	429,46	6441,94	113275,89

P43	1020,00	24,57	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	214,46	216,90	431,35	10598,70	123874,60
P44	1050,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	211,87	221,34	433,21	12996,16	136870,76
P45	1080,00	21,26	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	211,09	223,98	435,07	9248,56	146119,32
P46	1092,52	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	211,41	222,87	434,28	6514,25	152633,57
P47	1110,00	23,74	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	210,91	221,38	432,29	10263,54	162897,11
P48	1140,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	210,81	221,78	432,59	12977,83	175874,94
P49	1170,00	25,26	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	219,94	228,55	448,49	11327,84	187202,78
P50	1190,52	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	228,13	234,19	462,31	6934,68	194137,47
P51	1200,00	19,74	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	231,66	237,72	469,38	9266,66	203404,13
P52	1230,00	21,43	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	241,05	247,09	488,14	10459,65	213863,78
P53	1242,86	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	240,65	252,62	493,28	7399,14	221262,92
P54	1260,00	23,57	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	236,98	250,41	487,39	11489,04	232751,96
P55	1290,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	238,04	250,95	489,00	14669,86	247421,82
P56	1320,00	25,43	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	246,46	255,30	501,76	12758,60	260180,42
P57	1340,86	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	252,78	266,98	519,76	7796,40	267976,82
P58	1350,00	8,25	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	256,95	272,08	529,03	4363,83	272340,64
P59	1357,35	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	258,27	289,61	547,88	8218,23	280558,87
P60	1380,00	26,32	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	275,09	301,87	576,96	15187,68	295746,55
P61	1410,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	284,89	313,97	598,85	17965,63	313712,18
P62	1440,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	275,87	294,05	569,92	17097,53	330809,71
P63	1470,00	27,55	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	289,73	317,68	607,41	16736,85	347546,56
P64	1495,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	312,50	322,28	634,78	9521,72	357068,28
P65	1500,00	17,45	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	315,17	324,98	640,15	11167,86	368236,14
P66	1530,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	331,68	339,50	671,18	20135,52	388371,66
P67	1560,00	25,05	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	345,48	352,32	697,80	17478,89	405850,55
P68	1580,10	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	355,82	359,63	715,45	10731,77	416582,32
P69	1590,00	19,95	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	360,09	362,91	723,00	14424,79	431007,11
P70	1620,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	369,52	373,81	743,34	22300,07	453307,18
P71	1650,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	382,45	387,70	770,15	23104,59	476411,77
P72	1680,00	17,05	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	393,21	397,63	790,84	13482,40	489894,17
P73	1684,10	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	393,82	398,03	791,85	11877,72	501771,89
P74	1710,00	27,95	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	398,06	407,53	805,59	22517,76	524289,65
P75	1740,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	393,11	415,63	808,74	24262,15	548551,80
P76	1770,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	393,09	423,98	817,07	24512,23	573064,03
P77	1800,00	15,14	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	415,31	433,53	848,84	12849,72	585913,75
P78	1800,28	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	415,57	433,70	849,26	12738,95	598652,70
P79	1830,00	29,86	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	427,43	444,89	872,32	26049,42	624702,12
P80	1860,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	438,98	447,78	886,76	26602,84	651304,96
P81	1890,00	22,14	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	451,73	460,26	911,99	20189,25	671494,21
P82	1904,28	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	456,17	466,38	922,56	13838,34	685332,55
P83	1920,00	22,86	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	466,07	469,71	935,78	21394,19	706726,73
P84	1950,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	460,76	483,67	944,43	28332,95	735059,68
P85	1980,00	25,27	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	474,65	507,32	981,98	24815,39	759875,07
P86	2000,54	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	490,15	517,53	1007,68	15115,21	774990,28
P87	2010,00	19,73	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	495,02	521,87	1016,89	20062,30	795052,58
P88	2040,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	500,84	536,51	1037,35	31120,59	826173,17
P89	2070,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	497,91	543,51	1041,41	31242,42	857415,59
P90	2100,00	20,27	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	474,30	545,51	1019,81	20671,53	878087,12
P91	2110,54	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	458,87	544,69	1003,56	15053,38	893140,50
P92	2130,00	24,73	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	439,95	521,45	961,40	23775,53	916916,03
P93	2160,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	407,26	521,11	928,37	27851,24	944767,27

P94	2190,00	18,83	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	301,36	503,55	804,92	15152,66	959919,93
P95	2197,65	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	269,01	499,22	768,23	11523,46	971443,39
P96	2220,00	26,17	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	241,40	479,05	720,46	18857,92	990301,30
P97	2250,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	174,32	378,91	553,22	16596,73	1006898,04
P98	2280,00	28,82	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	177,00	376,80	553,80	15962,89	1022860,92
P99	2307,65	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	286,80	413,50	700,29	10504,39	1033365,31
P100	2310,00	16,18	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	296,45	414,56	711,01	11501,05	1044866,36
P101	2340,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	373,16	403,14	776,30	23289,01	1068155,37
P102	2370,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	376,82	388,74	765,56	22966,78	1091122,16
P103	2400,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	272,13	290,50	562,63	16878,88	1108001,04
P104	2430,00	28,90	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	154,72	222,64	377,36	10905,75	1118906,79
P105	2457,80	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	122,96	186,98	309,94	4649,13	1123555,92
P106	2460,00	16,10	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	120,21	185,06	305,27	4914,67	1128470,58
P107	2490,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	83,70	150,68	234,37	7031,17	1135501,75
P108	2520,00	28,40	0,00	0,00	0,00	0,00	129427,61	32,48	78,03	110,51	3138,45	1138640,20
P109	2546,80	15,00	6,51	0,00	6,51	97,66	129525,27	0,63	24,04	24,67	370,07	1139010,28
P110	2550,00	16,60	10,36	0,00	10,36	171,93	129697,20	0,06	19,32	19,38	321,71	1139331,99
P111	2580,00	30,00	73,63	55,47	129,10	3873,00	133570,20	0,05	0,03	0,08	2,41	1139334,40
P112	2610,00	30,00	142,48	97,39	239,87	7196,21	140766,41	0,04	0,04	0,09	2,67	1139337,08
P113	2640,00	30,00	189,35	157,50	346,85	10405,36	151171,77	0,05	0,04	0,09	2,63	1139339,71
P114	2670,00	30,00	224,21	178,36	402,57	12077,15	163248,92	0,05	0,04	0,09	2,60	1139342,31
P115	2700,00	30,00	235,06	184,35	419,41	12582,41	175831,33	0,05	0,04	0,09	2,64	1139344,95
P116	2730,00	30,00	249,08	189,64	438,72	13161,64	188992,97	0,05	0,04	0,09	2,70	1139347,66
P117	2760,00	30,00	264,17	186,54	450,72	13521,46	202514,43	0,05	0,04	0,09	2,80	1139350,46
P118	2790,00	30,00	260,41	169,13	429,54	12886,08	215400,51	0,06	0,04	0,10	3,06	1139353,52
P119	2820,00	30,00	247,02	140,44	387,46	11623,91	227024,41	0,06	0,04	0,10	2,93	1139356,44
P120	2850,00	30,00	293,35	143,12	436,47	13094,13	240118,54	0,06	0,04	0,10	2,99	1139359,43
P121	2880,00	30,00	409,54	208,51	618,05	18541,40	258659,94	0,06	0,04	0,10	2,97	1139362,40
P122	2910,00	30,00	544,00	281,25	825,25	24757,65	283417,59	0,06	0,03	0,10	2,89	1139365,29
P123	2940,00	30,00	612,81	285,04	897,86	26935,73	310353,32	0,06	0,03	0,10	2,94	1139368,24
P124	2970,00	30,00	555,06	251,34	806,39	24191,81	334545,13	0,06	0,04	0,10	2,91	1139371,15
P125	3000,00	30,00	461,83	219,72	681,55	20446,46	354991,59	0,06	0,04	0,10	2,86	1139374,01
P126	3030,00	16,36	309,28	160,59	469,87	7684,82	362676,40	0,06	0,04	0,10	1,62	1139375,62
P127	3032,71	15,00	293,20	157,80	451,01	6765,10	369441,50	0,06	0,04	0,10	1,48	1139377,11
P128	3060,00	28,64	162,91	86,82	249,74	7153,67	376595,18	0,06	0,04	0,09	2,71	1139379,82
P129	3090,00	30,00	109,81	43,34	153,15	4594,44	381189,62	0,06	0,04	0,10	2,90	1139382,73
P130	3120,00	15,86	197,90	104,54	302,44	4795,21	385984,82	0,05	0,03	0,09	1,38	1139384,10
P131	3121,71	15,00	203,11	108,44	311,55	4673,27	390658,09	0,05	0,03	0,09	1,30	1139385,41
P132	3150,00	29,14	217,18	134,13	351,31	10238,97	400897,06	0,06	0,03	0,09	2,77	1139388,17
P133	3180,00	30,00	159,81	57,32	217,13	6514,00	407411,06	0,06	0,03	0,09	2,82	1139390,99
P134	3210,00	15,02	53,08	4,57	57,66	865,87	408276,93	0,06	8,65	8,72	130,94	1139521,93
P135	3210,04	15,00	52,98	4,55	57,52	862,87	409139,81	0,06	8,71	8,77	131,62	1139653,55
P136	3240,00	29,98	0,19	0,00	0,19	5,55	409145,36	10,24	104,22	114,46	3431,80	1143085,36
P137	3270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	409145,36	57,69	63,08	120,76	3622,95	1146708,30
P138	3300,00	19,02	0,00	0,00	0,00	0,00	409145,36	6,81	15,98	22,79	433,46	1147141,76
P139	3308,04	4,87	2,03	0,00	2,03	9,90	409155,26	0,62	7,51	8,13	39,63	1147181,39
P140	3309,75	10,98	3,40	0,00	3,40	37,37	409192,63	0,24	6,10	6,34	69,58	1147250,97
P141	3330,00	25,13	24,00	9,45	33,46	840,57	410033,21	0,05	0,04	0,10	2,39	1147253,36
P142	3360,00	30,00	61,58	21,39	82,97	2489,24	412522,45	0,07	0,04	0,11	3,19	1147256,55
P143	3390,00	23,87	98,03	34,02	132,05	3152,58	415675,03	0,06	0,04	0,10	2,49	1147259,03
P144	3407,75	15,00	132,22	52,36	184,58	2768,68	418443,71	0,07	0,04	0,11	1,61	1147260,64

