



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم  
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie



Département de Génie Civil & Architecture

## Master 02

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies et ouvrages d'art

# Thème

**ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE D'EL BAYADH  
SUR UN LINEAIRE DE 5 KM**

Présenté par :

1. BENTABET KARIM
2. MOUSSAOUI MOHAMMED

Mr, BOUKHOULDA HAFID

MAA

PRESIDENT

Mr. ROUAM SERIK MOHAMED

MAA

EXAMINATEUR

Mr. BELGUESMIA NOUREDDINE

MCA

ENCADREUR

Année Universitaire : 2018 / 2019

# Dédicaces

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mes parents.

■ A toute ma famille «**BENTABET**» sans exception.

■ A tous mes amis.

■ A toute la promotion 2019

Tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

**BENTABET KARIM**

# Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la santé et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous remercions nos très chers parents pour leurs aides matérielle et morale durant toute la période de notre formation.

Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur **Mr BELGUSMIA Nouredine**, pour nous avoir guidés dans la réalisation de cette étude et le soutien scientifique et moral qu'il nous a apporté.

Nos plus grands remerciements vont :

- Au bureau d'étude **SETO** qui nous a fournis les coordonnées du site et les ingénieurs **AMMAR**,

Nous tenons également a remercié les membres du jury

- **Mr BOUKHOULDA Hafid**
- **Mr ROUAM SERIK Mohamed**

Pour l'intérêt qu'ils ont porté a notre travail et qui nous feront le plaisir d'apprécier

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, trouvent ici notre profonde gratitude.

---

<b>CHAPITRE 01 :INTRODUCTION</b> .....	4
historique .....	5
définition de la route.....	8
présentation.....	12
<b>CHAPITRE 02:DONNEES DE BASE</b> .....	17
<b>CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUE DES ROUTES</b> .....	18
Terminologie routière .....	19
L'exigence de sécurité .....	19
<i>Catégorie de route</i> .....	20
<i>La vitesse de référence Vr</i> . .....	21
<i>Caractéristiques d'une route</i> .....	21
<b>TOPOGRAPHIE</b> .....	26
<i>Plan topographique de la route existante</i> .....	26
<i>Vérification du plan topographique</i> .....	26
<b>CHAPITRE 03 :ETUDE DES VARIANTES</b> .....	27
Les différentes étapes.....	28
<i>Environnement de la route</i> .....	28
Dénivelée cumulée moyenne :.....	28
Sinuosité : .....	29
<i>Vitesse de référence</i> :.....	30
<i>Courbes en plan</i> .....	31
<i>Le rayon minimal absolu RHm</i> .....	31
<i>Le rayon minimal normal RHN</i> .....	31
<i>Le rayon au devers minimal RHd</i> .....	32
<i>Le rayon non déversé RHnd</i> .....	32
<i>Détermination des rayons</i> .....	33
Détermination des coordonnées des sommets.....	33
Calcul de gisements et des angles au centre.....	33
<i>Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire</i> .....	34
Pourcentage Alignement_Droit .....	35
Déclivités - Profil en long .....	35
Calcul des Cubatures Approchées .....	36
<b>CHAPITRE 04 :ETUDE DES VARIANTES 1</b> .....	39
Environnement de la route .....	39
<i>Sinuosité</i> :.....	39
Dénivelée cumulée moyenne :.....	40
Vitesse de référence .....	46
Courbes en plan.....	47
<i>Le rayon minimal absolu RHm</i> .....	48
<i>Le rayon minimal normal RHN</i> .....	48
<i>Le rayon au devers minimal RHd</i> .....	48
<i>Le rayon non déversé RHnd</i> .....	48

<i>Le choix des rayons</i> .....	48
Calcul de l'axe .....	49
<i>Détermination des éléments des Raccordements</i> .....	50
Pourcentage en alignement droit.....	51
Pourcentage en Courbe .....	51
Déclivités - Profil en long .....	51
<b>CHAPITRE 05 :Etude de la variante 2</b> .....	56
Environnement de la route .....	56
<i>Sinuosité</i> : .....	56
Dénivelée cumulée moyenne.....	57
<i>Dénivelée cumulée</i> .....	60
Vitesse de référence .....	61
Courbes en plan.....	62
<i>Le rayon minimal absolu RHm</i> .....	63
<i>Le rayon minimal normal RHN</i> .....	63
<i>Le rayon au devers minimal RHd</i> .....	63
<i>Le rayon non déversé RHnd</i> .....	63
<i>Le choix des rayons</i> .....	63
Calcul de l'axe .....	63
<i>Détermination des éléments des Raccordements</i> .....	65
Pourcentage Alignement droit .....	66
Pourcentage Courbe .....	66
Déclivités - Profil en long .....	67
<b>LE CHOIX DE LA VARIANTE</b> .....	76
<b>ETUDE DE LA VARIANTE CHOISIE</b> .....	77
Raccordement progressive .....	78
<i>Longueur de ces raccordements</i> .....	79
Représentation graphique de variante choisie .....	83
Devers .....	84
<i>Devers en alignement</i> .....	84
<i>Devers vers l'intérieur des courbes</i> .....	84
<i>Détermination des dévers aux rayons en plan</i> .....	85
<i>Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisie</i> .....	86
<i>Variation du dévers dans la clothoïde</i> .....	87
<b>CHAPITRE 06 :PROFIL EN LONG</b> .....	88
Ligne rouge : .....	88
Rayons de raccordement .....	89
<i>Condition de confort</i> .....	89
<i>Condition de visibilité</i> .....	89
Raccordement parabolique.....	91
Paramètre cinématique .....	94
<i>Distance de freinage</i> .....	94
<i>Distance d'arrêt en alignement droit (d<sub>1</sub>)</i> .....	96
<i>Distance d'arrêt en courbes (d<sub>2</sub>)</i> .....	97
<i>Distance de visibilité de manœuvre de dépassement</i> .....	97

---

<i>Distance de sécurité entre véhicules</i> .....	98
<b>CHAPITRE 07 :PROFIL EN TRAVERS</b> .....	98
Point fictif : .....	99
Profil en travers type : .....	99
Dimensionnement de la chaussée .....	99
<i>Détermination de la largeur de la chaussée</i> .....	99
Débit .....	101
<i>Débit admissible « d »</i> .....	101
<i>Nombre de voie</i> .....	101
Structure de la chaussée : .....	103
Les différentes catégories de chaussées .....	105
<i>Chaussées souples</i> .....	105
<i>Chaussées rigides</i> : .....	105
<i>Chaussées semi-rigides</i> : .....	106
Choix du type de chaussée .....	106
<i>Structure de la chaussée souple</i> .....	106
<i>Dimensionnement du corps de chaussée</i> : .....	108
<b>CHAPITRE 08 :CUBATURE</b> .....	114
Méthode de calcul : .....	114
implantation .....	115
CONCLUSION .....	115

---

## Liste des figures

Figure 1 : carte de situation géographique de la wilaya d'EL.....	14
Figure 2: carte des zones.....	16
Figure 3: Caractéristiques géométriques d'une route .....	18
Figure 4: Tracé en plan.....	22
Figure 5: Profil en long .....	23
Figure 6: Profil en travers .....	23
Figure 7: Eléments d'une route.....	24
Figure 8: Raccordement circulaire .....	34
Figure 9: Calcul de cubature .....	36
Figure 10: Cubature approchée cas remblai.....	37
Figure 11: Cubature approchée cas déblai .....	38
Figure 12: variante 01 .....	39
Figure 13: calcul d'axe Variante01 .....	49
Figure 14: Variante 02.....	56
Figure 15: Calcul d'axe Variante 02.....	64
Figure 16: Variante choisie .....	77
Figure 17: Raccordements progressif .....	79
Figure 18: Condition de gauchissement .....	80
Figure 19: Axe avec raccordement progressives .....	83
Figure 20: visibilité "profil en long" .....	89
Figure 21: Raccordement parabolique .....	91
Figure 22: Distance d'arrêt en alignement droit .....	96
Figure 23: Distance d'arrêt en courbe .....	97
Figure 24 : Différentes couches du corps de chaussée .....	112
Figure 25: Cubature "Cas de Déblai" .....	116
Figure 26: Cubature "Cas de Remblai" .....	116
Figure 27 : Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente.....	119
Figure 28: Implantation de clothoïde .....	120

---

## **Introduction :**

La route, instrument de développement et d'intégration, représente un investissement considérable. Dans la majeure partie des pays, les investissements affectés au réseau routier occupent une part importante du budget national.

Au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, nombreuses sont les routes qui ont pu être réalisées. Le développement toujours grandissant des moyens de transport et la présence récurrente de l'automobile ont engendré la création de milliers de kilomètres de voiries. Un réseau diversifié irrigue aujourd'hui l'ensemble du territoire algérien. Les objectifs ont toujours été de construire au mieux et surtout au moins cher. Les travaux publics ont constamment amélioré leurs méthodes de travail et continuent d'innover dans un nouveau contexte : le développement durable. Les projets de route sont doublement concernés par ce concept récent. À travers les impacts directs des chantiers sur l'environnement, les méthodes d'aujourd'hui doivent être performantes tout en étant en adéquation avec le contexte naturel. Il est également un rôle important dans l'aménagement des infrastructures routières.

Le développement durable, implique les acteurs des travaux publics à suivre les facteurs environnementaux, économiques et sociaux. Plus précisément, les chantiers sont visés sur des éléments tels que la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre qui en découlent, la gestion des ressources, renouvelables ou non, et la production de déchets.



---

## I-Historique :

- Les premières véritables chaussées furent construites par les Romains pour leurs voies impériales, avec un objectif essentiellement utilitaire, celui de permettre un déplacement rapide des légions en différents points de l'empire, quelles que soient les conditions météorologiques. Les chaussées de cette époque étaient déjà constituées de plusieurs couches de matériaux, parfaitement codifiées, avec de grandes dalles en pierres posées sur un béton de chaux.
- Avec l'apparition des véhicules plus lourds et plus nombreux, et le début de la mécanisation des travaux, on voit se développer les structures à base de <<hérisson>> et de pierres cassées 40 / 70 mm pour le <<macadam>>, bloquées avec de l'argile.
- Les premiers progrès ont été réalisés au niveau de la surface des chaussées quand apparut l'automobile, pour lutter contre la poussière soulevée par les véhicules par temps sec. Par hasard, on découvrit les vertus du goudron produit dans les cokeries d'usines à gaz et de hauts fourneaux. mais très vite, on constata que ce goudron était glissant par temps de pluie et on lui adjoignit des gravillons pour donner naissance à l'enduit superficiel. mais on s'aperçoit ensuite qu'il ne fallait ni trop, ni trop peu de goudron, et de gravier, qu'il fallait utiliser un gravier dur et anguleux, et un goudron qui ne se ramollisse pas trop l'été.
- C'est à cette époque qu'apparaissent les premières spécifications relatives tant aux matériaux qu'à la façon de les mettre en œuvre. c'est l'enduit superficiel qui a fait sortir la route d'un artisanat archaïque et

---

conservateur pour l'amener à un niveau industriel et à la mécanisation .ensuite les enrobés sont apparus et puis le pétrole avec sa fraction dure : le bitume.

L'homme étant pour de nombreux travaux remplacé par la machine, les

techniques à base de mise en œuvre manuelle furent remplacées par des techniques adaptées aux moyens mécaniques .c'est ainsi que l'on vit apparaître entre 1930 et 1940 en corps de chaussée les matériaux à granulométrie « serrée » d/D, comme la pierre cassée.

- Depuis les années 50 , avec les nouvelles conditions de trafic ,notamment les poids lourds avec son essieu simple de 13 tonnes , les anciennes solutions type empierrement ou macadam se sont avérées insuffisantes et l'on a été amené à généraliser l'emploi de matériaux agglomères par un liant tant pour le corps de chaussée que pour la surface.
- 1.3 constructions des chaussées l'objet premier des constructeurs de routes est la réalisation de chaussées résistantes aux passages des véhicules . la chaussée a donc pour but de permettre la circulation en toute saison et sans autre intervention qu'un simple entretien de sa surface, un deuxième avantage des chaussées est d'offrir aux véhicules des surfaces.

### **Introduction:**

La route est l'une des voies de communication la plus utilisée qui permet de relier tous les points d'un territoire.la route est également définis comme une vaste plate forme bien dégagée comportant deux au plusieurs voies, devant résister aux efforts statique et dynamiques des véhicules (légère,

---

lourd) et dont les caractéristiques géométriques correspondent à une réglementation et normes bien précis.

Les routes peuvent être classées d'après plusieurs critères :

- Du point de vue administratif.
- Du point de vue technique

Parmi la classification administrative, on distingue :

Les chemins communaux, les chemins de wilaya, les routes nationales et les autoroutes. Ces derniers présentent une catégorie spéciale dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Réservée à la circulation rapide.
- Accessible en des points spécialement aménagés.
- Ne comporte aucun carrefour à niveau
- Comportant deux chaussées unidirectionnelles permettant une circulation à grande vitesse et sécuritaire.

Grâce à la route, des régions nouvelles peuvent progresser par l'agriculture, par l'implantation d'industrie et le développement des richesses naturelles.

De plus, en assurant une part très importante du transport des marchandises et des voyageurs.

Les routes favorisent les échanges commerciaux et touristiques, car elles représentent un facteur primordial pour l'avancement et le développement des pays.

Notre pays Algérie a tendance à améliorer et enrichir ces infrastructures et notamment le réseau routier, puisqu'il reste le moyen qui intéresse le plus grand nombre d'utilisateurs.

---

## **I-Définition de la route :**

La route est le lieu géométrique pour aller d'un point A à un point B. Ses caractéristiques ont été développées avec l'évolution de la civilisation humaine. On peut définir la route comme étant le support direct d'un véhicule en mouvement. Elle sert aux déplacements, des biens et des personnes, d'un point à un autre, en toute sécurité et avec confort.

## **II-intérêt de la route :**

La route procure un intérêt important aux individus en particulier et à la société en l'organisation de l'espace et de l'aménagement du territoire.

La route est une infrastructure structurante qui joue un rôle important dans l'organisation de l'espace et de l'aménagement du territoire.

La route a un impact d'ordre :

- Économique, aménagement du territoire et désenclavement des zones déshéritées, touristique, défense du territoire et sécurité civile intérieure.
- Couverture sanitaire et accès aux soins des populations antérieurement isolées.
- Amélioration du niveau socioculturel.

## **III-L'étude de la route :**

Une route, comme toute infrastructure linéaire répond à des objectifs et entraîne des coûts, ainsi que des conséquences environnementales que la loi demande dans la plupart des pays d'évaluer, diminuer ou compenser. C'est pourquoi tout projet routier est soumis à plusieurs étapes.

L'étude de la route passe par 3 phases :

- **Première partie : étude préliminaire :**

---

Cette étude doit fournir des informations quantitatives et qualitatives sur les acteurs déterminant la localisation de tracé de la route.

- **Deuxième partie : étude d'avant-projet sommaire :**

La phase APS c'est l'étape qui vient directement après la phase préliminaire dans le cas où cette dernière est prévue. Elle consiste à étudier plus profondément les variantes retenus dans l'étude antérieure ou bien quand celle-ci n'est pas prévue, de procéder à l'étude à partir de plan d'état majeure, de carte topographique et aussi géologique, permettant ainsi de mieux cerner les aléas, les contraintes et les avantages liés à la situation sociaux-géographique de chaque variante.

Finalement une seule variante sera gardée pour entamer la phase APD.

- **Troisième partie : étude d'avant-projet détaillé :**

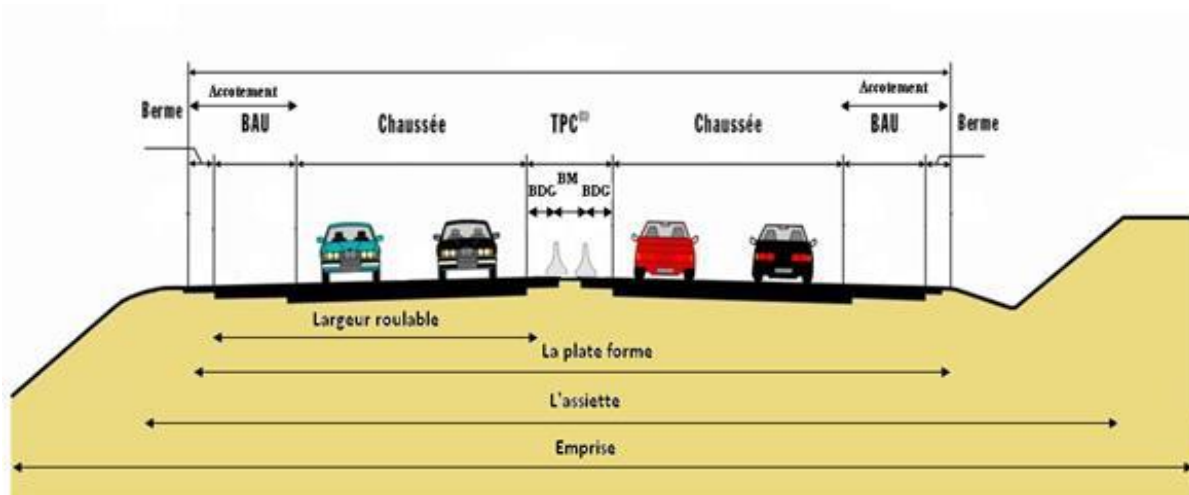
Les études d'avant-projet détaillé permettent le lancement des études de détail et des activités d'approvisionnement.

#### **IV-Classification de la route en Algérie :**

- **Catégorie 1 :** liaison entre les centres économiques et les centres d'industrie de transformation.
- **Catégorie 2 :** liaison des pôles d'industrie entre eux et liaison de raccordements de pôles d'industries légères.
- **Catégorie 3 :** les chemins de wilaya « C W » ; liaison des chefs lieux des daïras et des chefs lieux des wilayas.
- **Catégorie 4 :** liaison de tous les centres de ville qui ne sont pas reliés entre eux par les réseaux de catégorie 1 et catégorie 2 et catégorie 3.

- **Catégorie 5 :** Routes et pistes non comprises dans les catégories présidentes.

## V-Terminologies routière:



### ➤ Terrain :

Le mot «terrain» a un sens géométrique et géologique, il diffère essentiellement du mot terrain désignant le sol (matériau), le terrain est l'endroit retenu pour l'implantation de la route, il est aussi son support direct.

### ➤ Emprise :

C'est la partie du terrain appartenant à la collectivité, affecté à la route et à ses dépendances et qui coïncide avec le domaine public.

### ➤ Assiette :

L'assiette de la route est la surface du terrain occupé par la chaussée, elle comprend les accotements, les talus, les fossés et les ouvrages jusqu'à leur partie extérieure.

---

➤ **Plate-forme :**

Elle est constituée par une partie de l'assiette et se compose d'une ou deux chaussées, éventuellement de terre-plein central accotement ou des trottoirs.

On distingue deux cas:

**a- Route en remblai :**

La plate-forme s'étend jusqu' à la crête des remblais, s'il n'existe pas de barrières de sécurité, de parpaing ou banquette.

S'il a une banquette en parpaing ou une barrière de sécurité la plate-forme s'étend jusqu' à la limite entre les accotements et les divers aménagements.

**b- Route en déblai :**

S'il existe un fossé, la plate-forme s'étend jusqu'à la crête de fossé route.

➤ **Chaussée :**

C'est la surface de la route aménagée pour la circulation des véhicules. Au sens structural, la chaussée est aussi l'ensemble des couches de matériaux qui, supportant le passage des véhicules. La route peut comporter une chaussée séparée peut être construite sur la même plate-forme ou sur des formes a niveau séparés.

➤ **Accotements :**

Ce sont des zones latérales qui bordent extérieurement la chaussée. Ils sont dit « dérasés », s'ils sont à la même altitude que la chaussée et « surélevés » dans le cas contraire.

➤ **Caniveau :**

C'est la bordure extérieure de la chaussée spécialement aménagée pour l'écoulement des eaux, elle peut être à double ou a simple versant (caniveau ou semi caniveau).

---

➤ **Glissières de sécurité :**

Equipement ou ouvrages placés au bord de certains accotements pour délimiter la chaussée, et aussi comme protection des véhicules déviant de la chaussée pour ramener ces derniers à celle-ci

➤ **Voie :**

Une chaussée est dite à N voies de circulation quand elle permet le passage simultané de N véhicules sur même profil en travers, une voie est la bande de circulation qui permet le passage d'une file de véhicules

**VII-PRESENTATION DU PROJET :**

**Introduction**

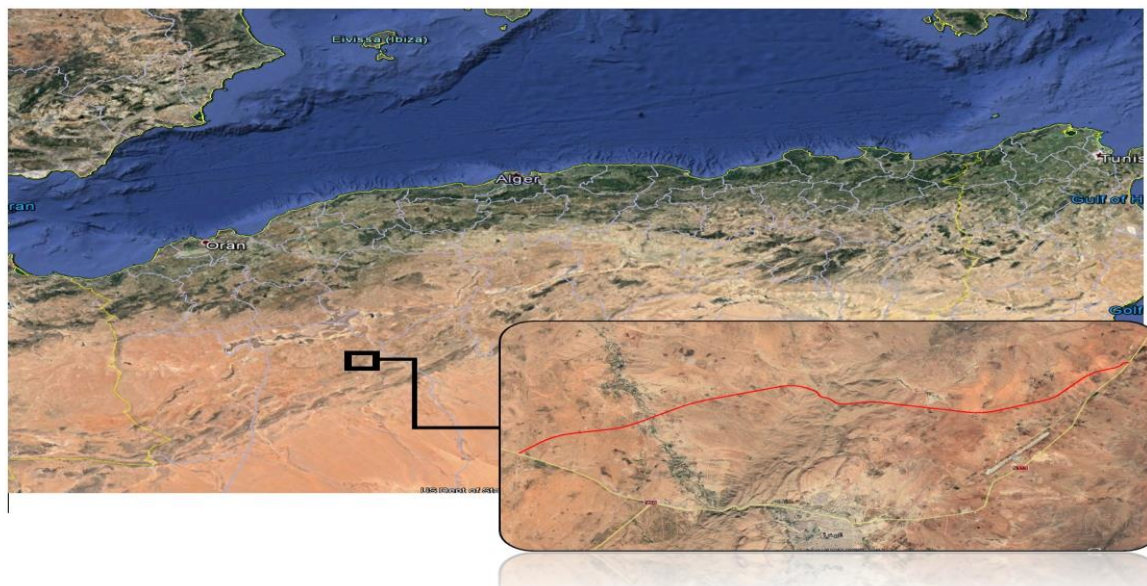
L'étude de cet évitement a pour objet de lier le contournement sud et la route nationale RN6A à la route nationale Rn 111 tout en évitant de passer par la ville d'el BAYADH, D'autre part cet évitement sert à desservir 3 régions locales isolés au nord de la ville qui sont : Mouilha, el Mekther, el Haoud.

Dans cette phase des modifications ont été faites afin de satisfaire les exigences du Client, Tout en assurant la faisabilité technique, socio-économique et financière.

**Situation du projet :**

Notre projet se situe dans la wilaya d'el Bayadh, à environ 4 Km du chef lieux d la wilaya,





## PRESENTATION DE LA WILAYA

### *Situation géographique*

Géographiquement, la Wilaya est comprise entre les parallèles 30° 42' et 34° 28' de l'altitude Nord et entre les méridiens de longitude 0° 24' à l'Ouest fuseau 30 et 2° 16' à l'Est fuseau 31.

Elle s'étend sur une superficie de 71 697 km<sup>2</sup>, soit 3 % du territoire national. Elle s'étend du Chott Echergui à l'Erg Occidental et est dominée par les trois monts du djebel Amour de la chaîne Atlas Saharien, le Boudergua 1873 mètres, majestueux par sa masse avec ses vestiges du poste optique, El Ouastani 1878 mètres et le grand Ksel avec 2008 mètres.