P145	3420,00	21,13	153,70	65,30	219,00	4626,50	423070,21	0,07	0,04	0,11	2,30	1147262,93
P146	3450,00	30,00	215,28	68,58	283,85	8515,57	431585,78	0,07	0,04	0,11	3,34	1147266,28
P147	3480,00	30,00	277,03	89,38	366,41	10992,40	442578,18	0,08	0,03	0,11	3,26	1147269,54
P148	3510,00	30,00	298,63	105,06	403,69	12110,71	454688,89	0,07	0,03	0,11	3,25	1147272,79
P149	3540,00	30,00	267,60	103,98	371,58	11147,35	465836,23	0,07	0,04	0,11	3,29	1147276,08
P150	3570,00	16,73	188,24	85,70	273,94	4582,10	470418,33	0,08	0,04	0,12	1,97	1147278,06
P151	3573,45	15,00	176,97	71,47	248,44	3726,60	474144,93	0,07	0,04	0,11	1,66	1147279,72
P152	3600,00	28,27	94,93	47,68	142,61	4031,97	478176,91	0,06	0,03	0,10	2,71	1147282,43
P153	3630,00	23,64	350,21	170,92	521,13	12319,59	490496,49	0,06	0,03	0,09	2,08	1147284,52
P154	3647,28	15,00	454,68	174,77	629,46	9441,83	499938,32	0,06	0,03	0,09	1,37	1147285,89
P155	3660,00	21,36	478,65	160,68	639,33	13655,99	513594,31	0,06	0,03	0,09	1,93	1147287,81
P156	3690,00	30,00	552,62	169,33	721,95	21658,59	535252,90	0,08	0,03	0,11	3,40	1147291,22
P157	3720,00	30,00	544,30	198,03	742,32	22269,69	557522,58	0,09	0,03	0,12	3,52	1147294,74
P158	3750,00	30,00	555,29	178,28	733,57	22007,08	579529,67	0,08	0,03	0,11	3,36	1147298,10
P159	3780,00	28,78	538,83	188,25	727,09	20923,63	600453,30	0,09	0,03	0,12	3,40	1147301,49
P160	3807,55	15,00	462,20	175,19	637,39	9560,87	610014,17	0,08	0,03	0,11	1,69	1147303,19
P161	3810,00	16,22	457,37	174,07	631,44	10243,58	620257,74	0,08	0,03	0,11	1,83	1147305,02
P162	3840,00	30,00	411,06	178,66	589,71	17691,40	637949,14	0,08	0,03	0,11	3,44	1147308,46
P163	3870,00	22,78	390,01	173,56	563,57	12835,71	650784,86	0,07	0,04	0,11	2,51	1147310,97
P164	3885,55	15,00	292,38	114,86	407,24	6108,59	656893,45	0,06	0,04	0,10	1,51	1147312,48
P165	3900,00	22,22	162,84	71,08	233,92	5198,69	662092,14	0,06	0,04	0,10	2,20	1147314,68
P166	3930,00	30,00	11,21	0,00	11,21	336,42	662428,56	3,95	69,78	73,73	2212,02	1149526,70
P167	3960,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	662428,56	88,10	182,20	270,31	8109,24	1157635,94
P168	3990,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	662428,56	13,06	21,09	34,15	1024,64	1158660,58
P169	4020,00	30,00	85,02	59,95	144,97	4349,14	666777,70	0,05	0,04	0,09	2,75	1158663,33
P170	4050,00	30,00	185,63	132,19	317,82	9534,67	676312,37	0,06	0,04	0,09	2,84	1158666,17
P171	4080,00	30,00	323,99	215,10	539,09	16172,64	692485,02	0,06	0,04	0,10	2,86	1158669,03
P172	4110,00	30,00	483,33	315,18	798,51	23955,38	716440,40	0,06	0,04	0,09	2,82	1158671,85
P173	4140,00	30,00	651,07	421,71	1072,78	32183,50	748623,90	0,05	0,04	0,09	2,75	1158674,60
P174	4170,00	30,00	614,01	434,70	1048,72	31461,46	780085,36	0,05	0,04	0,10	2,85	1158677,46
P175	4200,00	30,00	608,22	482,22	1090,43	32713,05	812798,41	0,06	0,04	0,11	3,17	1158680,62
P176	4230,00	30,00	675,70	547,72	1223,42	36702,69	849501,10	0,06	0,04	0,10	2,94	1158683,56
P177	4260,00	30,00	871,65	589,63	1461,28	43838,35	893339,46	0,06	0,04	0,09	2,77	1158686,33
P178	4290,00	30,00	866,67	578,13	1444,80	43344,12	936683,57	0,06	0,04	0,10	2,94	1158689,26
P179	4320,00	30,00	841,45	507,96	1349,41	40482,40	977165,98	0,06	0,03	0,10	2,85	1158692,11
P180	4350,00	30,00	580,40	326,55	906,94	27208,34	1004374,31	0,06	0,03	0,09	2,77	1158694,88
P181	4380,00	30,00	224,77	119,73	344,51	10335,21	1014709,52	0,06	0,04	0,10	3,02	1158697,90
P182	4410,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	9,07	41,40	50,47	1514,18	1160212,08
P183	4440,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	295,53	560,77	856,30	25689,05	1185901,13
P184	4470,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	667,59	1250,47	1918,06	57541,75	1243442,87
P185	4500,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	883,56	1861,18	2744,74	82342,33	1325785,20
P186	4530,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	1159,67	2271,04	3430,72	102921,55	1428706,75
P187	4560,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	1622,20	2508,21	4130,41	123912,26	1552619,01
P188	4590,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	2098,50	2628,88	4727,37	141821,19	1694440,19
P189	4620,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	2631,86	2311,95	4943,81	148314,15	1842754,34
P190	4650,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	2683,85	1759,76	4443,61	133308,15	1976062,50
P191	4680,00	17,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	2084,00	1241,16	3325,16	57200,50	2033263,00
P192	4684,40	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	1958,97	1161,37	3120,34	46805,16	2080068,16
P193	4710,00	27,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	1134,43	769,11	1903,54	52913,93	2132982,09
P194	4740,00	26,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	587,31	518,40	1105,71	28970,31	2161952,40
P195	4762,40	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	471,62	375,53	847,16	12707,37	2174659,77

P196	4770,00	18,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	452,42	359,16	811,57	15257,01	2189916,78
P197	4800,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	400,03	311,87	711,89	21356,76	2211273,55
P198	4830,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	279,12	234,52	513,64	15409,23	2226682,78
P199	4860,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	168,53	133,38	301,90	9057,09	2235739,87
P200	4890,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1014709,52	53,07	39,04	92,11	2763,22	2238503,09
P201	4920,00	30,00	9,14	16,16	25,30	759,01	1015468,53	0,04	0,05	0,09	2,77	2238505,85
P202	4950,00	30,00	85,23	113,25	198,48	5954,27	1021422,80	0,04	0,05	0,10	2,85	2238508,71
P203	4980,00	30,00	263,79	333,63	597,42	17922,56	1039345,36	0,04	0,05	0,10	2,88	2238511,59
P204	5010,00	30,00	548,32	698,96	1247,28	37418,45	1076763,81	0,04	0,05	0,09	2,78	2238514,37
P205	5040,00	30,00	806,99	1178,19	1985,18	59555,46	1136319,28	0,05	0,05	0,09	2,84	2238517,21
P206	5070,00	30,00	1245,74	1646,97	2892,71	86781,18	1223100,45	0,04	0,05	0,09	2,66	2238519,86
P207	5100,00	30,00	1930,69	2121,64	4052,33	121569,82	1344670,28	0,04	0,04	0,08	2,40	2238522,26
P208	5130,00	30,00	2712,85	2437,45	5150,30	154509,11	1499179,39	0,04	0,04	0,07	2,18	2238524,44
P209	5160,00	30,00	3477,92	2498,95	5976,88	179306,26	1678485,65	0,05	0,03	0,08	2,41	2238526,86
P210	5190,00	30,00	3835,22	2330,48	6165,71	184971,19	1863456,84	0,04	0,04	0,08	2,33	2238529,18
P211	5220,00	30,00	3724,24	2202,22	5926,46	177793,66	2041250,50	0,05	0,04	0,09	2,60	2238531,78
P212	5250,00	25,72	3578,89	1884,02	5462,91	140529,63	2181780,13	0,06	0,05	0,10	2,61	2238534,39
P213	5271,45	10,72	3687,59	1721,51	5409,10	58008,89	2239789,01	0,06	0,04	0,10	1,06	2238535,45

# IMPLANTATION

## 1. DEFINITION

On sait que le trace d'une route comme toutes les autres voies de communication se composent d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires ou progressives en tenant compte des points de passage obligés de relief du terrain des obstacles rencontrés pour implanter un alignement droit, deux points principaux suffisent entre lequel il est facile de mettre en place des points intermédiaires, par contre pour implanter une courbe on a besoin d'un certain nombre de points et il existe plusieurs méthodes d'implantation

- Implantation par abscisses et ordonnées sur la tangente
- Implantation par abscisses et ordonnées sur la corde
- Implantation par rayonnement classique
- Implantation par coordonnées polaires
- Implantation par coordonnées cartésiennes

À partir des coordonnées rectangulaires déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain les repères nécessaires à la réalisation de la route.

L'implantation du projet s'appuie sur le canevas de base qui a servi au levé du terrain. Il est utile de matérialiser donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction

## 2. IMPLANTATION DES SOMMETS

### 2.1. METHODE : COORDONNEES RECTANGULAIRES

Pour l'implantation de notre projet on utilise l'instrument Leica qui permet d'implanter directement les points connus en coordonnées planimétriques et altimétriques

Les coordonnées sont illustrées dans les tableaux suivants

## 3. LISTING D'IMPLANTATION PLANIMETRIQUE ET ALTIMETRIQUE DES PROFILS

Tableau 40 : Listing d'implantation des points d'axe

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			
			X	Y	Z Projet	Z TN
P1	0,00	15,00	433409,45	4050268,13	16,96	16,83
P2	30,00	26,02	433379,71	4050272,04	17,56	16,53
P3	52,03	15,00	433357,86	4050274,91	18,00	16,31
P4	60,00	18,98	433349,96	4050275,95	18,16	16,45
P5	90,00	30,00	433320,18	4050279,54	18,76	16,59

P6	120,00	16,02	433290,28	4050281,91	19,36	16,48
P7	122,03	15,00	433288,25	4050282,00	19,40	16,49
P8	150,00	28,98	433260,28	4050282,23	19,96	16,35
P9	180,00	30,00	433230,35	4050280,31	20,56	16,25
P10	210,00	30,00	433200,65	4050276,15	21,16	16,02
P11	240,00	30,00	433171,34	4050269,77	21,76	15,44
P12	270,00	30,00	433142,60	4050261,22	22,36	17,12
P13	300,00	30,00	433114,57	4050250,54	22,96	21,16
P14	330,00	30,00	433087,42	4050237,78	23,56	23,06
P15	360,00	30,00	433061,31	4050223,03	24,16	24,07
P16	390,00	28,78	433036,37	4050206,36	24,76	27,47
P17	417,55	15,00	433014,63	4050189,45	25,31	33,03
P18	420,00	16,22	433012,76	4050187,87	25,36	33,44
P19	450,00	30,00	432990,45	4050167,82	25,96	38,66
P20	480,00	18,78	432968,97	4050146,88	26,56	42,09
P21	487,55	15,00	432963,62	4050141,55	26,71	42,69
P22	510,00	26,22	432947,71	4050125,71	27,16	42,94
P23	540,00	30,00	432926,45	4050104,55	27,76	42,00
P24	570,00	30,00	432905,18	4050083,39	28,36	41,45
P25	600,00	24,10	432883,92	4050062,22	28,96	40,44
P26	618,19	15,00	432871,03	4050049,39	29,33	39,71
P27	630,00	20,90	432862,66	4050041,06	29,56	39,23
P28	660,00	30,00	432841,47	4050019,83	30,16	37,50
P29	690,00	30,00	432820,48	4049998,39	30,76	35,81
P30	720,00	21,60	432799,87	4049976,59	31,34	33,58
P31	733,20	15,00	432790,96	4049966,86	31,60	32,44
P32	750,00	23,40	432779,78	4049954,31	31,91	31,20
P33	780,00	30,00	432760,30	4049931,49	32,46	28,65
P34	810,00	30,00	432741,46	4049908,15	32,99	25,78
P35	840,00	30,00	432723,26	4049884,31	33,50	24,58
P36	870,00	22,93	432705,71	4049859,97	34,00	23,78
P37	885,86	15,00	432696,71	4049846,92	34,25	23,71
P38	900,00	22,07	432688,83	4049835,17	34,47	23,74
P39	930,00	30,00	432672,55	4049809,98	34,93	23,80
P40	960,00	30,00	432656,69	4049784,51	35,38	24,20
P41	990,00	20,43	432641,08	4049758,90	35,84	24,17
P42	1000,86	15,00	432635,45	4049749,61	36,00	24,31
P43	1020,00	24,57	432625,54	4049733,23	36,29	24,55
P44	1050,00	30,00	432610,00	4049707,57	36,74	24,85
P45	1080,00	21,26	432594,46	4049681,91	37,20	25,42
P46	1092,52	15,00	432587,98	4049671,20	37,39	25,64
P47	1110,00	23,74	432578,92	4049656,25	37,65	25,95
P48	1140,00	30,00	432563,20	4049630,70	38,10	26,53
P49	1170,00	25,26	432547,01	4049605,44	38,56	26,79
P50	1190,52	15,00	432535,54	4049588,43	38,87	26,83
P51	1200,00	19,74	432530,09	4049580,67	39,01	26,85
P52	1230,00	21,43	432512,27	4049556,54	39,46	26,93