### *Limitées géographiques*

Limitées géographiques: Conformément à la loi n° 09/1984 du 04 Février 1984 relative à l'organisation territoriale des wilayas, elle est limitée :

- Au Nord : Saida et Tiaret A l'Est : Laghouat – Ghardaïa
- A l'Ouest : Sidi Bel Abbés – Naama
- Au Sud-ouest : Bechar
- Au Sud-est : Adrar

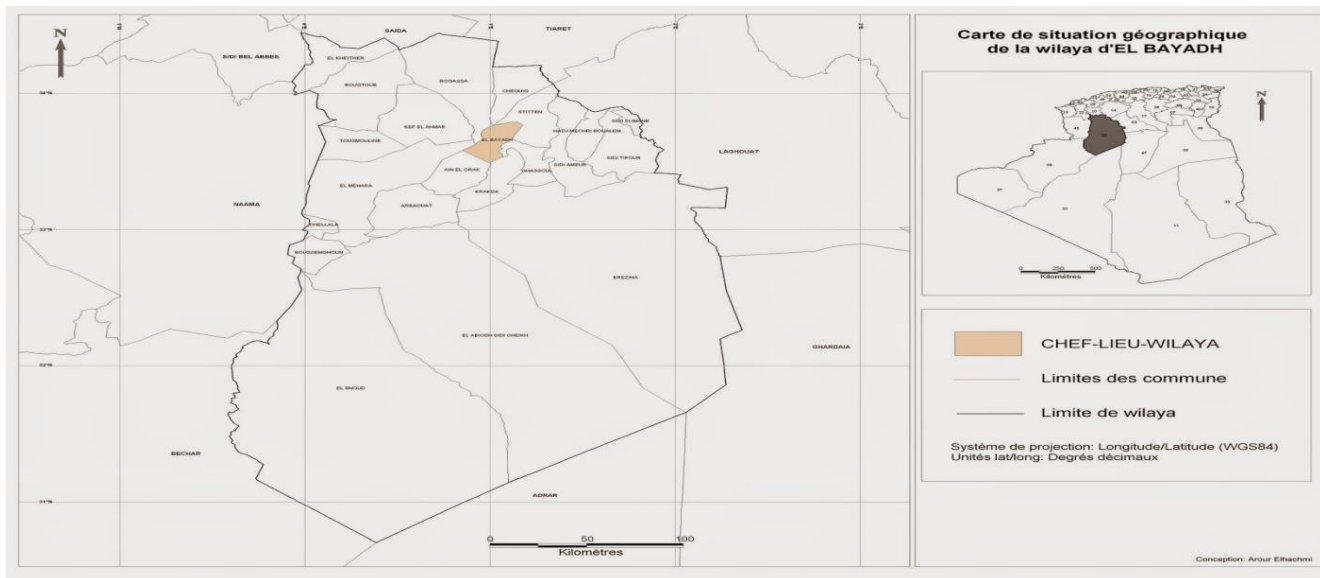


Figure 01 : carte de situation géographique de la wilaya d'EL

## Le relief

Le relief de la Wilaya est constitué en grande partie de :

- Montagnes: 6.111 km<sup>2</sup>
- Collines et piémonts: 10.422 km<sup>2</sup>
- Plaines: 47.254 km<sup>2</sup>
  
- Autres: 7.910 km<sup>2</sup>

La Wilaya d'El Bayadh est constituée aussi de (03) zones distinctes qui sont:

### **Zone - I - Hautes Plaines**

Les Hautes Plaines composées de 06 communes: Bougtob, El Kheiter, Tousmouline, Rogassa, Kef Lahmar, Cheguig et une partie de Mehara. Les altitudes varient entre 900 m à 1.400 m à Hassi Ben Hadjam (Mehara). Cette zone se caractérise par l'amplitude élevée (34 à El Kheiter), la faiblesse et l'irrégularité des précipitations (208 à El Kheiter), la gelée (40 à 60 jour)

---

et la présence de vents chauds (sirocco) avec des périodes sèches. Sur le plan bioclimatique, cette zone fait partie de l'étage aride frais

### ***Zone - II - Atlas Saharien***

L'Atlas Saharien composé de 13 communes : El Bayadh - Boualem - Sidi Amar - Sidi Taiffour - Sidi Slimane - Stitten - Ghassoul - Krakda - Ain El Orak - Arbaouet - Chellala - Mehara et Boussemghoun. Elle présente une situation bioclimatique (semi aride froid) relativement plus avantageuse par rapport à celle de la partie Saharienne de la Wilaya. Elle bénéficie de l'apport en eau et alluvions provenant des sommets et versants des reliefs montagneux dont les altitudes varient entre 1300 mètres et 2000 mètres (2008 m Djebel Ksel à l'Ouest de la localité de Stitten. Les précipitations sont relativement plus importantes par rapport aux autres zones l'hiver et plus rigoureux et l'enneigement dépasse 10 jours par an. Zone de l'Atlas Saharien - Boualem -

### ***Zone - III - Prés Saharienne***

La Prés - Saharienne est constituée uniquement de Trois communes qui sont : Brezina - El Abiodh Sidi Cheikh et Bnou. Partie la plus désavantagée, elle représente la superficie la plus importante de la Wilaya (71 % de la superficie totale). Zone Prés Saharienne – El Areg Gharbi Bnou –

---

## **Sol d'ElBayadh**

Les sols de la région sont le plus souvent peu profonds. Ils contiennent de faibles teneurs en matières organiques comprises entre 0,1 et 1,0 %. Ils sont peu évolués, désignés par sols steppiques iso humiques et sierozem. Ces caractères sont l'expression d'une grande vulnérabilité vis-à-vis des changements naturels ou induits par l'homme ce qui explique les difficultés à réparer les dommages causés dans ces milieux. Les principaux types de sols présents appartiennent aux classes de sols minéraux bruts, des sols peu évolués, des sols calcimagnésiques, des sols iso-humiques et des sols halomorphes. Les sols minéraux bruts se localisent sur les sommets des djebels. Quant aux sols peu évolués, ils se situent au niveau des substrats géologiques et dans les zones d'apport continu. Les sols calcimagnésiques occupent les versants des djebels et les piémonts. Au sein des glacis d'érosion polygénique du quaternaire récent, les sols iso-humiques se retrouvent. Les sols halomorphes se localisent dans le Chott Chergui et dans les Sebkhas

## **DONNEES DE BASE**

### **Levé topographique**

Toute étude et conçue sur un fond topographique définissant l'état du relief. Pour notre étude on dispose d'un levé topographique établi à l'échelle

---

1/1000 comportant les détails planimétriques et altimétriques du terrain naturel.

### Catégorie 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. La catégorie de notre route est la catégorie 4 comme donnée de base.

## CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUE DES ROUTES

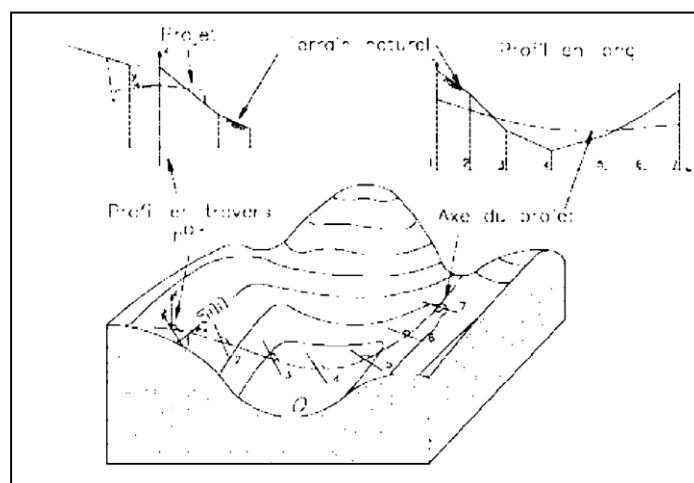


Figure 3 : caractéristiques géométriques d'une route

---

## Terminologie routière

Un certain nombre de termes technique très précis doivent constituer le vocabulaire relatif aux travaux publics. Ils doivent être utilisés à bon escient, et il convient donc de les définir exactement.

Une **route** est une voie terrestre aménagée pour permettre la circulation de véhicules à roues.

### L'exigence de sécurité

Le déplacement d'un véhicule sur une route est, aujourd'hui, l'interaction de trois composantes:

l'homme, qui à partir de la perception qu'il a des informations qui lui proviennent de son environnement, analyse et décide.

l'automobile, structure mécanique, en liaison avec la chaussée par des pneumatiques, met directement en œuvre les décisions prises par le chauffeur. Jusqu'il y a une dizaine d'années, l'automobile ne disposait pas d'intelligence permettant d'assister le chauffeur, cette situation a évolué aujourd'hui.

l'environnement qui fournit une très grande quantité d'informations au chauffeur, et qui interagit avec l'automobile.

L'accident est alors conçu comme un dysfonctionnement rare de la relation entre ces trois types de composants. L'interaction entre l'homme et le véhicule concerne essentiellement le domaine de l'ergonomie. Les interactions entre l'homme et l'environnement et entre le véhicule et

---

l'environnement concernent, pour ce qui nous intéresse, la conception de routes.

L'étude des contraintes dynamiques qui s'appliquent sur un véhicule, et du mode de fonctionnement du couple véhicule infrastructure permet de fixer les limites des principales caractéristiques du réseau routier.

De plus, pour que l'automobiliste puisse adapter son comportement, il est indispensable qu'il dispose à temps des informations nécessaires, cette contrainte est la visibilité.

### Catégorie de 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

---

### La vitesse de référence $V_r$ .

La donnée fondamentale d'usage de la route est la vitesse de référence «  $V_r$  ».

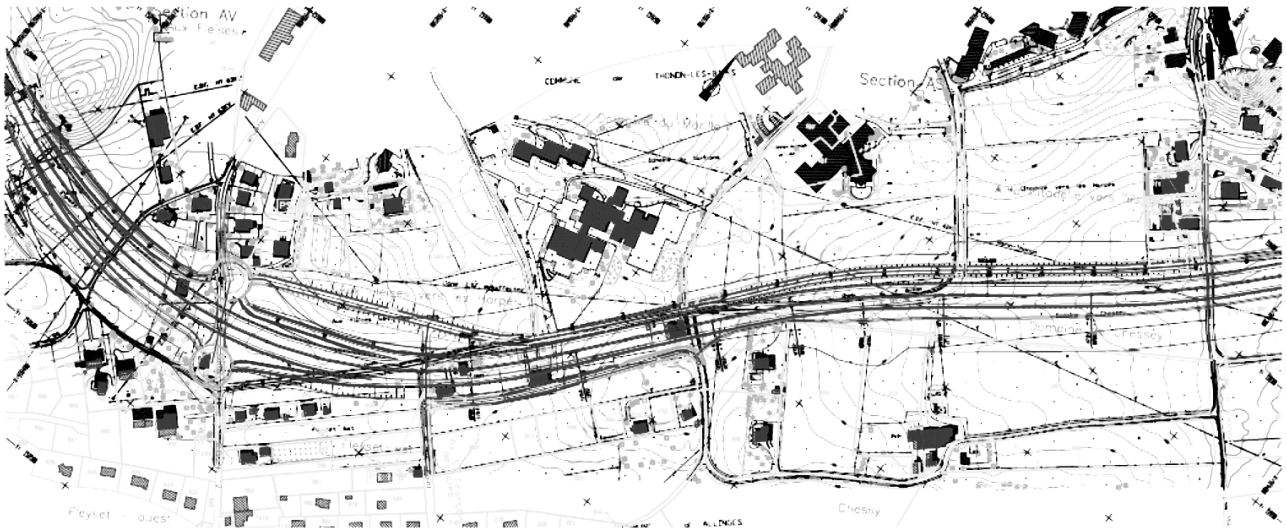
Cette vitesse est celle qui peut être pratiquée en tout point de la section considérée par les véhicules rapides dans la plupart des conditions d'adhérence. Donc elle définit les caractéristiques minimales d'aménagement de la section.

### Caractéristiques d'une route

Définir les caractéristiques d'une route, c'est concevoir les trois éléments géométriques simples qui la composent:

- Le tracé en plan

Le tracé en plan d'une route est, avec le profil en travers et le profil en long, un des trois éléments qui permettent de caractériser la géométrie d'une route. Il est constitué par la projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route.



**Figure 4 : tracé en plan**

Le tracé en plan est profondément marqué par l'influence de la dynamique des véhicules : leur stabilité n'est acquise qu'à condition de respecter les lois liant vitesse du véhicule, rayon de courbure du tracé en plan et dévers de





En conception routière, le profil en travers d'une route est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface.

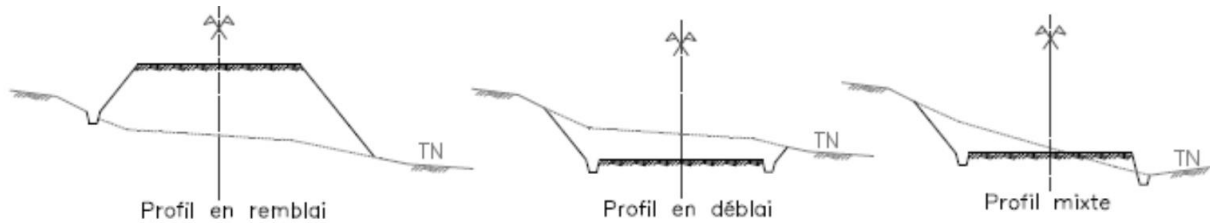


Figure 6 : Profil en travers

Le profil en travers peut se rapporter soit au terrain naturel, soit au projet. En général on représente sur le même document à la fois terrain naturel et projet, ce qui permet de bien percevoir l'intégration du projet dans le milieu naturel.

Les normes fixent les règles relatives à la construction de ces trois éléments. Les exigences qui ont prévalu à l'élaboration des normes sont de deux ordres: sécurité des usagers et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent.

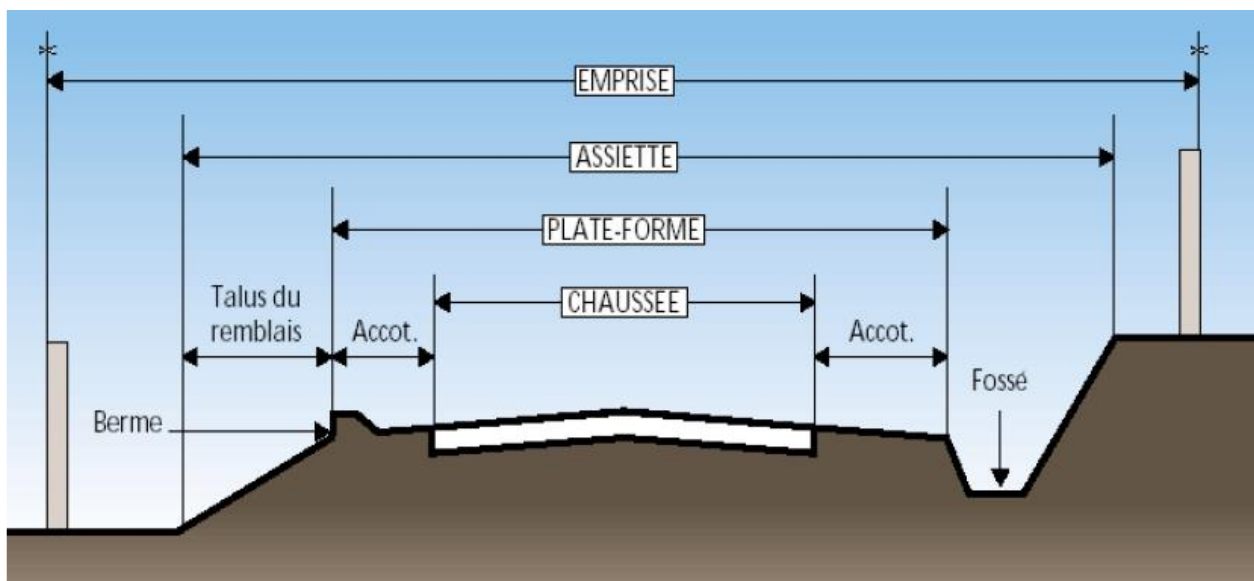


Figure 7: Eléments d'une route

---

**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 l'ouvrages indispensables de la route.

**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.

**Berme** : c'est un talus constitué longitudinalement pour réduire son importance

---

## **TOPOGRAPHIE**

### *Plan topographique de la route existante*

Tout projet de route nécessite un document de base, qui est le plan topographique. Ce plan doit représenter fidèlement le terrain en question. Chaque plan topographique devra être vérifié afin de mener à bien un projet.

Dans la partie qui suit nous essaierons de donner brièvement les méthodes qu'on peut utiliser pour la vérification d'un plan topographique.

### *Vérification du plan topographique*

---

### **Au bureau :**

Cette vérification consiste à contrôler les carnets d'observations et les calculs des coordonnées des sommets de la polygonale effectués par la brigade de topographique.

### **Sur le terrain :**

Cette phase consiste à faire une reconnaissance des lieux afin de connaître la nature du terrain, d'identifier les stations de la polygonale et de voir les contraintes existantes.

### **La vérification du plan topographique traite les parties suivantes :**

#### *Vérification planimétrique :*

Elle consiste à : l'identification et le levé de quelques détails à partir des stations de la polygonale ; comparer les mesures faites à la fois sur le terrain et sur le plan en chaînant des détails existants et en mesurant les distances entre deux stations.

#### *Vérification altimétrique :*

Elle consiste à faire un cheminement de nivellement direct entre deux stations connues en altitude et établir un profil en long pour comparer la différence d'altitude entre deux stations.

#### *Remarque :*

Cette vérification n'a pas été réalisée à cause du facteur temps et le manque de moyens humain et matériel.

## **ETUDE DES VARIANTES**

---

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements droits raccordés par des arcs de cercles.

Les alignements droits sont définis par la disposition générale du tracé et serviront généralement de bases à la détermination des autres éléments (cercles, clothoïdes).

Ils serviront éventuellement de raccordement entre 2 cercles. Pour des raisons de sécurité, et en particulier éviter la monotonie source d'accidents et l'éblouissement par les phares la nuit, il est recommandé d'alterner alignements droits et courbes circulaires : 40 à 60 % d'alignements droits. Bien entendu les contraintes du projet peuvent de fait contraindre à des ratios différents.

L'étude portera sur les différentes étapes suivantes :

### **Les différentes étapes**

L'étude de chaque variante sera axée sur les étapes suivantes :

- ❖ L'environnement de la route
  - Dénivelée cumulée
  - Sinuosité
- ❖ Détermination de la vitesse de référence  $V_r$
- ❖ Calcul des rayons en plan  $R_{Hm}$ ,  $R_{HN}$ ,  $R_{hd}$  et  $R_{Hnd}$
- ❖ Choix des rayons
- ❖ Détermination des coordonnées définissant l'axe de notre variante ainsi que les angles au centre des parties circulaires
- ❖ Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires
- ❖ Déclivités « profil en long »

Environnement de la route

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

1. La dénivelée cumulée moyenne DC
2. La sinuosité  $\sigma$

**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)

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

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographi

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

---

## Tableau 1: Classification de terrain et Dénivelée cumulée

### 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.

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

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

**Tableau 2: Sinuosité**

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

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

**Tableau 3: Environnement de la route**

### Vitesse de référence :

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 fonction de :

1. La catégorie
2. L'environnement

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

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

**Tableau 4: Vitesse de référence**

### Courbes en plan

#### **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

$$RHm = \frac{Vr^2 \text{ (Km/h)}}{127(d + ft)}$$

---

### **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.

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

### **Le rayon au dévers 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 (dévers :  $- d_{\min} \%$ )

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

### **Le rayon non déversé RHnd**

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

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

---

### Choix des rayons

Pour une route de catégorie donnée, aucun rayon ne doit être inférieur au rayon minimum absolu RHm. On doit utiliser, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

### Détermination des rayons

#### **Détermination des coordonnées des sommets**

Dans cette partie on a relevé à partir du tracé en plan, les coordonnées planimétriques définissant l'axe la route.

Une fois les coordonnées relevées, on calcule les gisements de tous les directions définissant les alignements droits, on détermine ensuite les angles au centres de chaque raccords et enfin à l'aide d'un Kutch on procède à la mesure des longueurs des tangentes et ceci dans le but de calculer les rayons planimétrique des virages de la route existante.

#### **Calcul de gisements et des angles au centre**

##### ***a- Gisement***

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

Exemple : Calcul du Gisement de la direction S1S2

$$G_{S_1S_2} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_{S_2} - X_{S_1}}{Y_{S_2} - Y_{S_1}}$$

##### ***b- Distance***

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S_1S_2 = \sqrt{(X_{S_2} - X_{S_1})^2 + (Y_{S_2} - Y_{S_1})^2}$$

---

### *c- L'angle au centre*

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

$$\beta = \text{GSB} - \text{GAS}$$

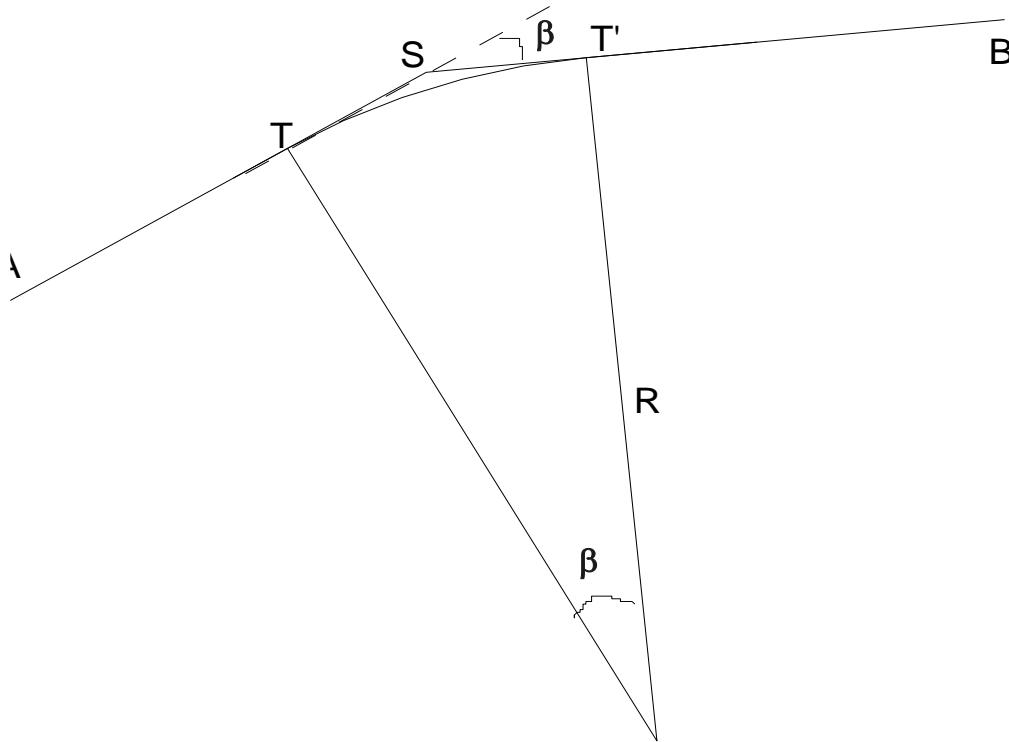


Figure 8: Raccordement circulaire

### Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire

La tangente  $ST = ST' = R \cdot \text{tg} \frac{\beta}{2}$

Bissectrice  $B_{\text{iss}} = R \cdot \left( \frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$

### La développée

$$D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R \beta^{\text{rd}}$$

---

$$\underline{\text{La flèche}} F = R \left( 1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$$

### **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 %

### **Déclivités - Profil en long**

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant un plan vertical passant par l'axe du tracé.