P53	1242,86	15,00	432504,36	4049546,41	39,66	26,96
P54	1260,00	23,57	432493,56	4049533,09	39,91	27,33
P55	1290,00	30,00	432474,14	4049510,22	40,37	27,79
P56	1320,00	25,43	432454,28	4049487,74	40,82	27,85
P57	1340,86	15,00	432440,35	4049472,22	41,14	27,89
P58	1350,00	8,25	432434,23	4049465,42	41,27	27,90
P59	1357,35	15,00	432429,32	4049459,95	41,38	27,91
P60	1380,00	26,32	432414,42	4049442,90	41,73	27,70
P61	1410,00	30,00	432395,43	4049419,67	42,18	27,80
P62	1440,00	30,00	432377,33	4049395,75	42,63	28,54
P63	1470,00	27,55	432360,14	4049371,17	43,09	28,61
P64	1495,11	15,00	432346,47	4049350,11	43,47	28,36
P65	1500,00	17,45	432343,87	4049345,96	43,54	28,36
P66	1530,00	30,00	432327,93	4049320,55	43,99	28,32
P67	1560,00	25,05	432311,99	4049295,13	44,44	28,38
P68	1580,10	15,00	432301,32	4049278,11	44,75	28,46
P69	1590,00	19,95	432296,05	4049269,72	44,90	28,52
P70	1620,00	30,00	432280,02	4049244,36	45,35	28,71
P71	1650,00	30,00	432263,66	4049219,21	45,80	28,83
P72	1680,00	17,05	432246,75	4049194,44	46,26	28,98
P73	1684,10	15,00	432244,38	4049191,09	46,32	29,04
P74	1710,00	27,95	432229,08	4049170,20	46,71	29,20
P75	1740,00	30,00	432210,61	4049146,56	47,16	29,62
P76	1770,00	30,00	432191,36	4049123,55	47,62	29,97
P77	1800,00	15,14	432171,35	4049101,20	48,07	30,08
P78	1800,28	15,00	432171,16	4049100,99	48,07	30,08
P79	1830,00	29,86	432150,65	4049079,49	48,52	30,20
P80	1860,00	30,00	432129,43	4049058,28	48,97	30,35
P81	1890,00	22,14	432107,91	4049037,37	49,43	30,31
P82	1904,28	15,00	432097,63	4049027,47	49,64	30,32
P83	1920,00	22,86	432086,30	4049016,57	49,88	30,43
P84	1950,00	30,00	432064,68	4048995,77	50,33	30,87
P85	1980,00	25,27	432043,06	4048974,97	50,79	30,51
P86	2000,54	15,00	432028,25	4048960,73	51,10	30,68
P87	2010,00	19,73	432021,44	4048954,17	51,24	30,77
P88	2040,00	30,00	431999,88	4048933,31	51,69	31,01
P89	2070,00	30,00	431978,55	4048912,21	52,15	31,40
P90	2100,00	20,27	431957,63	4048890,72	52,60	32,03
P91	2110,54	15,00	431950,40	4048883,04	52,76	32,20
P92	2130,00	24,73	431937,28	4048868,67	53,05	33,50
P93	2160,00	30,00	431917,61	4048846,03	53,50	34,14
P94	2190,00	18,83	431898,62	4048822,80	53,96	36,66
P95	2197,65	15,00	431893,89	4048816,79	54,07	37,18
P96	2220,00	26,17	431880,33	4048799,02	54,41	38,17
P97	2250,00	30,00	431862,61	4048774,82	54,86	41,59
P98	2280,00	28,82	431845,27	4048750,34	55,32	41,60
P99	2307,65	15,00	431829,45	4048727,66	55,73	38,98

P100	2310,00	16,18	431828,11	4048725,73	55,77	38,97
P101	2340,00	30,00	431810,98	4048701,10	56,23	39,12
P102	2370,00	30,00	431793,86	4048676,47	56,72	40,00
P103	2400,00	30,00	431776,73	4048651,84	57,23	43,85
P104	2430,00	28,90	431759,60	4048627,21	57,77	47,15
P105	2457,80	15,00	431743,73	4048604,38	58,29	49,10
P106	2460,00	16,10	431742,47	4048602,58	58,33	49,24
P107	2490,00	30,00	431725,42	4048577,89	58,92	51,62
P108	2520,00	28,40	431708,79	4048552,93	59,54	55,53
P109	2546,80	15,00	431694,61	4048530,19	60,11	59,29
P110	2550,00	16,60	431692,97	4048527,44	60,18	59,71
P111	2580,00	30,00	431678,29	4048501,28	60,84	65,43
P112	2610,00	30,00	431664,84	4048474,46	61,54	69,31
P113	2640,00	30,00	431652,64	4048447,06	62,25	72,71
P114	2670,00	30,00	431641,72	4048419,12	63,00	74,58
P115	2700,00	30,00	431632,09	4048390,71	63,77	75,65
P116	2730,00	30,00	431623,79	4048361,88	64,56	76,84
P117	2760,00	30,00	431616,83	4048332,71	65,38	77,65
P118	2790,00	30,00	431611,22	4048303,24	66,23	78,22
P119	2820,00	30,00	431606,98	4048273,54	67,10	77,36
P120	2850,00	30,00	431604,11	4048243,68	68,00	79,71
P121	2880,00	30,00	431602,62	4048213,72	68,92	83,70
P122	2910,00	30,00	431602,51	4048183,73	69,87	88,28
P123	2940,00	30,00	431603,79	4048153,76	70,81	89,90
P124	2970,00	30,00	431606,45	4048123,88	71,76	89,38
P125	3000,00	30,00	431610,49	4048094,15	72,70	88,96
P126	3030,00	16,36	431615,89	4048064,65	73,65	85,26
P127	3032,71	15,00	431616,45	4048061,99	73,73	84,80
P128	3060,00	28,64	431622,60	4048035,41	74,59	82,58
P129	3090,00	30,00	431630,23	4048006,39	75,54	80,33
P130	3120,00	15,86	431638,34	4047977,51	76,48	85,67
P131	3121,71	15,00	431638,81	4047975,87	76,54	85,96
P132	3150,00	29,14	431646,54	4047948,65	77,43	86,85
P133	3180,00	30,00	431654,74	4047919,80	78,37	84,53
P134	3210,00	15,02	431662,94	4047890,94	79,32	80,48
P135	3210,04	15,00	431662,95	4047890,90	79,32	80,47
P136	3240,00	29,98	431671,08	4047862,06	80,26	77,44
P137	3270,00	30,00	431678,90	4047833,10	81,21	76,40
P138	3300,00	19,02	431686,04	4047803,96	82,15	80,64
P139	3308,04	4,87	431687,80	4047796,12	82,41	81,67
P140	3309,75	10,98	431688,17	4047794,45	82,46	81,85
P141	3330,00	25,13	431692,22	4047774,61	83,10	84,01
P142	3360,00	30,00	431697,53	4047745,08	84,04	86,35
P143	3390,00	23,87	431702,29	4047715,46	84,99	88,78
P144	3407,75	15,00	431704,99	4047697,92	85,55	91,00
P145	3420,00	21,13	431706,85	4047685,81	85,93	92,23
P146	3450,00	30,00	431711,40	4047656,16	86,88	94,05

P147	3480,00	30,00	431715,95	4047626,51	87,82	96,72
P148	3510,00	30,00	431720,50	4047596,85	88,77	98,38
P149	3540,00	30,00	431725,04	4047567,20	89,71	99,01
P150	3570,00	16,73	431729,59	4047537,55	90,66	98,26
P151	3573,45	15,00	431730,12	4047534,13	90,77	97,76
P152	3600,00	28,27	431734,57	4047507,96	91,60	96,44
P153	3630,00	23,64	431740,66	4047478,59	92,55	106,81
P154	3647,28	15,00	431744,66	4047461,78	93,09	106,46
P155	3660,00	21,36	431747,74	4047449,44	93,49	106,15
P156	3690,00	30,00	431755,00	4047420,33	94,40	108,84
P157	3720,00	30,00	431762,26	4047391,22	95,29	110,51
P158	3750,00	30,00	431769,52	4047362,11	96,14	110,94
P159	3780,00	28,78	431776,78	4047333,01	96,96	111,57
P160	3807,55	15,00	431783,45	4047306,27	97,69	111,61
P161	3810,00	16,22	431784,04	4047303,90	97,76	111,61
P162	3840,00	30,00	431791,16	4047274,76	98,52	111,70
P163	3870,00	22,78	431797,55	4047245,45	99,27	113,05
P164	3885,55	15,00	431800,35	4047230,15	99,66	109,31
P165	3900,00	22,22	431802,54	4047215,87	100,02	106,18
P166	3930,00	30,00	431805,76	4047186,05	100,81	98,57
P167	3960,00	30,00	431807,19	4047156,08	101,63	93,51
P168	3990,00	30,00	431806,82	4047126,09	102,47	100,61
P169	4020,00	30,00	431804,64	4047096,17	103,31	108,18
P170	4050,00	30,00	431800,68	4047066,44	104,15	113,40
P171	4080,00	30,00	431794,95	4047037,00	104,99	118,62
P172	4110,00	30,00	431787,46	4047007,95	105,83	123,88
P173	4140,00	30,00	431778,24	4046979,41	106,67	129,15
P174	4170,00	30,00	431767,32	4046951,47	107,51	129,90
P175	4200,00	30,00	431754,75	4046924,24	108,35	131,40
P176	4230,00	30,00	431740,57	4046897,80	109,19	134,23
P177	4260,00	30,00	431724,83	4046872,27	110,03	136,53
P178	4290,00	30,00	431707,59	4046847,73	110,87	137,69
P179	4320,00	30,00	431688,91	4046824,26	111,71	138,34
P180	4350,00	30,00	431668,85	4046801,96	112,55	131,78
P181	4380,00	30,00	431647,49	4046780,90	113,39	122,62
P182	4410,00	30,00	431624,91	4046761,15	114,23	112,29
P183	4440,00	30,00	431601,18	4046742,80	115,07	98,01
P184	4470,00	30,00	431576,40	4046725,91	115,91	88,11
P185	4500,00	30,00	431550,65	4046710,53	116,75	83,40
P186	4530,00	30,00	431524,02	4046696,72	117,59	78,44
P187	4560,00	30,00	431496,61	4046684,53	118,43	71,28
P188	4590,00	30,00	431468,52	4046674,01	119,27	66,38
P189	4620,00	30,00	431439,85	4046665,19	120,11	66,03
P190	4650,00	30,00	431410,70	4046658,11	120,95	74,50
P191	4680,00	17,20	431381,18	4046652,79	121,79	85,55
P192	4684,40	15,00	431376,82	4046652,15	121,91	87,35
P193	4710,00	27,80	431351,40	4046649,17	122,63	97,75

P194	4740,00	26,20	431321,50	4046646,76	123,47	103,96
P195	4762,40	15,00	431299,15	4046645,34	124,10	106,85
P196	4770,00	18,80	431291,56	4046644,87	124,31	107,52
P197	4800,00	30,00	431261,62	4046643,02	125,15	109,32
P198	4830,00	30,00	431231,68	4046641,18	125,99	112,95
P199	4860,00	30,00	431201,73	4046639,33	126,83	117,65
P200	4890,00	30,00	431171,79	4046637,48	127,67	123,89
P201	4920,00	30,00	431141,85	4046635,64	128,51	129,10
P202	4950,00	30,00	431111,90	4046633,79	129,35	135,68
P203	4980,00	30,00	431081,96	4046631,95	130,19	144,98
P204	5010,00	30,00	431052,02	4046630,10	131,03	155,20
P205	5040,00	30,00	431022,07	4046628,25	131,87	165,38
P206	5070,00	30,00	430992,13	4046626,41	132,71	175,95
P207	5100,00	30,00	430962,19	4046624,56	133,55	188,85
P208	5130,00	30,00	430932,24	4046622,72	134,39	197,45
P209	5160,00	30,00	430902,30	4046620,87	135,23	205,16
P210	5190,00	30,00	430872,36	4046619,02	136,07	204,81
P211	5220,00	30,00	430842,41	4046617,18	136,91	202,38
P212	5250,00	25,72	430812,47	4046615,33	137,75	196,53
P213	5271,45	10,72	430791,06	4046614,01	138,35	195,47

#### 4. AUTRES METHODES

##### 4.1. IMPLANTATION DE COURBES

###### 4.1.1. RACCORDEMENT CIRCULAIRE

###### 4.1.1.1. Exemple de méthode d'implantation :

- Par Abscisses et ordonnées sur la tangente

$$X_i = R \cdot \sin i\delta$$

$$Y_i = R (1 - \cos \delta)$$

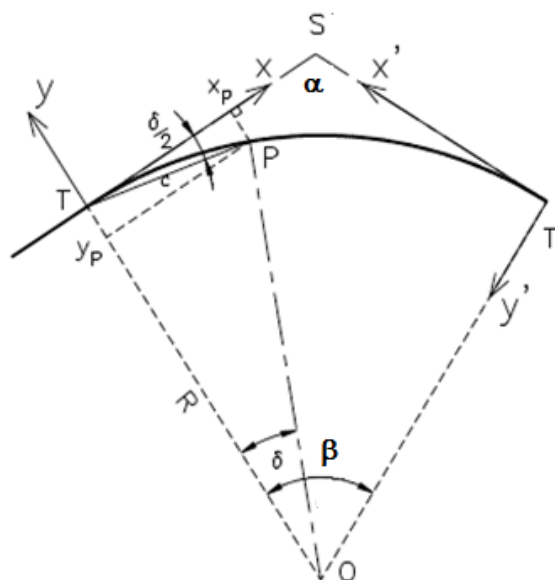


Figure 15 : Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente

#### 4.1.2. RACCORDEMENT PROGRESSIF

Le piquetage peut être réalisé soit par coordonnées rectangulaires à partir des tangentes, soit par la méthode des cordes et angles. Ce sont surtout les appareils de mesure dont on dispose qui fixeront le choix du procédé. Tandis que le piquetage par les coordonnées rectangulaires peut se faire à l'aide d'un jalon, d'un ruban métrique et d'une équerre optique, un théodolite est nécessaire pour appliquer la méthode des cordes et angles.