Pratiquement le profil en long d'une route est composé d'éléments de ligne droite, raccordées par des courbes (cercle, parabole)

On appelle rampe : La progression croissante de l'inclinaison dans le sens du Kilométrage.

On appelle pente : La progression décroissante de l'inclinaison dans le sens du Kilométrage.

**Calcul des Cubatures Approchées**

**a - Méthode de calcul approximatif**

$$V = \left(\frac{S_1 + S_2}{2}\right) \cdot d_1 + \left(\frac{S_2 + S_3}{2}\right) d_2 + \dots + \left(\frac{S_{n-1} + S_n}{2}\right) d_n$$

Par conséquent :  $d_1/2, d_1 + d_2/2, d_2 + d_3 \dots$  etc. constitue les distances

**Application entre profils.**

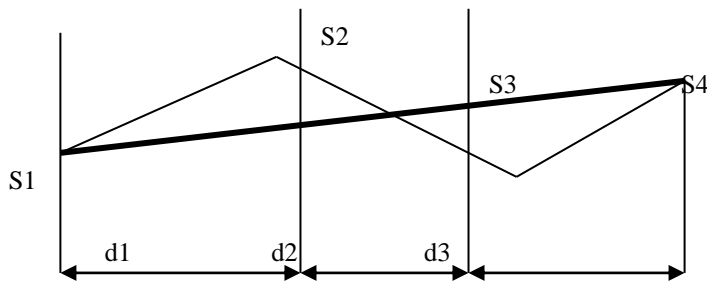


Figure 9: Calcul de cubature

**b- Méthode de calcul des surfaces**

En remblai :

A : largeur de la chaussée les 2 accotements

$$Tg \alpha = P = 2/3 = h/c$$

$$c = 3h / 2$$

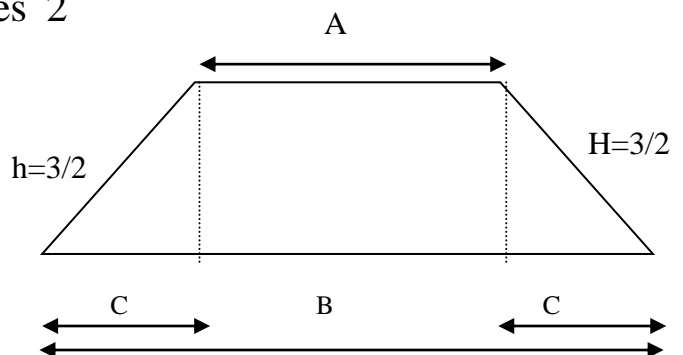


Figure 10: Cubature approchée "cas de remblai"

---

$h$  : différence de niveau  
entre la côte de projet et la  
côte terrain naturel

$$B = A + 2c = A + 3h$$

d'où :

$$S = (A + B)h/2$$

$$\boxed{SR = Ah + 3 h^2/2}$$

En Déblai

$h$  : difference entre C.T.N et C.P.

$A$  : largeur de la chaussée + 2 accotements

$$\boxed{SD = Ah + h^2}$$

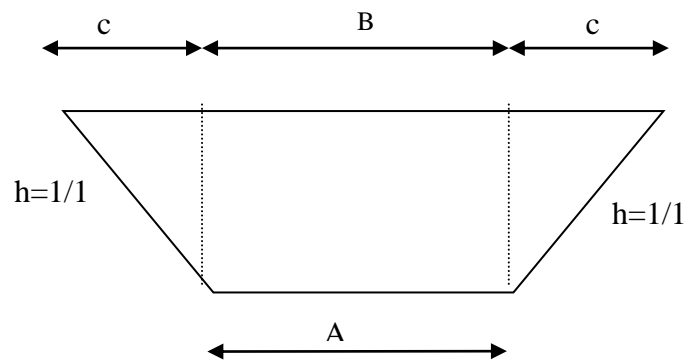


Figure 11: Cubature approchée "cas de déblai"

# ETUDE DES VARIANTES

## Etude de la variante 1

La variante une est composée de deux virages

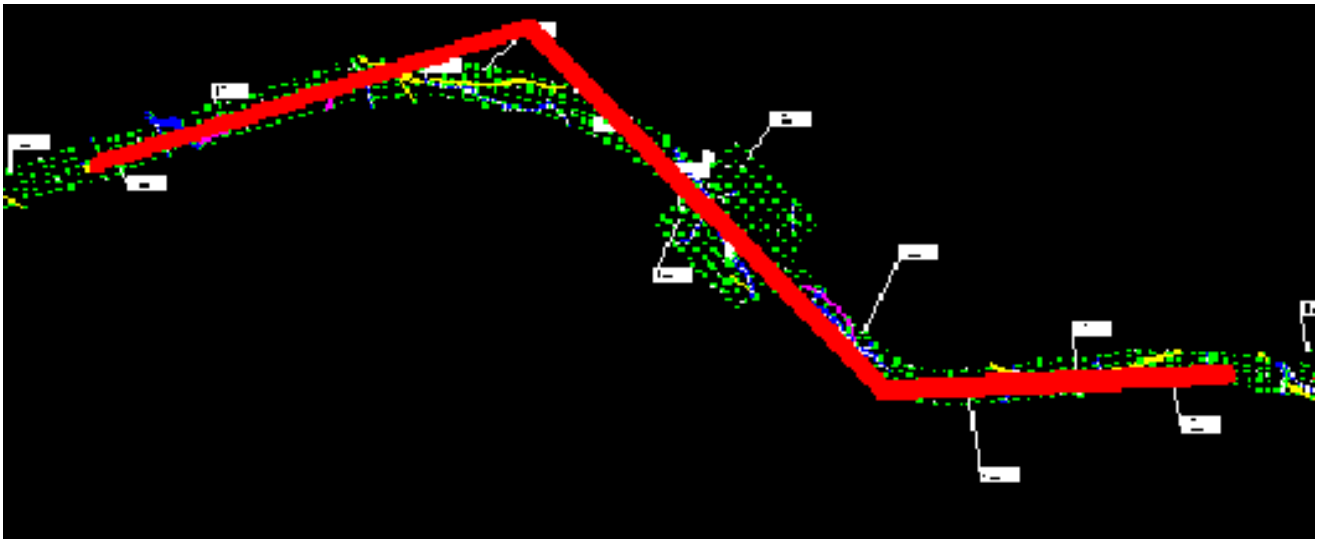


Figure12: variante 01

### Environnement de la route

#### Sinuosité :

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

Ls = 0 m (on ne prendra pas des rayons inférieurs à 200m)

LT = 4621.83 m

$$\sigma = \frac{0}{4621.83} = 0$$

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

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

Tableau 12: Sinuosité « variante 01 »

#### Sinuosité : faible



N°	Textes			Élément		Distance		Gisement	Point d'axe			
	Tab.	Abscisse	Description	Origine	Élément	Cumulée	Partielle		X	Y	Z	
1	P1	PK=0,00m		Extrémité	AD	0,00	0,00	496,91	318290,02	3736001,76	1359,84	-6,47
2	P2	PK=30,00m		Interv/Seg	AD	30,00	30,00	496,91	318260,06	3736000,30	1353,37	-7,45
3	P3	PK=60,00m		Interv/Seg	AD	60,00	30,00	496,91	318230,09	3735998,84	1345,91	1,05
4	P4	PK=90,00m		Interv/Seg	AD	90,00	30,00	496,91	318200,13	3735997,39	1346,96	7,02
5	P5	PK=120,00m		Interv/Seg	AD	120,00	30,00	496,91	318170,16	3735995,93	1353,98	5,21
6	P6	PK=150,00m		Interv/Seg	AD	150,00	30,00	496,91	318140,20	3735994,47	1359,19	5,23
7	P7	PK=180,00m		Interv/Seg	AD	180,00	30,00	496,91	318110,23	3735993,02	1364,43	1,25
8	P8	PK=210,00m		Interv/Seg	AD	210,00	30,00	496,91	318080,27	3735991,56	1365,68	-2,81
9	P9	PK=240,00m		Interv/Seg	AD	240,00	30,00	496,91	318050,30	3735990,11	1362,87	-3,65
10	P10	PK=270,00m		Interv/Seg	AD	270,00	30,00	496,91	318020,34	3735988,65	1359,22	-3,62
11	P11	PK=300,00m		Interv/Seg	AD	300,00	30,00	496,91	317990,37	3735987,19	1355,60	-3,48
12	P12	PK=330,00m		Interv/Seg	AD	330,00	30,00	496,91	317960,41	3735985,74	1352,12	-3,48
13	P13	PK=360,00m		Interv/Seg	AD	360,00	30,00	496,91	317930,45	3735984,28	1348,64	-3,03
14	P14	PK=390,00m		Interv/Seg	AD	390,00	30,00	496,91	317900,48	3735982,82	1345,61	-2,34
15	P15	PK=420,00m		Interv/Seg	AD	420,00	30,00	496,91	317870,52	3735981,37	1343,28	-2,01
16	P16	PK=450,00m		Interv/Seg	AD	450,00	30,00	496,91	317840,55	3735979,91	1341,27	0,89
17	P17	PK=480,00m		Interv/Seg	AD	480,00	30,00	496,91	317810,59	3735978,45	1342,16	-0,41
18	P18	PK=510,00m		Interv/Seg	AD	510,00	30,00	496,91	317780,62	3735977,00	1341,76	-0,92
19	P19	PK=540,00m		Interv/Seg	AD	540,00	30,00	496,91	317750,66	3735975,54	1340,84	-1,45
20	P20	PK=570,00m		Interv/Seg	AD	570,00	30,00	496,91	317720,69	3735974,09	1339,39	-1,18
21	P21	PK=600,00m		Interv/Seg	AD	600,00	30,00	496,91	317690,73	3735972,63	1338,21	-0,94
22	P22	PK=630,00m		Interv/Seg	AD	630,00	30,00	496,91	317660,76	3735971,17	1337,27	-0,83
23	P23	PK=660,00m		Interv/Seg	AD	660,00	30,00	496,91	317630,80	3735969,72	1336,44	-1,89
24	P24	PK=690,00m		Interv/Seg	AD	690,00	30,00	496,91	317600,83	3735968,26	1334,55	-2,86
25	P25	PK=720,00m		Interv/Seg	AD	720,00	30,00	496,91	317570,87	3735966,80	1331,70	-1,42
26	P26	PK=750,00m		Interv/Seg	AD	750,00	30,00	496,91	317540,90	3735965,35	1330,27	0,38
27	P27	PK=780,00m		Interv/Seg	AD	780,00	30,00	496,91	317510,94	3735963,89	1330,65	2,38
28	P28	PK=810,00m		Interv/Seg	AD	810,00	30,00	496,91	317480,98	3735962,43	1333,03	1,39
29	P29	PK=840,00m		Interv/Seg	AD	840,00	30,00	496,91	317451,01	3735960,98	1334,42	2,58
30	P30	PK=870,00m		Interv/Seg	AD	870,00	30,00	496,91	317421,05	3735959,52	1337,00	1,97
31	P31	PK=900,00m		Interv/Seg	AD	900,00	30,00	496,91	317391,08	3735958,06	1338,97	0,66
32	P32	PK=930,00m		Interv/Seg	AD	930,00	30,00	496,91	317361,12	3735956,61	1339,63	-1,84
33	P33	PK=960,00m		Interv/Seg	AD	960,00	30,00	496,91	317331,15	3735955,15	1337,79	-1,53
34	P34	PK=990,00m		Interv/Seg	AD	990,00	30,00	496,91	317301,19	3735953,70	1336,26	0,11
35	P35	PK=1020,00m		Interv/Seg	AD	1020,00	30,00	496,91	317271,22	3735952,24	1336,36	-0,77
36	P36	PK=1050,00m		Interv/Seg	AD	1050,00	30,00	496,91	317241,26	3735950,78	1335,59	-2,46
37	P37	PK=1080,00m		Interv/Seg	AD	1080,00	30,00	496,91	317211,29	3735949,33	1333,13	-4,64
38	P38	PK=1110,00m		Interv/Seg	AD	1110,00	30,00	496,91	317181,33	3735947,87	1328,49	-3,88
39	P39	PK=1140,00m		Interv/Seg	AD	1140,00	30,00	496,91	317151,36	3735946,41	1324,62	-0,31
40	P40	PK=1170,00m		Interv/Seg	AD	1170,00	30,00	496,91	317121,40	3735944,96	1324,31	3,14
41	P41	PK=1200,00m		Interv/Seg	AD	1200,00	30,00	496,91	317091,44	3735943,50	1327,45	-1327,45
42	P42	PK=1213,50m		Axe	AD	1213,50	13,50	123,36	317077,95	3735942,85	0,00	1328,82
43	P43	PK=1243,50m		Interv/Seg	AD	1243,50	30,00	149,81	317056,67	3735964,00	1328,82	-2,19
44	P44	PK=1273,50m		Interv/Seg	AD	1273,50	30,00	149,81	317035,40	3735985,15	1326,63	-5,03
45	P45	PK=1303,50m		Interv/Seg	AD	1303,50	30,00	149,81	317014,12	3736006,29	1321,60	-5,33
46	P46	PK=1333,50m		Interv/Seg	AD	1333,50	30,00	149,81	316992,84	3736027,44	1316,27	-4,65
47	P47	PK=1363,50m		Interv/Seg	AD	1363,50	30,00	149,81	316971,57	3736048,59	1311,62	-3,30
48	P48	PK=1393,50m		Interv/Seg	AD	1393,50	30,00	149,81	316950,29	3736069,74	1308,32	-1,95