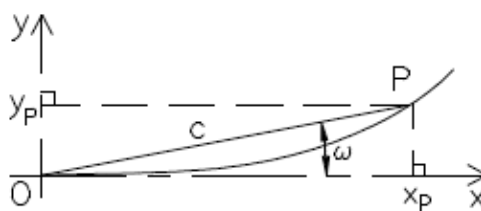


Figure 16: Implantation de clothoïde

##### 5.1.1.1. Piquetage par coordonnées rectangulaires

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \qquad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

##### 5.1.1.2. Piquetage par coordonnées Polaires

$$c = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8} \qquad W_{\text{radians}} = \frac{i\Delta L^2}{6A^2} - \frac{i\Delta L^6}{2835A^6}$$

## 5. APPLICATIONS AU PROJET

Tableaux 41 : implantation des parties courbe (Méthode 2)

### VIRAGE 1

#### Implantation de clothoïde

##### Données

$$R = 400 \text{ m}$$

$$L = 70 \text{ m}$$

$$A = 167,33 \text{ m}$$

$$\Delta L = 10 \text{ m}$$

$$n = 7$$

##### Méthode d'implantation

- 1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,000	0,000
1	10	10,000	0,006
2	20	20,000	0,048
3	30	29,999	0,161
4	40	39,997	0,381
5	50	49,990	0,744
6	60	59,975	1,285
KE	70	69,946	2,041

#### Implantation de l'arc de cercle

##### Données

$$R = 400 \text{ m}$$

$$\gamma = 47,0344 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 23,5172 \text{ gr}$$

$$n = 8 \text{ pts}$$

$$\delta = 2,9397 \text{ gr}$$

##### Méthode d'implantation

- 1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ (gr)	X = R . sin iδ (m)	Y = R(1-cos iδ) (m)
T	0,0000	0,000	0,000
1	2,9397	18,464	0,426
2	5,8793	36,888	1,705
3	8,8190	55,234	3,832
4	11,7586	73,462	6,804
5	14,6983	91,534	10,614
6	17,6379	109,410	15,254
7	20,5776	127,053	20,714
M	23,5172	144,425	26,983

### VIRAGE 2

#### Implantation de clothoïde

##### Données

$$R = 1100 \text{ m}$$

$$L = 115 \text{ m}$$

$$A = 355,67 \text{ m}$$

$$\Delta L = 20 \text{ m}$$

$$n = 5$$

##### Méthode d'implantation

##### 1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,000	0,000
1	20	20,000	0,011
2	40	40,000	0,084
3	60	59,999	0,285
4	80	79,995	0,675

5	100	99,984	1,317
---	-----	--------	-------

KE	115	114,969	2,003
----	-----	---------	-------

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

### Implantation de l'arc de cercle

#### Données

$$R = 1100 \text{ m}$$

$$\gamma = 8,8349 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 4,4174 \text{ gr}$$

$$n = 4 \text{ pts}$$

$$\delta = 1,1044 \text{ gr}$$

Méthode d'implantation

Pts	iδ (gr)	X = R . sin iδ (m)	Y= R(1-cos iδ) (m)
T	0,0000	0,000	0,000
1	1,1044	19,081	0,166
2	2,2087	38,156	0,662
3	3,3131	57,220	1,489
M	4,4174	76,267	2,647

### Virage 3

Implantation de clothoïde

#### Données

$$R = 800 \text{ m}$$

$$L = 98 \text{ m}$$

$$A = 280 \text{ m}$$

$$\Delta L = 10 \text{ m}$$

$$n = 9$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,000	0,000
1	10	10,000	0,002
2	20	20,000	0,017
3	30	30,000	0,057
4	40	40,000	0,136
5	50	49,999	0,266
6	60	59,997	0,459
7	70	69,993	0,729
8	80	79,987	1,088
KE	98	97,963	2,000

Implantation de l'arc de cercle

#### Données

$$R = 800 \text{ m}$$

$$\gamma = 4,1657 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 2,0828 \text{ gr}$$

$$n = 3 \text{ pts}$$

$$\delta = 0,6943 \text{ gr}$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ (gr)	X = R . sin iδ (m)	Y= R(1-cos iδ) (m)
T	0,0000	0,000	0,000
1	0,6943	8,724	0,048
2	1,3886	17,448	0,190
M	2,0828	26,169	0,428

### **VIRAGE4**

Implantation de l'arc de cercle

Données

$$R = 800 \text{ m}$$

$$\beta = 10,9623 \text{ gr}$$

$$\beta/2 = 5,48115 \text{ gr}$$

$$n = 8$$

$$\delta = 0,6851 \text{ gr}$$

## Méthode d'implantation

## 1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y = R(1 - \cos i\delta)$ (m)
T	0,0000	0,000	0,000
1	0,6851	8,610	0,046

2	1,3703	17,218	0,185
3	2,0554	25,825	0,417
4	2,7406	34,428	0,741
5	3,4257	43,028	1,158
6	4,1109	51,623	1,667
7	4,7960	60,211	2,269
M	5,4812	68,793	2,963

**VIRAGE 5**

Implantation de clothoïde

Données

$$\begin{aligned} R &= 900 \text{ m} \\ L &= 104 \text{ m} \\ A &= 306 \text{ m} \\ \Delta L &= 20 \text{ m} \\ n &= 5 \end{aligned}$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,000	0,000
1	20	20,000	0,014
2	40	40,000	0,114
3	60	59,998	0,385
4	80	79,991	0,912
5	100	99,971	1,780
KE	104	103,965	2,002

Implantation de l'arc de cercle

Données

$$\begin{aligned} R &= 900 \text{ m} \\ \gamma &= 8,2185 \text{ gr} \\ \gamma/2 &= 4,1093 \text{ gr} \\ n &= 5 \text{ pts} \\ \delta &= 0,8219 \text{ gr} \end{aligned}$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y = R(1 - \cos i\delta)$ (m)
T	0,0000	0,000	0,000
1	0,8219	11,618	0,075
2	1,6437	23,235	0,300
3	2,4656	34,847	0,675
4	3,2874	46,454	1,200
M	4,1093	58,053	1,874

**VIRAGE 6**

Implantation de clothoïde

Données

$$\begin{aligned} R &= 1000 \text{ m} \\ L &= 110 \text{ m} \\ A &= 332 \text{ m} \\ \Delta L &= 10 \text{ m} \\ n &= 11 \end{aligned}$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,000	0,000
1	10	10,000	0,002
2	20	20,000	0,012
3	30	30,000	0,041
4	40	40,000	0,097
5	50	49,999	0,189
6	60	59,998	0,327
7	70	69,997	0,520

8	80	79,993	0,776
9	90	89,988	1,104

10	100	99,979	1,515
KE	110	109,967	2,016

Implantation de l'arc de cercle

Données

$$R = 1000 \text{ m}$$

$$\gamma = 5,5464 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 2,7732 \text{ gr}$$

$$n = 4 \text{ pts}$$

$$\delta = 0,6933 \text{ gr}$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y = R(1 - \cos i\delta)$ (m)
T	0,0000	0,000	0,000
1	0,6933	10,890	0,059
2	1,3866	21,779	0,237
3	2,0799	32,665	0,534
M	2,7732	43,548	0,949

## VIRAGE 7

Implantation de clothoïde

Données

$$R = 650 \text{ m}$$

$$L = 89 \text{ m}$$

$$A = 241 \text{ m}$$

$$\Delta L = 10 \text{ m}$$

$$n = 8$$

Méthode d'implantation

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,000	0,000
1	10	10,000	0,003
2	20	20,000	0,023
3	30	30,000	0,078
4	40	39,999	0,184
5	50	49,998	0,360
6	60	59,994	0,622
7	70	69,987	0,988
8	80	79,976	1,475
KE	89	88,958	2,030

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Implantation de l'arc de cercle

Données

$$R = 650 \text{ m}$$

$$\gamma = 47,5915 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 23,7958 \text{ gr}$$

$$n = 10 \text{ pts}$$

$$\delta = 2,3796 \text{ gr}$$

Méthode d'implantation

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y = R(1 - \cos i\delta)$ (m)
T	0,0000	0,000	0,000
1	2,3796	24,290	0,454
2	4,7592	48,547	1,815
3	7,1387	72,735	4,082
4	9,5183	96,822	7,252
5	11,8979	120,773	11,319
6	14,2775	144,556	16,278
7	16,6570	168,137	22,123
8	19,0366	191,483	28,845
9	21,4162	214,562	36,434
M	23,7958	237,341	44,881

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

## VIRAGE 8

Implantation de clothoïde

Données

$$R = 800 \text{ m}$$

$$L = 98 \text{ m}$$

$$A = 280 \text{ m}$$

$$\Delta L = 10 \text{ m}$$

$$n = 9$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,000	0,000
1	10	10,000	0,002

2	20	20,000	0,017
3	30	30,000	0,057
4	40	40,000	0,136
5	50	49,999	0,266
6	60	59,997	0,459
7	70	69,993	0,729
8	80	79,987	1,088
9	90	89,976	1,549
KE	98	97,712	5,591

Implantation de l'arc de cercle

Données

$$R = 800 \text{ m}$$

$$\gamma = 0,1369 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 0,0684 \text{ gr}$$

$$n = 3 \text{ pts}$$

$$\delta = 0,0228 \text{ gr}$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ (gr)	X = R . sin iδ (m)	Y = R(1-cos iδ) (m)
T	0,0000	0,000	0,000
1	0,0228	0,287	0,000
2	0,0456	0,573	0,000
M	0,0684	0,860 m	0,000 m

**VIRAGE 9**

Implantation de l'arc de cercle

Données

$$R = 800 \text{ m}$$

$$\beta = 5,8749 \text{ gr}$$

$$\beta/2 = 2,93745 \text{ gr}$$

$$n = 4$$

$$\delta = 0,7343 \text{ gr}$$

Méthode d'implantation

Pts	iδ (gr)	X = R . sin iδ (m)	Y = R(1-cos iδ) (m)
T	0,0000	0,000	0,000
1	0,7344	9,228	0,053
2	1,4687	18,455	0,213
3	2,2031	0,102	0,002
M	2,9375	36,900	0,851

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

**VIRAGE 10**

Implantation de clothoïde

Données

$$R = 500 \text{ m}$$

$$L = 78 \text{ m}$$

$$A = 197 \text{ m}$$

$$\Delta L = 10 \text{ m}$$

$$n = 7$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,000	0,000
1	10	10,000	0,004
2	20	20,000	0,034

3	30	30,000	0,115
4	40	39,998	0,273
5	50	49,995	0,534
6	60	59,987	0,923
7	70	69,972	1,465
KE	78	77,953	2,027

Implantation de l'arc de cercle

Données

- R = 500 m
- $\gamma = 101,7120$  gr
- $\gamma/2 = 50,8560$  gr
- n = 15 pts
- $\delta = 3,3904$  gr

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ (gr)	X = R . sin iδ (m)	Y= R(1-cos iδ) (m)
-----	---------	--------------------	--------------------

T	0,0000	0,000	0,000
1	3,3904	26,616	0,709
2	6,7808	53,156	2,834
3	10,1712	79,545	6,368
4	13,5616	105,709	11,302
5	16,9520	131,573	17,622
6	20,3424	157,064	25,310
7	23,7328	182,109	34,343
8	27,1232	206,639	44,697
9	30,5136	230,582	56,343
10	33,9040	253,871	69,246
11	37,2944	276,441	83,370
12	40,6848	298,227	98,676
13	44,0752	319,167	115,120
14	47,4656	339,202	132,655
M	50,8560	358,275	151,232

# SIGNALISATION

---

## 1. INTRODUCTION

Le rôle joué par la signalisation routière dans la sécurité et l'exploitation des infrastructures n'est plus à démontrer. Elle constitue aujourd'hui encore, et pour longtemps, le principal média d'information, entre d'une part, le gestionnaire de voirie et l'autorité de police, et d'autre part, les usagers de la route.