49	P49	PK=1423,50m		Interv/Seg	AD	1423,50	30,00	149,81	316929,01	3736090,89	1306,37	-1,82
50	P50	PK=1453,50m		Interv/Seg	AD	1453,50	30,00	149,81	316907,74	3736112,04	1304,55	-1,44
51	P51	PK=1483,50m		Interv/Seg	AD	1483,50	30,00	149,81	316886,46	3736133,19	1303,11	-1,70
52	P52	PK=1513,50m		Interv/Seg	AD	1513,50	30,00	149,81	316865,19	3736154,34	1301,40	-2,04
53	P53	PK=1543,50m		Interv/Seg	AD	1543,50	30,00	149,81	316843,91	3736175,49	1299,37	-1,68
54	P54	PK=1573,50m		Interv/Seg	AD	1573,50	30,00	149,81	316822,63	3736196,64	1297,69	-2,07
55	P55	PK=1603,50m		Interv/Seg	AD	1603,50	30,00	149,81	316801,36	3736217,79	1295,62	-3,76
56	P56	PK=1633,50m		Interv/Seg	AD	1633,50	30,00	149,81	316780,08	3736238,94	1291,86	1,24
57	P57	PK=1663,50m		Interv/Seg	AD	1663,50	30,00	149,81	316758,80	3736260,09	1293,10	-0,53
58	P58	PK=1693,50m		Interv/Seg	AD	1693,50	30,00	149,81	316737,53	3736281,24	1292,57	-0,85
59	P59	PK=1723,50m		Interv/Seg	AD	1723,50	30,00	149,81	316716,25	3736302,39	1291,72	1,57
60	P60	PK=1753,50m		Interv/Seg	AD	1753,50	30,00	149,81	316694,97	3736323,54	1293,29	0,07
61	P61	PK=1783,50m		Interv/Seg	AD	1783,50	30,00	149,81	316673,70	3736344,69	1293,36	-1,09
62	P62	PK=1813,50m		Interv/Seg	AD	1813,50	30,00	149,81	316652,42	3736365,84	1292,27	-2,08
63	P63	PK=1843,50m		Interv/Seg	AD	1843,50	30,00	149,81	316631,14	3736386,99	1290,19	-2,27
64	P64	PK=1873,50m		Interv/Seg	AD	1873,50	30,00	149,81	316609,87	3736408,14	1287,93	-0,70
65	P65	PK=1903,50m		Interv/Seg	AD	1903,50	30,00	149,81	316588,59	3736429,29	1287,23	-1,86
66	P66	PK=1933,50m		Interv/Seg	AD	1933,50	30,00	149,81	316567,32	3736450,44	1285,37	-1,95
67	P67	PK=1963,50m		Interv/Seg	AD	1963,50	30,00	149,81	316546,04	3736471,59	1283,42	-1,23
68	P68	PK=1993,50m		Interv/Seg	AD	1993,50	30,00	149,81	316524,76	3736492,74	1282,19	-0,92
69	P69	PK=2023,50m		Interv/Seg	AD	2023,50	30,00	149,81	316503,49	3736513,89	1281,27	-3,63
70	P70	PK=2053,50m		Interv/Seg	AD	2053,50	30,00	149,81	316482,21	3736535,04	1277,64	1,05
71	P71	PK=2083,50m		Interv/Seg	AD	2083,50	30,00	149,81	316460,93	3736556,19	1278,69	-1,22
72	P72	PK=2113,50m		Interv/Seg	AD	2113,50	30,00	149,81	316439,66	3736577,34	1277,48	0,75
73	P73	PK=2143,50m		Interv/Seg	AD	2143,50	30,00	149,81	316418,38	3736598,49	1278,22	0,21
74	P74	PK=2173,50m		Interv/Seg	AD	2173,50	30,00	149,81	316397,10	3736619,64	1278,43	-0,44
75	P75	PK=2203,50m		Interv/Seg	AD	2203,50	30,00	149,81	316375,83	3736640,79	1277,99	-2,09
76	P76	PK=2233,50m		Interv/Seg	AD	2233,50	30,00	149,81	316354,55	3736661,94	1275,90	-2,60
77	P77	PK=2263,50m		Interv/Seg	AD	2263,50	30,00	149,81	316333,27	3736683,09	1273,30	-0,73
78	P78	PK=2293,50m		Interv/Seg	AD	2293,50	30,00	149,81	316312,00	3736704,24	1272,57	-1,19
79	P79	PK=2323,50m		Interv/Seg	AD	2323,50	30,00	149,81	316290,72	3736725,39	1271,38	-1,13

80	P80	PK=2353,50m		Interv/Seg	AD	2353,50	30,00	149,81	316269,45	3736746,54	1270,26	-1,05
81	P81	PK=2383,50m		Interv/Seg	AD	2383,50	30,00	149,81	316248,17	3736767,69	1269,21	-0,79
82	P82	PK=2413,50m		Interv/Seg	AD	2413,50	30,00	149,81	316226,89	3736788,84	1268,42	-0,91
83	P83	PK=2443,50m		Interv/Seg	AD	2443,50	30,00	149,81	316205,62	3736809,99	1267,51	-0,82
84	P84	PK=2473,50m		Interv/Seg	AD	2473,50	30,00	149,81	316184,34	3736831,14	1266,69	-0,57
85	P85	PK=2503,50m		Interv/Seg	AD	2503,50	30,00	149,81	316163,06	3736852,29	1266,13	-0,72
86	P86	PK=2533,50m		Interv/Seg	AD	2533,50	30,00	149,81	316141,79	3736873,44	1265,40	-0,89
87	P87	PK=2563,50m		Interv/Seg	AD	2563,50	30,00	149,81	316120,51	3736894,59	1264,52	-0,64
88	P88	PK=2593,50m		Interv/Seg	AD	2593,50	30,00	149,81	316099,23	3736915,74	1263,88	-0,57
89	P89	PK=2623,50m		Interv/Seg	AD	2623,50	30,00	149,81	316077,96	3736936,89	1263,31	1,11
90	P90	PK=2653,50m		Interv/Seg	AD	2653,50	30,00	149,81	316056,68	3736958,04	1264,42	-1264,42
91	P91	PK=2683,50m		Interv/Seg	AD	2683,50	30,00	149,81	316035,40	3736979,19	0,00	0,00
92	P92	PK=2713,50m		Interv/Seg	AD	2713,50	30,00	149,81	316014,13	3737000,34	0,00	0,00
93	P93	PK=2743,50m		Interv/Seg	AD	2743,50	30,00	149,81	315992,85	3737021,48	0,00	0,00
94	P94	PK=2773,50m		Interv/Seg	AD	2773,50	30,00	149,81	315971,58	3737042,63	0,00	0,00
95	P95	PK=2803,50m		Interv/Seg	AD	2803,50	30,00	149,81	315950,30	3737063,78	0,00	0,00
96	P96	PK=2833,50m		Interv/Seg	AD	2833,50	30,00	149,81	315929,02	3737084,93	0,00	0,00
97	P97	PK=2863,50m		Interv/Seg	AD	2863,50	30,00	149,81	315907,75	3737106,08	0,00	0,00
98	P98	PK=2893,50m		Interv/Seg	AD	2893,50	30,00	149,81	315886,47	3737127,23	0,00	0,00
99	P99	PK=2923,50m		Interv/Seg	AD	2923,50	30,00	149,81	315865,19	3737148,38	0,00	0,00
100	P100	PK=2953,50m		Interv/Seg	AD	2953,50	30,00	149,81	315843,92	3737169,53	0,00	0,00
101	P101	PK=2983,50m		Interv/Seg	AD	2983,50	30,00	149,81	315822,64	3737190,68	0,00	0,00
102	P102	PK=3005,79m		Axe	AD	3005,80	22,29	115,24	315806,83	3737206,40	0,00	0,00
103	P103	PK=3035,79m		Interv/Seg	AD	3035,80	30,00	480,66	315778,20	3737197,43	0,00	0,00
104	P104	PK=3065,79m		Interv/Seg	AD	3065,80	30,00	480,66	315749,58	3737188,45	0,00	0,00
105	P105	PK=3095,79m		Interv/Seg	AD	3095,80	30,00	480,66	315720,95	3737179,48	0,00	0,00
106	P106	PK=3125,79m		Interv/Seg	AD	3125,80	30,00	480,66	315692,32	3737170,50	0,00	0,00
107	P107	PK=3155,79m		Interv/Seg	AD	3155,80	30,00	480,66	315663,70	3737161,53	0,00	0,00
108	P108	PK=3185,79m		Interv/Seg	AD	3185,80	30,00	480,66	315635,07	3737152,56	0,00	0,00
109	P109	PK=3215,79m		Interv/Seg	AD	3215,80	30,00	480,66	315606,44	3737143,58	0,00	0,00
110	P110	PK=3245,79m		Interv/Seg	AD	3245,80	30,00	480,66	315577,82	3737134,61	0,00	0,00