Visibilité, lisibilité, uniformité, homogénéité, simplicité, continuité des directions signalées, cohérence avec les règles de circulation et avec la géométrie de la route constituent les grands principes de la signalisation. Ils sont intangibles pour que l'utilisateur puisse toujours la comprendre, s'y fier et la respecter.

Ces principes ont été déclinés dans la réglementation de la signalisation routière qui trouve ses fondements dans la convention internationale

Ce corpus juridique s'applique à l'ensemble des voies ouvertes à la circulation publique et tous les maîtres d'ouvrages et gestionnaires routiers doivent s'y conformer. La mise en place d'une signalisation non conforme à la réglementation est interdite.

Cette réglementation évolue régulièrement, afin de répondre aux besoins des usagers de la route et à ceux des gestionnaires.

Qu'il s'agisse d'une route neuve ou de l'aménagement d'une route existante, la conception du projet doit tenir compte, lors des études et le plus en amont possible, des dispositions qui seront prises pour l'exploitation de la route (la signalisation, les dispositifs de retenue, les équipements, etc.) afin que la géométrie de l'aménagement soit compatible avec les exigences et les performances des équipements

La signalisation routière enquire une importance de plus en plus grande au fur et à mesure que le trafic de la circulation augmente ou se développe et aussi dans le cas de tronçons où la vitesse des véhicules est importante.

## 2. L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

## 3. REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes:

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.

- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

#### **4. CATEGORIES DE SIGNALISATION :**

On distingue:

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

#### **5. TYPES DE SIGNALISATION :**

##### **5.1. LA SIGNALISATION ROUTIERE HORIZONTALE :**

Regroupe, dans le cadre de la signalisation routière tous les différents marquages au sol; les lignes et les flèches en constituent la majeure partie. Ces marquages sont généralement de couleur blanche, mais sur les lieux de travaux il arrive que des marquages jaunes (temporaires) s'y ajoutent : dans ce cas, il ne faut tenir compte que de ces derniers. La signalisation horizontale complète la signalisation routière verticale

##### **5.2. LIGNES COURANTES**

###### **5.2.1. LIGNES DE RIVE**

Sur UNE route, ce sont les lignes qui séparent le bord droit de la chaussée de l'accotement. Les lignes font 3 m de longueur et sont espacées d'un intervalle de 3,50 m ; on peut les franchir pour stationner sur l'accotement.

Sur une route à sens unique, la ligne de rive de gauche est remplacée par une ligne continue.

Sur UNE autoroute, la ligne de rive délimite la bande d'arrêt d'urgence; les traits font alors 38 m de longueur et sont espacés d'un intervalle de 14 m.

À gauche, le long du terre-plein central, on trouve une ligne continue.

###### **5.2.2. LIGNES CONTINUES :**

Il est interdit, dans presque tous les cas, de la franchir ou la chevaucher. Le chevauchement ou le franchissement d'une ligne continue est toléré avec toutes les précautions nécessaires pour dépasser un véhicule des travaux à l'arrêt, ou un véhicule en panne, ou en cas d'obstacles sur la chaussée (pierres par exemple).

###### **5.2.3. LIGNES DISCONTINUES :**

Ce sont des lignes de 3 m espacées d'un intervalle de 10 m. Elles peuvent être franchies pour dépasser : elles délimitent les différentes voies sur les chaussées à sens unique, ainsi que sur les routes à double sens de circulation sur lesquelles les dépassements sont autorisés. Il est aussi possible qu'elles doublent une ligne continue (ligne mixte) sur une route à double sens : elles permettent alors aux véhicules circulant du côté de la ligne discontinue de dépasser.

#### 5.2.4. LIGNES DE DISSUASION ET D'AVERTISSEMENT

Les traits sont courts et rapprochés : ils mesurent 3 m et sont espacés de 1,33 m. On rencontre ce type de ligne dans trois cas de figure :

##### 5.2.4.1. Ligne de dissuasion

Sur les routes étroites et/ou sinueuses, elle interdit les dépassements courants, et autorise le dépassement des véhicules lents (roulant à moins de 30 km/h) : cyclomoteurs, cyclistes, tracteurs, véhicules de voirie ou de travaux.

Sur autoroute, à l'approche d'une sortie, elle dissuade les véhicules roulant à gauche de se rabattre au dernier moment à droite pour sortir, coupant ainsi dangereusement la route aux véhicules roulant à droite.

##### 5.2.4.2. Ligne d'avertissement

Elle prévient le conducteur de l'approche d'une ligne continue. Il ne faut plus entamer de dépassement à son niveau. Trois flèches de rabattement y sont intercalées. Lorsque la flèche pointe dans la direction opposée à celle du véhicule, la ligne d'avertissement concerne seulement les véhicules en sens inverse.

#### 5.2.5. MARQUAGE DE VOIES PARTICULIERES :

##### 5.2.5.1. Voies de stockage

Ce sont des voies permettant d'effectuer un changement de direction. Il faut les prendre dès le début afin de ralentir suffisamment pour pouvoir tourner. Une fois engagé sur une voie de stockage, il est interdit de la quitter, même si on a fait une erreur : en effet, on a ralenti en prenant cette voie, donc les véhicules allant tout droit vont beaucoup plus vite que nous. Les voies de stockage sont signalées par des flèches de sélection, et sont délimitées par une ligne discontinue très large.

##### 5.2.5.2. Voies d'accélération et de décélération

On les trouve sur les routes à chaussées séparées et les autoroutes. Comme pour les voies de stockage, une voie d'accélération ou de décélération se prend dès le début. Elles sont aussi délimitées par des traits plus larges.

Les voies d'accélération permettent aux véhicules entrant de s'accélérer suffisamment pour atteindre la vitesse des véhicules roulant sur la route rejointe. Elles se terminent par un panneau "cédez-le-passage" indiquant que les véhicules qui arrivent n'ont pas la priorité. Les voies de décélération se terminent souvent par un virage serré.

La vitesse de la route dans laquelle le conducteur circule (110 km/h ou 130 km/h) étant nettement supérieure à celle nécessaire pour prendre le virage (50 km/h voire moins), il est nécessaire de ralentir considérablement : c'est la fonction de la voie de décélération. Le conducteur doit rétrograder dans cette voie, et freiner à la fin si besoin ; des panneaux de limitation de vitesse le long de la voie lui indiquent de combien ralentir.

Il ne faut pas, cependant, ralentir avant la voie de décélération, sauf indication contraire (panneau de limitation de vitesse complété par un panneau avec une flèche en bas à droite) : cela risquerait de perturber la circulation sur la route que l'on quitte. Il faut être vigilant en sortant d'une autoroute et surveiller le compteur, car rouler à 90 km/h après une longue durée à 130 km/h peut donner l'impression de rouler lentement : il faut à peu près 5 km pour se réadapter à une vitesse normale ; de plus il faut se réadapter à toutes les difficultés des routes comme : la circulation à double sens, les intersections, piétons, tracteurs, .....

### 5.2.5.3. Voies d'entrecroisement seul

Ce sont des voies qui permettent à la fois d'entrer et de sortir d'une route. Il faut donc être extrêmement vigilant, et mettre le clignotant au plus tôt. Sauf indication contraire, la priorité est à droite (aux véhicules entrants). Le marquage est constitué de traits plus épais.

### 5.2.5.4. Voies pour véhicules lents:

On les rencontre généralement dans les côtes. Elles sont réservées et obligatoires pour tous les véhicules roulant à moins de 60 km/h, afin qu'ils ne gênent pas la circulation normale. La ligne discontinue séparant cette voie particulière des autres est constituée de traits très larges. Au début de la voie, on trouve un panneau d'obligation où est écrit "Véhicules lents" complété par un panneau où est dessinée une flèche pointant en bas à droite.

### 5.2.5.5. MARQUAGES RELATIFS AUX PRIORITES

Une signalisation horizontale complète, aux intersections, les panneaux de priorité :

- Si la priorité est à droite, il n'y a pas de marquage au sol
- Si le conducteur rencontre un stop, une large ligne continue est peinte au sol. Il faut s'arrêter au niveau de cette ligne (pas au niveau du panneau). Parfois "STOP" est précédemment écrit sur la chaussée.
- Si le conducteur rencontre A un cédez-le-passage, une large ligne discontinue est peinte, au niveau de laquelle il faut s'arrêter si un véhicule arrive à droite ou à gauche.
- Parfois une ligne discontinue est peinte dans les carrefours à feux, indiquant où les véhicules doivent s'arrêter quand le feu est au rouge.

### 5.3. SIGNALISATION ROUTIERE VERTICALE

La signalisation routière verticale regroupe, dans le domaine du transport routier, les différentes formes de signalisation que sont les panneaux, les balises et les feux tricolores, par opposition à la signalisation routière horizontale, qui concerne principalement le marquage au sol.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

#### 5.3.1. SIGNAUX DE DANGER :

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

#### 5.3.2. SIGNAUX COMPORTANT UNE PRESCRIPTION ABSOLUE :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

L'interdiction. L'obligation.

La fin de prescription.

#### 5.3.3. SIGNAUX A SIMPLE INDICATION :

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche : Signaux d'indication. Signaux de direction. Signaux de localisation. Signaux divers.

#### 5.3.4. SIGNAUX DE POSITION DES DANGERS:

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

#### 5.3.5. CATEGORIES DE PANNEAUX :

- Panneaux de danger ; (type A) triangle équilatéral, pointe en haut.
- Signaux de réglementation, se subdivisent en :
- signaux de priorités (type B)
- signaux d'intersection ou de restriction (type C) signaux d'obligation (type D)
- Signaux d'indication.