111	P111	PK=3275,79m		Interv/Seg	AD	3275,80	30,00	480,66	315549,19	3737125,64	0,00	0,00
112	P112	PK=3305,79m		Interv/Seg	AD	3305,80	30,00	480,66	315520,57	3737116,66	0,00	0,00
113	P113	PK=3335,79m		Interv/Seg	AD	3335,80	30,00	480,66	315491,94	3737107,69	0,00	0,00
114	P114	PK=3365,79m		Interv/Seg	AD	3365,80	30,00	480,66	315463,31	3737098,71	0,00	1255,51
115	P115	PK=3395,79m		Interv/Seg	AD	3395,80	30,00	480,66	315434,69	3737089,74	1255,51	-1,58
116	P116	PK=3425,79m		Interv/Seg	AD	3425,80	30,00	480,66	315406,06	3737080,77	1253,94	-2,04
117	P117	PK=3455,79m		Interv/Seg	AD	3455,80	30,00	480,66	315377,43	3737071,79	1251,90	2,50
118	P118	PK=3485,79m		Interv/Seg	AD	3485,80	30,00	480,66	315348,81	3737062,82	1254,40	0,74
119	P119	PK=3515,79m		Interv/Seg	AD	3515,80	30,00	480,66	315320,18	3737053,85	1255,14	0,00
120	P120	PK=3545,79m		Interv/Seg	AD	3545,80	30,00	480,66	315291,55	3737044,87	1255,14	-0,49
121	P121	PK=3575,79m		Interv/Seg	AD	3575,80	30,00	480,66	315262,93	3737035,90	1254,65	-1,40
122	P122	PK=3605,79m		Interv/Seg	AD	3605,80	30,00	480,66	315234,30	3737026,92	1253,24	-0,15
123	P123	PK=3635,79m		Interv/Seg	AD	3635,80	30,00	480,66	315205,67	3737017,95	1253,10	0,48
124	P124	PK=3665,79m		Interv/Seg	AD	3665,80	30,00	480,66	315177,05	3737008,98	1253,57	0,20
125	P125	PK=3695,79m		Interv/Seg	AD	3695,80	30,00	480,66	315148,42	3737000,00	1253,77	0,18
126	P126	PK=3725,79m		Interv/Seg	AD	3725,80	30,00	480,66	315119,80	3736991,03	1253,95	0,43
127	P127	PK=3755,79m		Interv/Seg	AD	3755,80	30,00	480,66	315091,17	3736982,06	1254,38	2,19
128	P128	PK=3785,79m		Interv/Seg	AD	3785,80	30,00	480,66	315062,54	3736973,08	1256,58	2,21
129	P129	PK=3815,79m		Interv/Seg	AD	3815,80	30,00	480,66	315033,92	3736964,11	1258,79	1,31
130	P130	PK=3845,79m		Interv/Seg	AD	3845,80	30,00	480,66	315005,29	3736955,13	1260,10	0,43
131	P131	PK=3875,79m		Interv/Seg	AD	3875,80	30,00	480,66	314976,66	3736946,16	1260,53	0,26
132	P132	PK=3905,79m		Interv/Seg	AD	3905,80	30,00	480,66	314948,04	3736937,19	1260,79	0,62
133	P133	PK=3935,79m		Interv/Seg	AD	3935,80	30,00	480,66	314919,41	3736928,21	1261,41	0,36
134	P134	PK=3965,79m		Interv/Seg	AD	3965,80	30,00	480,66	314890,78	3736919,24	1261,77	0,24
135	P135	PK=3995,79m		Interv/Seg	AD	3995,80	30,00	480,66	314862,16	3736910,27	1262,01	0,13
136	P136	PK=4025,79m		Interv/Seg	AD	4025,80	30,00	480,66	314833,53	3736901,29	1262,15	0,28
137	P137	PK=4055,79m		Interv/Seg	AD	4055,80	30,00	480,66	314804,91	3736892,32	1262,43	0,30
138	P138	PK=4085,79m		Interv/Seg	AD	4085,80	30,00	480,66	314776,28	3736883,34	1262,73	0,26
139	P139	PK=4115,79m		Interv/Seg	AD	4115,80	30,00	480,66	314747,65	3736874,37	1262,99	-0,25
140	P140	PK=4145,79m		Interv/Seg	AD	4145,80	30,00	480,66	314719,03	3736865,40	1262,74	-1,63
141	P141	PK=4175,79m		Interv/Seg	AD	4175,80	30,00	480,66	314690,40	3736856,42	1261,11	-2,00

142	P142	PK=4205,79m		Interv/Seg	AD	4205,80	30,00	480,66	314661,77	3736847,45	1259,11	-1,50
143	P143	PK=4235,79m		Interv/Seg	AD	4235,80	30,00	480,66	314633,15	3736838,48	1257,61	-1,05
144	P144	PK=4265,79m		Interv/Seg	AD	4265,80	30,00	480,66	314604,52	3736829,50	1256,56	-0,79
145	P145	PK=4295,79m		Interv/Seg	AD	4295,80	30,00	480,66	314575,89	3736820,53	1255,77	0,67
146	P146	PK=4325,79m		Interv/Seg	AD	4325,80	30,00	480,66	314547,27	3736811,55	1256,44	-1,48
147	P147	PK=4355,79m		Interv/Seg	AD	4355,80	30,00	480,66	314518,64	3736802,58	1254,96	-0,15
148	P148	PK=4385,79m		Interv/Seg	AD	4385,80	30,00	480,66	314490,01	3736793,61	1254,81	1,33
149	P149	PK=4415,79m		Interv/Seg	AD	4415,80	30,00	480,66	314461,39	3736784,63	1256,14	-0,12
150	P150	PK=4445,79m		Interv/Seg	AD	4445,80	30,00	480,66	314432,76	3736775,66	1256,02	0,22
151	P151	PK=4475,79m		Interv/Seg	AD	4475,80	30,00	480,66	314404,14	3736766,69	1256,24	0,64
152	P152	PK=4505,79m		Interv/Seg	AD	4505,80	30,00	480,66	314375,51	3736757,71	1256,88	0,76
153	P153	PK=4535,79m		Interv/Seg	AD	4535,80	30,00	480,66	314346,88	3736748,74	1257,65	-0,23
154	P154	PK=4565,79m		Interv/Seg	AD	4565,80	30,00	480,66	314318,26	3736739,76	1257,42	-0,46
155	P155	PK=4595,79m		Interv/Seg	AD	4595,80	30,00	480,66	314289,63	3736730,79	1256,96	-0,07
156	P156	PK=4621,83m		Extremité	AD	4621,83	26,04	480,66	314264,79	3736723,00	1256,88	
												102,95
												4621,83
												2,23%

Tableau 13: dénivelée cumulée "Variante 01"

**Dénivelée cumulée moyenne :**

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

**Dénivelée cumulée**

$$\Sigma Dh = 102.95 \text{ m}$$

$$LT = 4621.83 \text{ m}$$

$$Dc = 2.23 \%$$

Les valeurs seuils déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types 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	$Dc > 4\%$

**Tableau 14: Classification du terrain et dénivelée cumulée « variante 01 »**

Terrain est: **vallonne**

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents

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

**Tableau 15: Environnement de la route « variante 01 »**

Dans notre cas nous avons :

Terrain Plat, Sinuosité Faible

**Environnement : E2**

## Vitesse de référence

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

**Tableau 16: Vitesse de référence « variante 01 »**

Vitesse Vr = 80 km/h

## Courbes en plan

### Dévers

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
<i>dmin</i>	-2,50%	2,50%	-3%	-3%	-4%
<i>dmax</i>	7%	7%	8%	8%	9%

**Tableau 17: Devers « variante 01 »**

### Détermination du coefficient transversal ft

Vr	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,22	0,16	0,13	0,11	0,1	0,1
CAT 3-4-5	0,22	0,18	0,15	0,125	0,11	/

**Tableau 18: Coefficient transversal ft « variante 01 »**

---

Détermination du coefficient F'' en fonction de la catégorie

Catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
F''	0,06	0,06	0,07	0,075	0,075

**Tableau 19: coefficient F'' « variante 01 »**

Tableau récapitulatif

dmax	
=	7,00%
dmin =	2,5%
ft =	0,13
d(R1)	0.0301
d(R2)	0.025
F'' =	0,06

**Le rayon minimal absolu RHm**

$$RHm = \frac{Vr^2 \text{ (Km/h)}}{127(d + ft)}$$

$$RHm = \mathbf{251.96 \text{ m}}$$

**Le rayon minimal normal RHN**

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

$$RHN = 492.12 \text{ m}$$

**Le rayon au devers minimal RHd**

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

$$RHd = 1007.87 \text{ m}$$



---

### Le rayon non déversé RHnd

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

$$RHnd = 1439.82 \text{ m}$$

### 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.

$$R_1 = 800 \text{ m}$$

$$R_2 = 1500 \text{ m}$$

### Calcul de l'axe

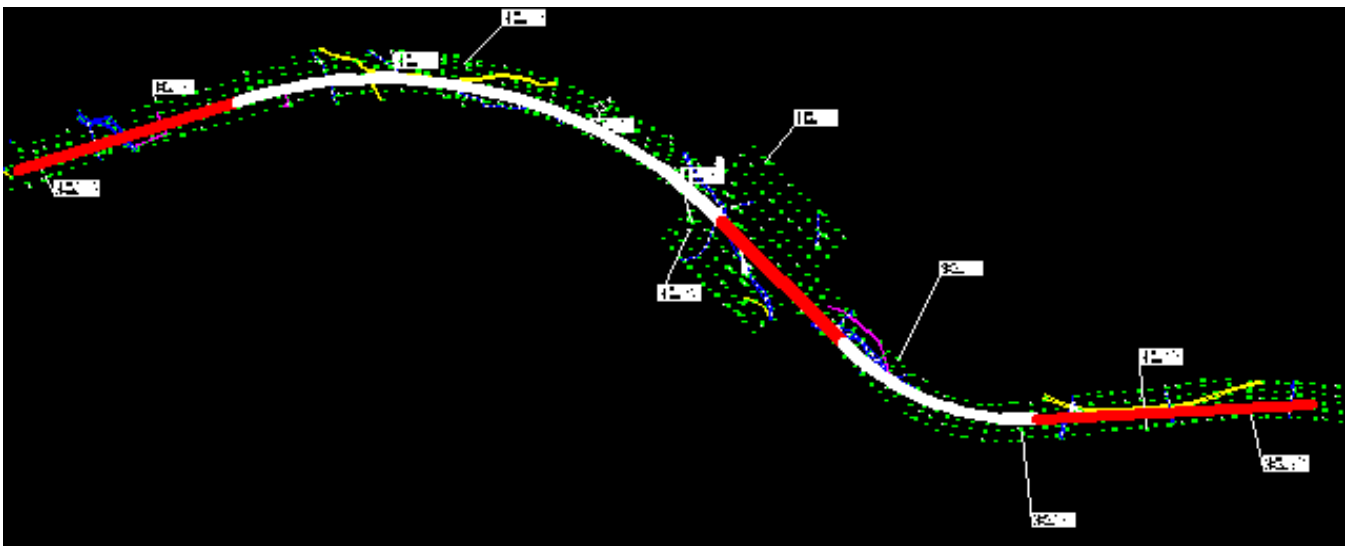


Figure 13: calcul d'axe Variante01

## Les coordonnées des sommets

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
Alignement droit		1213,5019	0	318290,0205	3736001,756
Gisement	296,9082		1213,5019	317077,9494	3735942,845
Alignement droit		1792,2931			
Gisement	349,81		3005,795	315806,8298	3737206,4
Alignement droit		1616,0361			
Gisement	280,6611		4621,8311	314264,7855	3736723,003
Longueur totale		4621,8311			

**Tableau 20 : Coordonnées définissant l'axe de la variante 1**

Les calculs de gisements et des angles au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

<b>Directions</b>	<u>Valeurs de <math>\Delta X</math> et <math>\Delta Y</math></u>		<u>Valeurs des Gisements</u>		<u>Distances</u>	<u>L'angle au centre</u>
<b>AS<sub>1</sub></b>	$\Delta X$ =	- <b>1212.0711</b> m	<b>GS<sub>1</sub></b>	<b>296.9082g</b> r	<b>1213.5019</b> m	<b><math>\beta_1 =</math> 52.90 gr</b>
	$\Delta Y$ =	- <b>58.911m</b>				
<b>S<sub>1</sub>S<sub>2</sub></b>	$\Delta X$ =	- <b>1271.1196</b> m	<b>GS<sub>1</sub>S<sub>2</sub></b>	<b>349.81gr</b>	<b>1792.2931</b> m	
	$\Delta Y$ =	<b>1263.555m</b>				
<b>S<sub>2</sub>B</b>	$\Delta X$ =	- <b>1542.0443</b> m	<b>GS<sub>2</sub>S</b>	<b>280.6611g</b> r	<b>1616.0361</b> m	
	$\Delta Y$ =	- <b>483.397m</b>				