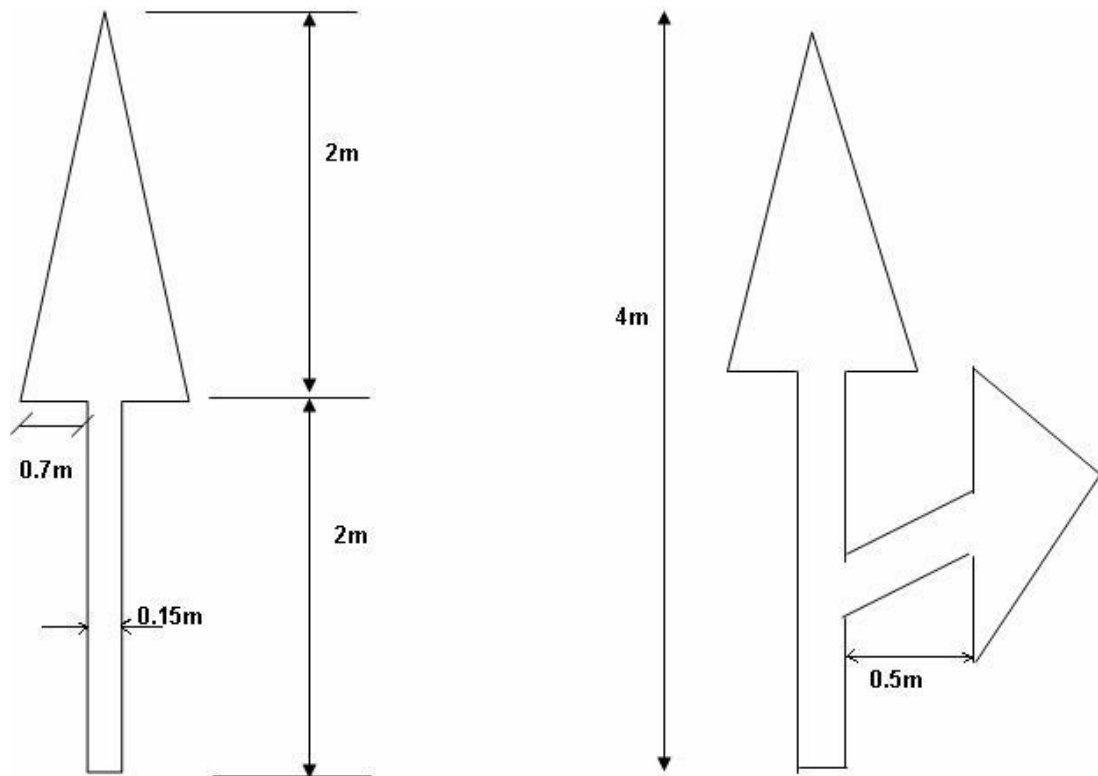
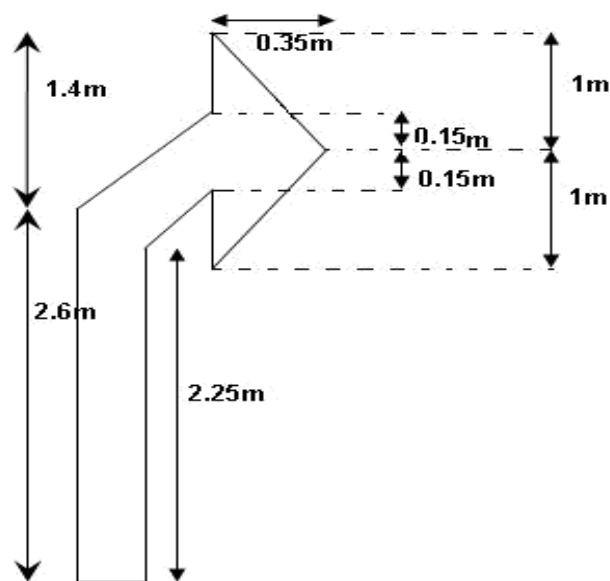


Figure 17 : La signalisation routière horizontale.



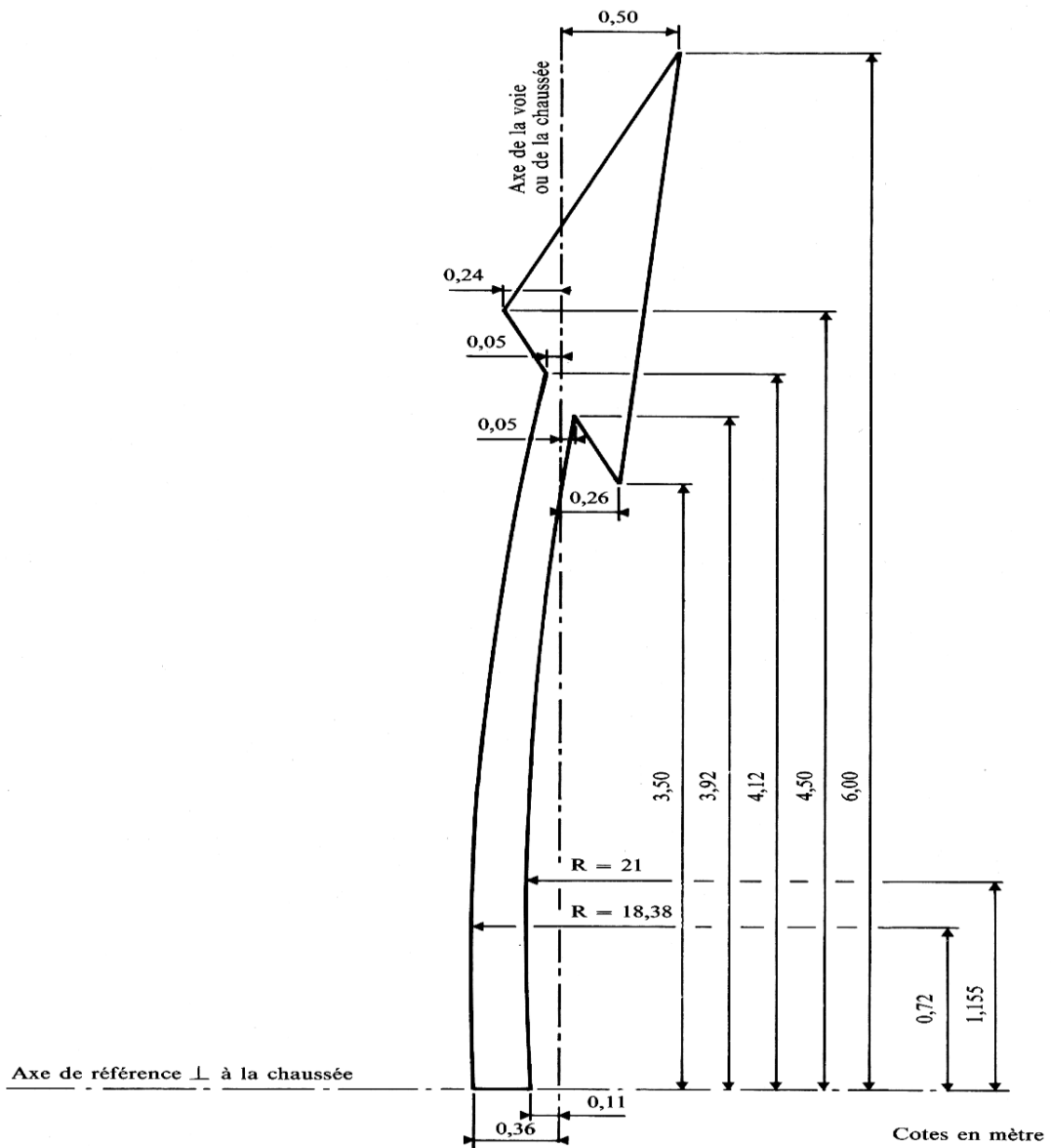


Figure 10:Détail flèche de rabattement

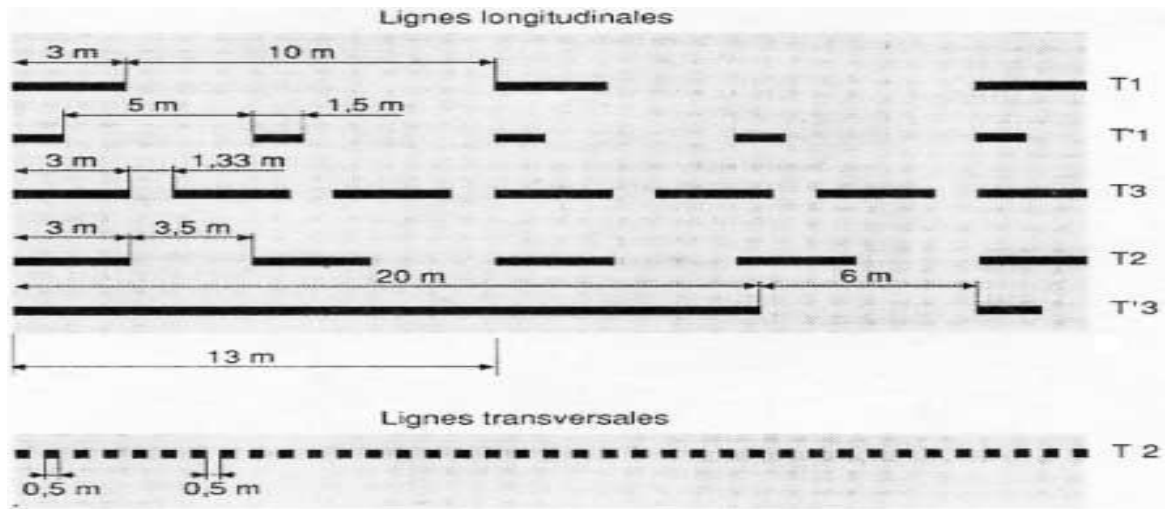
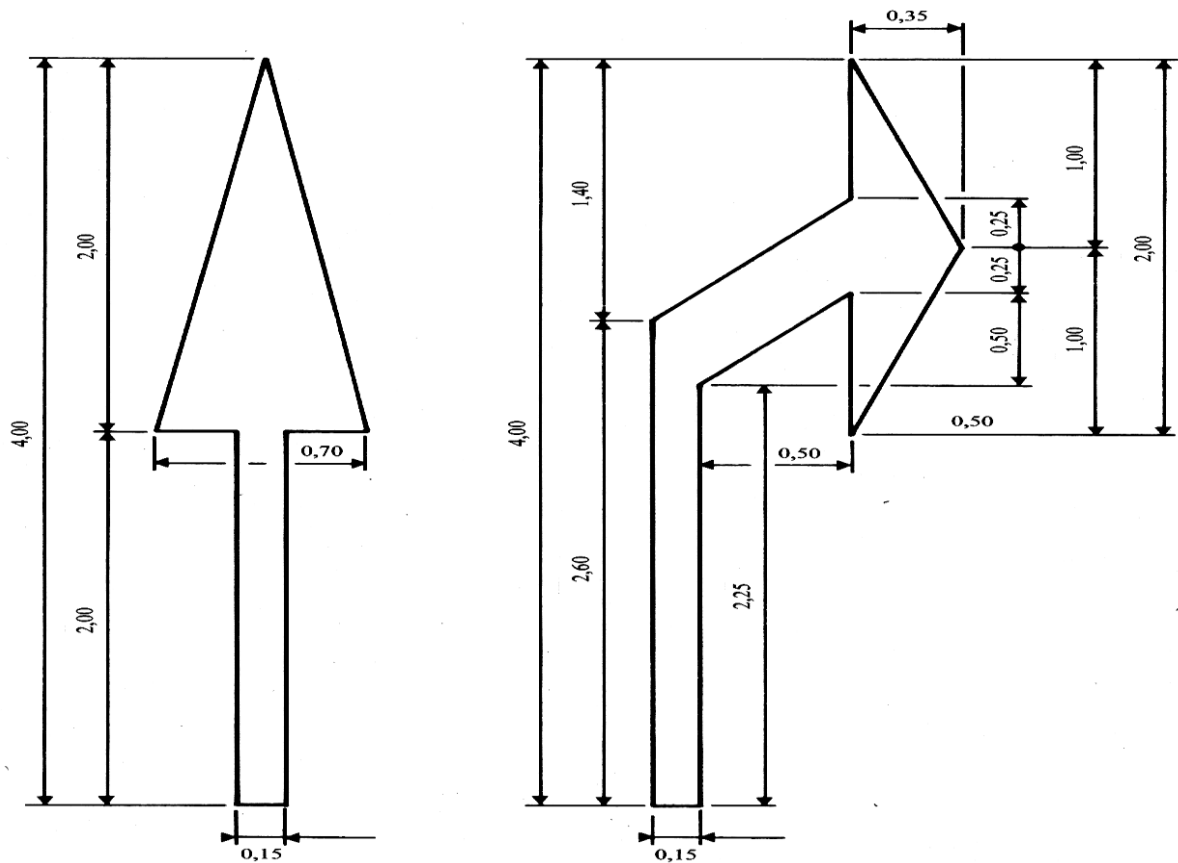


Figure 19: détail des lignes longitudinales et transversales-



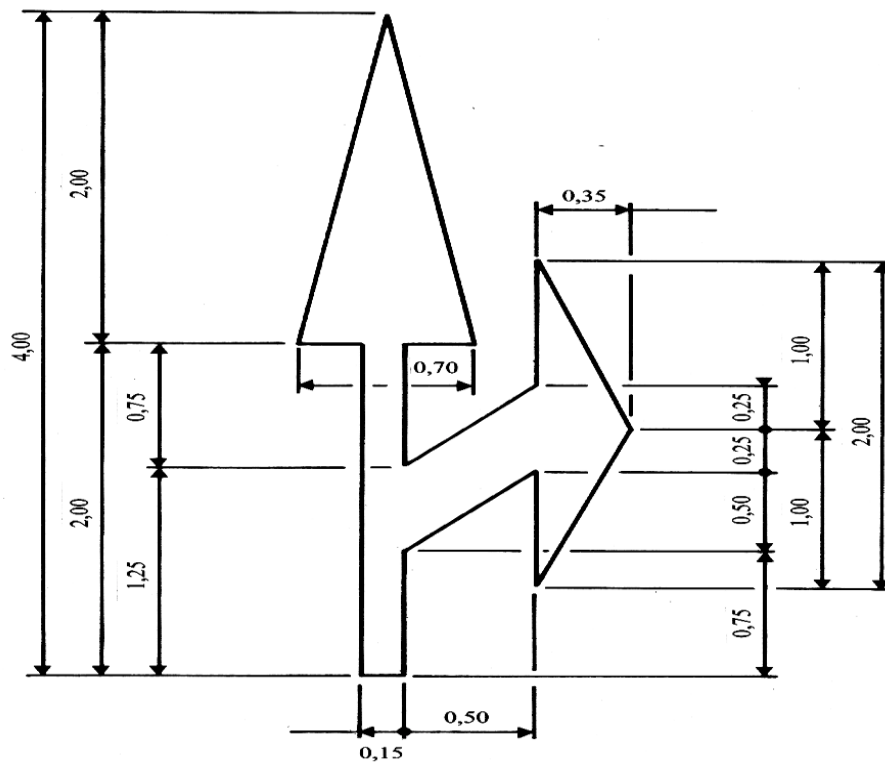


Figure 20 : Détail flèche de direction



**B14**  
Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée



**A18**  
Circulation dans les deux sens



**A1b**  
Virage à gauche



**A1a**  
Virage à droite



**SENS INTERDIT**

Indication du caractère prioritaire du dédoublement



**entrée et sortie d'une autoroute**

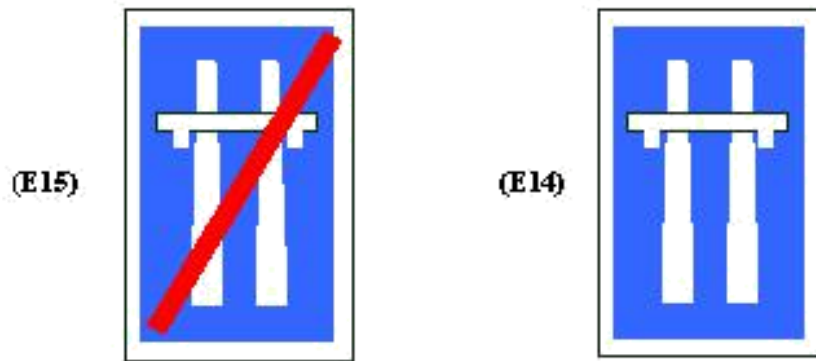


Figure 21 : Signalisation verticale

# ECLAIRAGE

---

## 1. INTRODUCTION

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement.

Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

## 2. CATEGORIES D'ECLAIRAGE

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A .
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies desserte, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

### 2.1. ECLAIRAGE DANS UN GIRATOIRE

Dans tous les cas, il faut éviter les mâts d'éclairage implantés sur l'îlot central des carrefours giratoires (comme tout autre obstacle ou disposition agressifs). Cependant, si pour des raisons particulières un éclairage ne peut être implanté sur l'extérieur de la chaussée annulaire, on peut à la rigueur envisager un mât central, 28 à condition toutefois que le rayon de l'îlot central (R,) soit au moins de 10 m. Cette disposition est d'autre part déconseillée pour des valeurs de R, supérieures à 20 m (mât trop haut, puissance lumineuse installée devenant excessive).

Il faut par ailleurs proscrire l'implantation de candélabres en bordure de l'îlot central ou sur les îlots séparateurs.

La bordure du trottoir doit être parfaitement visible ; on adopte à cet effet des dispositifs réfléchissants ou lumineux. On place en retrait de sa bordure, un foyer (A) dans l'alignement de chacune des voies aboutissantes (appareils défilés).

### 2.2. CROISEMENT DE DEUX ECLAIRAGES

Il ne faut pas créer un point lumineux au centre du croisement car il se produirait à l'entrée du carrefour une zone très éclairée qui rendait moins visible la zone du carrefour proprement dit.

### 2.3. ECLAIRAGE D'UN CROISEMENT DE ROUTE

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

## 3. PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES

### 3.1. ECLAIRAGE DE LA VOIE LE LONG DE LA ROUTE

Pour l'éclairage de la voie (le long de la route au niveau de terre pleine central) des lampadaires sont implantés de part et d'autre de la voie espacée de 20 m l'un par rapport à l'autre.

# ASSAINISSEMENT

## 1. INTRODUCTION :

Cette étude hydrologique et hydraulique est menée pour le dimensionnement adéquat des ouvrages courants ainsi que tous les ouvrages d'assainissement relatifs à la route.

## 2. ETUDE HYDROLOGIQUE :

Les ouvrages hydrauliques de rétablissement de l'écoulement naturel doivent assurer un degré de protection suffisant contre les inondations causées par la pluie. Une protection absolue nécessiterait la construction de réseaux aux dimensions excessives par les dépenses de premier établissement et d'entretien qu'elles impliqueraient. Le caractère plus ou moins exceptionnel d'un événement pluvieux

L'estimation des débits des eaux pluviales a pour objectif de pouvoir dimensionner les ouvrages hydrauliques. On distingue généralement cinq (5) familles d'ouvrages : les buses circulaires, les dalots, les buses arches, les ouvrages à voute cintrée et les ouvrages d'art.

On entend par averse une période de forte pluie ininterrompue. L'averse est caractérisée par son intensité, c'est-à-dire par la quantité de pluie  $\Delta H$  tombé en un temps  $\Delta t$ .

Les données hydrologiques ont été collectées de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) et sont celles de la station proche de la zone d'étude (station de Sidi Amar). C'est la station la plus proche des stations disponibles de cette zone.

Le tableau ci-dessous montre la station Gouraya est identifiée par les paramètres suivants :

Tableau 42 : Identification de la station de Gouraya

Nom de la station	GOURAYA
Code	2031520310
X (Lambert)	428.85
Y (Lambert)	363.85
Altitude (m)	30
Appareil de mesure	Précis mécanique-Baque 400 cm <sup>2</sup>
Période de Fonctionnement	1979/1996
Nombre d'Averses Dépouillées	501

Ces données hydrologiques, permettent de calculer l'intensité de pluie qui sert à déterminer le débit d'apport de chaque bassin versant. Le tableau ci-dessous montre les valeurs des intensités obtenues en (mm/h) pour les différents périodes de retour et le temps de concentrations.

## 3. CHOIX DE LA PERIODE DE RETOUR : T

La période de retour \*T\* à prendre en compte doit dans chaque cas, faire l'objet d'une analyse mettant en regard le cout d'investissement de l'infrastructure avec les conséquences d'un débordement pour l'usager, les riverains, les ouvrages routiers et enfin l'impact sur le milieu naturel.

10 ans pour les buses circulaires ; 50 ans pour les dalots ;

100 ans pour les ouvrages d'art.

Les courbes Intensité – Durée - Fréquence (I.D.F) des différentes fréquences sont données en annexes.

#### 4. CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES BASSINS VERSANTS

Il s'agit pour l'essentiel de recueillir les données concernant le milieu naturel et de connaître les caractéristiques des bassins versants concernés. Ce travail s'appuie essentiellement sur des données cartographiques, une reconnaissance pédestre du terrain et un recueil d'informations obtenus auprès de différents services.

En première étape, il faut délimiter les surfaces des bassins versants pour les différents cours d'eau traversé par la route.

A partir de cette délimitation et d'une reconnaissance sur le terrain, on peut obtenir les principales caractéristiques des bassins versants concernés. Le tableau ci-dessous montre les caractéristiques morphologiques des bassins versants interceptés par le tracé de du prolongement de la voie express.Cherchell - Damous

Les caractéristiques de la variante de trace (06 km)

Tableau 43: Les caractéristiques morphologiques des bassins versants

N° BV	Désignation	PK	Surface du B.V (Km <sup>2</sup> )	Périmètre (Km)	Long (Km)	Hmax (m)	Hmin (m)	Pente (m/m)
1	Écoulement E1	1+390	1,33	5,03	1,97	205	40	0,08
2	Écoulement E2	2+360	3,91	9,75	3,76	450	40	0,11
3	Oued Aizer	3+790	9,89	16,73	2,52	500	125	0,15
4	Écoulement E4	5+900	0,58	4,61	1,23	390	240	0,12
5	Oued Chabel	6+810	1,14	4,52	1,28	500	280	0,17

- Remarque :

Le tracé de l'évitement de Cherchell des viaducs projetés sur des oueds permanent important comme oued Aizer, oued Dzah, oued Hammam, oued Hafiri et oued Sidi Ghiles.

Dans ce cas le calcul des caractéristiques morphologiques de ces bassins versants n'est pas nécessaire.

#### 5. ETUDE HYDRAULIQUE

##### 5.1. DETERMINATION DU DEBIT DE PROJET

Le débit de crue pour les bassins versants de superficie inférieure à 200 km<sup>2</sup> est calculé en appliquant la méthode rationnelle dont l'expression est de la forme suivante :

$$QT = 0.278 \times C \times IT \times SBVM \quad (m^3/s)$$

$Q_T$  : débit de projet de période de retour, en  $m^3/s$

$C$  : Coefficient de ruissellement

$I_T$  : intensité moyenne en mm/h, pour la période de retour  $T$  pendant le temps de concentration  $t_c$

$S_{BVM}$  : Surface totale de bassin versant en  $Km^2$

0.278 : Coefficient de conversion des unités

## 5.2. CHOIX DU COEFFICIENT DE RUISSellement

Le coefficient de ruissellement est estimé par la méthode préconisée de KENESSEY qui est la somme de trois (03) coefficients partiels :

- $C1$  : dépendant de la pente du bassin versant.
- $C2$  : dépendant de la nature du sol (perméabilité).
- $C3$  : dépendant de la couverture végétale du bassin versant

Tableau 44: Les variations de coefficients  $C1$

Pente	$C1$		
$\leq 5,3\%$	0,01	0,03	0,05
Entre 3,5 et 11 %	0,06	0,08	0,1
Entre 11 et 35 %	0,12	0,16	0,2
> à 35 %	0,22	0,26	0,3

Tableau 45 : Les variations de coefficients  $C2$

Nature du sol	$C2$		
Imperméable	0,22	0,26	0,3
Peu perméable	0,1	0,15	0,2
Perméable	0,06	0,08	0,1
Très perméable	0,03	0,04	0,05

Tableau 46: Les variations de coefficients  $C3$

Couverture végétale	$C3$		
Rocheux	0,22	0,26	0,3
Prairie	0,17	0,21	0,25
Labours champs	0,07	0,11	0,15
Forêt et territoire sableux	0,03	0,04	0,05

## 5.3. DETERMINATION DU TEMPS DE CONCENTRATION

Les formules de détermination du temps de concentration sont utilisées suivant la superficie du bassin versant :

**5.3.1. SUPERFICIE INFERIEURE A 5 Km<sup>2</sup> :**

Il est calculé à l'aide de la formule de Ventura :

Il est calculé à l'aide de la formule de Ventura :

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{S}{P}} \quad (\text{Heure})$$

S : Surface du bassin versant en Km<sup>2</sup>

P : Pente moyenne du bassin versant en m/m

**5.3.2. SUPERFICIE COMPRISE ENTRE 5 ET 25 Km<sup>2</sup> :**

Il est calculé à l'aide de la formule de PASSINI :

Il est calculé à l'aide de la formule de PASSINI :

$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt{S \cdot L}}{\sqrt{P}} \quad (\text{Heure})$$

L : Longueur du bassin versant en km.

S : Surface du bassin versant en km<sup>2</sup>.

P : Pente moyenne du bassin versant en (m/m).

**5.3.3. SUPERFICIE COMPRISE ENTRE 25 ET 200 Km<sup>2</sup> :**

Il est calculé à l'aide de la formule de GIANDOTTI :

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8 \times 3\sqrt{H}}$$

S: Surface du bassin versant en km<sup>2</sup>.

L: Longueur du bassin versant en km.

H: Altitude moyenne du bassin versant.

A partir du temps de concentration et des courbes I.D.F, on tire directement la valeur de l'intensité de pluie.

**5.4. INTENSITE DE PLUIE**

La recherche de la loi Intensité - Durée - Fréquence (I.D.F) s'effectue sur la base d'enregistrements pluviographiques par un dépouillement à intensité constante. L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) fait des traitements statistiques à partir de fichiers de série de données pour chaque pas de temps.

L'ajustement de ces séries de données et les pluies journalières se fait avec la loi de Gumbel, Log - Normale.

La relation Intensité - Durée - Fréquence recherché est la suivante :

$$\frac{P_t}{P_{jmax}} = a \cdot t^b \quad \rightarrow \quad \frac{P_t}{P_{jmax}} = 0.2 \cdot t^{0.39b}$$

$P_t$  : Pluie de durée  $t$  (temps de concentration).

$P_{jmax}$ : Pluie journalière maximale.

$t$  : Temps de concentration.

$a$  et  $b$ : Paramètres climatiques.

Les valeurs des intensités pour différentes fréquences sont données sous forme de courbes I.D.F.et dans le tableau ci-dessous. A partir de calcul le temps de concentration on détermine l'intensité des bassins versants.

Tableau 47 : Les valeurs des intensités obtenues en (mm/h).

Période	15mn	30mn	1h	2h	3h	6h	12h	24h
5ans	78	46.68	27.93	16.71	12.38	7.406	4.432	2.652
10ns	87.8	52.54	31.44	18.81	13.93	8.336	4.988	2.985
20ans	97.19	58.16	34.8	20.83	15.42	9.228	5.522	3.304
50ans	110.51	66.12	39.56	23.67	17.53	10.49	6.28	3.76
100ans	118.5	70.89	42.42	25.38	18.8	11.25	6.731	4.028

## 5.5. SURFACE DU BASSIN VERSANT :

La surface du bassin versant est délimitée en tenant compte des cours d'eau et affluent qu'il contient et en fonction de la topographie du terrain. Cette surface peut calculée en utilisant le logiciel - Autocad.

## 5.6. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

### 5.6.1. Calcul du débit de saturation :

Les ouvrages hydrauliques doivent faire transiter des débits donnés dans les conditions satisfaisantes : auto-curage, vitesse maximale pour limiter l'érosion. Le calcul de débit est déterminé par la formule de MANNING STRICKLER

$$Q_{SAT} = K_{ST} \cdot J^{1/2} \cdot Rh^{2/3} \cdot S_U \quad m^3/s$$

$J$  : Pente longitudinale ou de pose de l'ouvrage (m/m).

$Rh$  : Rayon hydraulique

$S_u$  : Section utile de l'ouvrage est égale à  $b \times H_u$  ( $m^2$ ).

$b$ : Largeur de l'ouvrage (m).

$H_u$ : Hauteur utile (m).

Kst: Coefficient de rugosité.

Tableau 48 : Valeur de coefficient de rugosité Kst.

Nature d'ouvrage	En terre	Buse métallique	Maçonnerie	Béton (dalot)	Béton (buse préfabriquée)
Kst	30	40	50	65	80

## 5.7. LES CONDITIONS DE DIMENSIONNEMENT

### 5.7.1. HAUTEUR UTILE OU DE REMPLISSAGE

Dalot :

$$H_r = 0.80 H \text{ si } H \leq 2.5 \text{ m}$$

$$H_r = H - 0.5 \text{ si } H > 2.5 \text{ m}$$

$$\text{Bus : } Q_u = 0.8 H$$

## 6. DIMENSIONS DES OUVRAGES

Les dimensions retenues pour les ouvrages sont celles qui répondent aux deux conditions suivantes :

$$Q_a < Q_s$$

$Q_a$  : débit d'apport (m<sup>3</sup>/s)

$Q_s$  : Débit de saturation de l'ouvrage (m<sup>3</sup>/s).

La vitesse maximale d'écoulement est limitée à 4 m/s.

Tableau 49 : Les débits d'apports des bassins versants

N° BV	Désignation	PK	Surface du B.V (Km <sup>2</sup> )	Long (Km)	Pente (m/m)	temps de concentration (h)	Intensité (mm/h)	débit d'apport (m <sup>3</sup> /s)
1	Ecoulement E1	1+390	1,33	1,97	0,08	0,51	66,12	12,22
2	Ecoulement E2	2+360	3,91	3,76	0,11	0,76	51,34	27,9
3	Oued Aizer	3+790	9,89	2,52	0,15	0,81	47,16	64,83
4	Ecoulement E4	5+900	0,58	1,23	0,12	0,28	85,45	6,89
5	Oued Chabel	6+810	1,14	1,28	0,17	0,33	90,42	14,33

Tableau 50 : Les débits de saturations des ouvrages projetés.

PK	Types d'ouvrage	Su (m <sup>2</sup> )	Pu (m)	Rh	Pente (m/m)	Qs (m <sup>3</sup> /s)
1+390	Dalot (2,50*1,50) m	3	5,5	0,67	0,01	15,99
2+360	Dalot (2,50*2,50) m	5	7,5	0,76	0,01	30,48
3+790	Viaduc-1 (L= 1400 m)	/	/	/	/	/
5+900	Buse (2*1500)	1,1304	3,768	0,3	0,01	8,07
6+810	Dalot (2,50*1,50) m	3	5,5	0,67	0,01	15,99

## 7. FACTEURS INFLUENÇANT LE CHOIX DES OUVRAGES

Le choix des ouvrages est guidé par le souci permanent de la pérennité de la route, de la sécurité des usagers, du cout d'investissement et des modalités d'entretien ultérieur de l'ouvrage. Les facteurs influençant le choix sont :

- L'importance du débit à évacuer qui fixe la section d'écoulement le type de l'ouvrage.
- Les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage.
- La largeur du lit.
- La hauteur disponible entre la cote du projet et l fond du talweg.
- La résistance au choc.
- La rapidité et la facilité de mise en œuvre.

## 8. CONCLUSION

Le rétablissement des écoulements naturels consiste à assurer la continuité des écoulements superficiels des bassins versants interceptés par la route.

Ce rétablissement doit être adapté aux enjeux (inondation, érosion, pérennité de l'infrastructure, sécurité des usagers) qu'il convient d'identifier et doit être conçu dans le respect de réglementations en vigueur.

La route peut constituer un obstacle préjudiciable à l'écoulement naturel et réciproquement, celui-ci peut générer des dommages à la route.

Les ouvrages hydrauliques de rétablissement des écoulements naturels devront donc être correctement dimensionnés pour limiter le risque :

- D'inondation et de submersion ou de dégradation de la route dans des seuils admissible.
- D'inondation en amont de la voie.
- De rupture de l'ouvrage routier.

On ne peut pas aller, vu le temps mis à notre disposition pour mener à bien notre présent projet.

# DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

## 1. DEVIS ESTIMATIF

### 1.1. DEFINITION

C'est une pièce technique qui fournit une prévision des dépenses ; il permet au service technique de vérifier la demande et de faire ordonner les paiements en temps utile.

### 1.2. TABLEAU DE CALCULS

Tableau 51 : Devis quantitatif estimatif

N°	DESIGNATION	U	QUANTITE	PRIX U.	MONTANT
<b>TERRASSEMENTS</b>					
1	Déblais	m <sup>3</sup>	2239789	350	783 926 150
	Déblais mis en remblai estimé à 15%	m <sup>3</sup>	335968,35	700	235 177 845
	Remblais	m <sup>3</sup>	1902567,2	800	1 522 053 720
<b>CHAUSSÉES</b>					
2	Couche de forme (TVO/TUF)	m <sup>3</sup>	42962,31	1400	60 147 234
	Couche de fondation GC	m <sup>3</sup>	11860,76	9500	112 677 220
	Couche de base GB	T	31786,55	8000	254 292 400
	Couche de roulement BB	T	15371,54	8500	130 658 090
	Couche d'imprégnation en émulsion cationique 0.8 kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	79110	150	11 866 500
	Couche d'accrochage 0.3 kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	79110	100	7 911 000
<b>TRAVAUX DE FINITION</b>					
3	Peinture de signalisation horizontale continue	ml	10548	70	738 360
	Peinture de signalisation horizontale discontinue	ml	10548	100	1 054 800
	Panneaux de signalisation verticale	U	60	15000	900 000
	Ouverture de fossé bétonné	ml	4000	3500	14 000 000
	Fourniture et pose d'ouvrages busés en béton armé	ml	45	45000	2 025 000
	Eclairage public	U	263	40000	10 520 000
<b>TOTAL HT</b>					3 147 948 319
<b>TVA 19%</b>					598 110 181
<b>Montant TTC</b>					3 746 058 500

Le présent devis est arrêté à la somme de : Trois milliard sept cent quarante six million cinquante huit mille cinq cent Dinar Algérien

## CONCLUSION GENERALE

---

On sait intéressé dans notre présent projet de fin d'étude, à l'étude en phase avant projet détaillé du prolongement d'un tronçon de la voie express Cherchell -Damouss d'une longueur dépassant les cinq kilomètres (du PK 0 au pk 5 +274 ).

Le prolongement de ce tronçon assurera la continuité de la voie express qui compte un volume de trafic très important. Il a été crée dans le but de dévier une partie du trafic, qu'emprunt actuellement la RN 11 et traversant les villes de Cherchell et Damouss afin de soulager cette villes en diminuant le trafic actuel.

La route nationale numéro 11 à elle seule ne suffit plus pour accueillir les centaines de milliers de véhicules qui utilisent les tronçons de cette RN. Cela engendre de gros problèmes de circulation attendus chaque saison estivale et multiplie les accidents routiers malheureusement.

L'opportunité du projet est de :

- Atténuer le trafic intense exercé sur la RN11
- Eliminer la congestion actuelle au niveau de la ville de Cherchell et de Damouss
- Desservir la zone de l'académie militaire de Cherchell
- Offrir une connexion à la ville de Cherchell et son port de Pêche semi industriel
- Offrir une continuité au projet de la voie express Bou Ismail-Cherchell

Le choix de notre tracé s'est basé essentiellement sur l'évitement des contraintes concernant le début du projet pour desservir la zone militaire de l'académie de Cherchell et d'éviter les contraintes de la conduite de gaz ainsi que le transport très importante (ouvrage stratégique et des pylônes électriques très haute tension) sans oublier la sauvegarde des terres à haut rendement agricole d'autre part.

Notre premier souci dans la conception de ce prolongement est l'usager de cette voie express. Notre objectif est de lui assurer un niveau de service en rapport avec le trafic résultant du développement économique de la région ; de décongestionner le trafic urbain ; de réduire le temps de parcours ; d'assurer une régularité dans les déplacements des usagers ; de réduire le nombre d'accidents et lui assurer une bonne fluidité de la circulation en générale et enfin, d'améliorer le cadre de vie des habitants. Et ceci ne se concrétisera que si on respecte toutes les normes

Et enfin j'espère que Messieurs les membres du jury, qui m'ont honoré par leur présence en acceptant de juger notre modeste travail, pour leur lecture attentive de mon projet de fin d'études , qu'ils m'adresseront lors de cette soutenance les remarques, les suggestions et conseils qui me permettra d'évoluer dans le proche avenir

# BIBLIOGRAPHIE

- Les travaux Publics **R. ALLARD et G. KIENERT**
- Métré de travaux Publics **P. PEYRONNET**
- Voies de communications **Nicolas BOS**
- Cour de Routes **Hervé BRUNEL**
- Topographie et topométrie modernes (Tome 1) : Techniques de mesure et de représentation  
**Serge Milles et Jean Lagofun**
- Topographie et topométrie modernes (Tome 2) : Calculs  
**Serge Milles et Jean Lagofun**
- B40
- Normes techniques d'aménagement des routes
- Etudes générales techniques et économiques des aménagements routiers
  - Niveaux de service et normes
  - Manuel d'utilisation

## Mémoires

1. Contribution à l'automatisation d'un projet de route (tracé automatique)  
*Mémoire d'ingénieur* **A. TALIA**
2. la conception du dédoublement d'un tronçon routier reliant AIN TEDELES –SOUR. *Mémoire de master*  
Encadré par : M. **A.TALIA**
3. Etude de conception d'un tronçon de route reliant le chemin de wilaya CW35 du giratoire de Dar el Beïda. *Mémoire de master* Encadré par : M. **A.TALIA**
4. Etude de la modernisation d'un tronçon du chemin de wilaya N° 24 « CW24 ». *Mémoire de master*  
Encadré par : M. **A.TALIA**
5. Etude d'APS et d'APD d'un tronçon de la bretelle autoroutière reliant la ville de Mostaganem à l'autoroute Est Ouest. *Mémoire de master*  
Encadré par : M. **A.TALIA**