**Tableau21: Les valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 1"**

---

## Détermination des éléments des Raccordements

Tableau des résultats

Rayons	Tangente	Développée	Bissectrice	flèche
<b>R<sub>1</sub> = 800 m</b>	<b>352.93 m</b>	<b>664.76 m</b>	<b>74.38 m</b>	<b>68.06 m</b>
<b>R<sub>2</sub> = 1500 m</b>	<b>905.46 m</b>	<b>1629.07 m</b>	<b>252.02 m</b>	<b>215.77 m</b>

**Tableau 22: Eléments des raccordements circulaires "variante 1"**

### La longueur totale des alignements droits : LAD

$$LAD = AT_1 + T_1T_2 + T_2B = 860.57 \text{ m} + 533.9 \text{ m} + 710.57 \text{ m} = 2105.04 \text{ m}$$

$$\mathbf{LAD = 2105.04 \text{ m}}$$

### La longueur totale des arcs de cercles : LC

$$LC = D_1 + D_2 = 664.76 \text{ m} + 1629.07 \text{ m} = 2290.83 \text{ m}$$

$$\mathbf{LC = 2290.83 \text{ m}}$$

### La longueur totale du tronçon : LT

$$LT = LAD + LC = 2105.04 + 2290.83 = 4395.87 \text{ m}$$

$$\mathbf{LT = 4399.08 \text{ m}}$$

### Pourcentage en alignement droit

$$\% \text{ alig\_Droit} = 48\%$$

### Pourcentage en Courbe

$$\% \text{ courbe} = 52\%$$

## Déclivités - Profil en long

Déclivités (variante 1):

Rampe : P1 = 3.506%

Pente : P2 = -4.507%

Pente : P3 = -4.935%

Pente : P4 = -3.43%

Pente : P5 = -1.551%

Pente : P6 = -0.157%

Rampe : P7 = 2.086%

Pente : P8 = -3.713%

Rampe : P9 = 0.946%

## Cubatures Approchées

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	15,00	1,03	0,00	1,03	15,44	15,44	0,10	2,94	3,04	45,57	45,57
P2	30,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,44	50,61	68,78	119,39	3581,79	3627,36
P3	60,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,44	147,50	192,00	339,50	10184,99	13812,36
P4	90,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,44	146,19	170,22	316,41	9492,23	23304,59
P5	120,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,44	65,37	94,01	159,37	4781,25	28085,84
P6	150,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,44	22,58	39,60	62,18	1865,41	29951,24
P7	180,00	30,00	9,83	0,63	10,46	313,81	329,25	0,04	2,72	2,76	82,67	30033,92
P8	210,00	30,00	19,32	5,90	25,22	756,68	1085,93	0,04	0,02	0,06	1,89	30035,81
P9	240,00	30,00	2,19	0,00	2,19	65,60	1151,53	0,29	8,59	8,88	266,32	30302,13
P10	270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	16,74	29,03	45,77	1373,21	31675,34
P11	300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	37,72	54,90	92,62	2778,72	34454,06
P12	330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	61,17	81,61	142,78	4283,41	38737,47
P13	360,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	86,80	107,25	194,05	5821,59	44559,06

P14	390,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	106,66	130,17	236,83	7104,80	51663,85
P15	420,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	126,88	139,73	266,61	7998,24	59662,09
P16	450,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	130,91	150,40	281,31	8439,40	68101,49
P17	480,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	102,81	124,65	227,46	6823,81	74925,30
P18	510,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	87,82	111,54	199,36	5980,87	80906,17
P19	540,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	81,37	107,92	189,30	5678,91	86585,08
P20	570,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	81,23	110,70	191,93	5757,96	92343,03
P21	600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	79,28	107,30	186,58	5597,45	97940,48
P22	630,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	75,82	100,52	176,35	5290,38	103230,86
P23	660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	73,89	89,01	162,90	4886,98	108117,84
P24	690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	84,23	93,42	177,65	5329,43	113447,27
P25	720,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	98,09	111,20	209,29	6278,64	119725,91
P26	750,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	96,68	114,05	210,73	6321,90	126047,80
P27	780,00	20,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	84,74	86,67	171,41	3499,58	129547,39
P28	790,83	20,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	67,27	75,31	142,58	2911,03	132458,41
P29	820,83	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	35,66	40,49	76,15	2284,46	134742,87
P30	850,83	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1151,53	11,22	15,94	27,16	814,79	135557,66
P31	880,83	30,00	11,44	6,74	18,18	545,53	1697,06	0,03	0,03	0,06	1,85	135559,51
P32	910,83	24,31	33,01	22,47	55,48	1348,53	3045,59	0,04	0,03	0,06	1,54	135561,05
P33	929,44	24,31	39,55	28,78	68,34	1661,01	4706,60	0,03	0,03	0,06	1,50	135562,55
P34	959,44	30,00	32,93	26,25	59,19	1775,59	6482,19	0,03	0,03	0,06	1,79	135564,34
P35	989,44	30,00	29,16	23,54	52,70	1580,97	8063,16	0,03	0,03	0,06	1,81	135566,15
P36	1019,44	30,00	38,83	32,51	71,34	2140,10	10203,26	0,03	0,03	0,06	1,82	135567,97
P37	1049,44	30,00	47,47	42,26	89,72	2691,67	12894,93	0,03	0,03	0,06	1,78	135569,76
P38	1079,44	30,00	37,01	35,42	72,42	2172,68	15067,61	0,03	0,03	0,06	1,84	135571,60
P39	1109,44	30,00	18,46	21,43	39,89	1196,55	16264,16	0,03	0,03	0,06	1,81	135573,41
P40	1139,44	30,00	2,21	3,21	5,42	162,65	16426,81	0,03	0,03	0,06	1,85	135575,27
P41	1169,44	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	7,79	5,06	12,84	385,31	135960,58
P42	1199,44	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	22,01	19,27	41,28	1238,30	137198,89
P43	1229,44	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	38,30	53,60	91,90	2756,86	139955,75
P44	1259,44	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	31,74	52,60	84,34	2530,16	142485,91
P45	1289,44	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	40,86	64,34	105,20	3155,91	145641,82
P46	1319,44	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	44,37	53,87	98,24	2947,19	148589,01
P47	1349,44	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	49,67	62,60	112,26	3367,92	151956,93
P48	1379,44	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	45,50	53,35	98,85	2965,43	154922,35
P49	1409,44	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	45,20	50,74	95,94	2878,19	157800,54
P50	1439,44	23,09	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	43,63	46,60	90,23	2083,15	159883,69
P51	1455,62	23,09	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	43,45	43,34	86,79	2003,74	161887,43
P52	1485,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	48,97	48,97	97,94	2927,71	164815,14

	62							63	59		4
P53	1515,62	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	52,92	54,10786	107,78	3233,51 168048,65
P54	1545,62	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	56,42	58,62	115,04	3451,09 171499,75
P55	1575,62	24,31	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	67,76	77,01	144,77	3518,82 175018,57
P56	1594,23	24,31	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	84,69	72,57	157,26	3822,27 178840,85
P57	1624,23	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	64,51	54,42	118,93	3567,96 182408,81
P58	1654,23	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	57,57	49,65	107,22	3216,64 185625,45
P59	1684,23	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	50,67	44,04	94,71	2841,42 188466,87
P60	1714,23	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	25,77	20,92	46,69	1400,66 189867,53
P61	1744,23	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	16,68	12,29	28,97	869,02 190736,55
P62	1774,23	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	17,69	11,63	29,33	879,79 191616,35
P63	1804,23	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	24,45	17,67	42,12	1263,61 192879,96
P64	1834,23	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	31,78	25,32	57,10	1712,95 194592,91
P65	1864,23	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	26,02	22,19	48,21	1446,34 196039,25
P66	1894,23	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	31,56	27,48	59,04	1771,19 197810,44
P67	1924,23	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	37,29	33,28	70,58	2117,34 199927,78
P68	1954,23	25,18	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	38,61	34,13	72,74	1831,94 201759,72
P69	1974,60	25,18	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	34,80	35,03	69,83	1758,69 203518,40
P70	2004,60	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	52,59	39,98	92,57	2777,08 206295,49
P71	2034,60	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	31,20	38,09	69,30	2078,87 208374,35
P72	2064,60	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	36,48	45,15	81,64	2449,11 210823,46
P73	2094,60	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	21,58	25,98	47,56	1426,79 212250,25
P74	2124,60	23,33	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	10,65	15,96	26,61	621,01 212871,25
P75	2141,26	23,33	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	4,49	9,75	14,25	332,41 213203,67
P76	2171,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	3,99	9,04	13,03	390,93 213594,59
P77	2201,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	10,72	15,98	26,71	801,20 214395,79
P78	2231,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	18,16	23,02	41,18	1235,50 215631,29
P79	2261,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	16,02	19,12	35,14	1054,28 216685,57
P80	2291,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	21,01	22,31	43,32	1299,50 217985,07
P81	2321,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	21,89	24,04	45,93	1377,87 219362,93
P82	2351,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	22,77	25,14	47,91	1437,40 220800,34
P83	2381,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	20,95	23,51	44,47	1334,05 222134,38
P84	2411,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	18,36	20,25	38,61	1158,28 223292,66
P85	2441,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	16,24	17,61	33,85	1015,42 224308,08
P86	2471,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	13,74	15,27	29,00	870,07 225178,14
P87	2501,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	11,49	13,01	24,50	734,98 225913,12
P88	2531,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	9,78	11,05	20,83	625,04 226538,16
P89	2561,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	8,31	9,37	17,68	530,44 227068,60
P90	2591,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	6,94	7,95	14,89	446,69 227515,29

P91	2621,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	7,32	7,1	14,8	435,09	227950,38
P92	2651,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	8,36	8,0	16,1	490,84	228441,22
P93	2681,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	8,49	8,6	17,3	513,54	228954,77
P94	2711,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	8,47	10,57	19,03	570,97	229525,73
P95	2741,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	9,08	10,35	19,43	583,02	230108,75
P96	2771,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	9,08	8,0	17,9	515,20	230623,95
P97	2801,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	6,79	5,6	12,8	374,17	230998,11
P98	2831,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	4,40	3,5	7,9	238,72	231236,84
P99	2861,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16426,81	2,58	1,7	4,3	128,86	231365,70
P100	2891,26	30,00	0,00	0,02	0,02	0,64	16427,46	1,13	0,2	1,4	42,17	231407,87
P101	2921,26	30,00	0,67	1,45	2,11	63,44	16490,90	0,32	0,0	0,3	10,55	231418,42
P102	2951,26	30,00	1,42	2,69	4,11	123,28	16614,17	0,06	0,0	0,0	2,80	231421,22
P103	2981,26	30,00	0,62	1,73	2,35	70,54	16684,72	0,38	0,0	0,4	12,54	231433,76
P104	3011,26	30,00	0,13	2,84	2,97	89,21	16773,92	2,38	0,0	2,4	72,50	231506,26
P105	3041,26	30,00	0,00	0,33	0,33	9,93	16783,85	5,00	0,9	5,9	178,85	231685,10
P106	3071,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16783,85	9,13	3,3	12,8	375,41	232060,52
P107	3101,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16783,85	4,46	1,9	6,3	190,71	232251,23
P108	3131,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16783,85	9,81	6,4	16,9	489,07	232740,30
P109	3161,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16783,85	6,86	9,4	16,4	489,08	233229,38
P110	3191,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16783,85	2,81	6,5	9,3	280,00	233509,37
P111	3221,26	30,00	6,87	4,97	11,83	355,03	17138,88	0,03	0,0	0,0	1,79	233511,16
P112	3251,26	30,00	8,88	7,71	16,58	497,50	17636,38	0,03	0,0	0,0	1,80	233512,96
P113	3281,26	30,00	8,22	7,83	16,05	481,48	18117,86	0,03	0,0	0,0	1,80	233514,76
P114	3311,26	30,00	4,23	4,46	8,69	260,72	18378,58	0,03	0,0	0,0	1,79	233516,55
P115	3341,26	30,00	0,20	0,26	0,45	13,57	18392,15	0,39	0,2	0,6	20,26	233536,81
P116	3371,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18392,15	5,95	5,1	11,8	333,99	233870,80
P117	3401,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18392,15	8,51	8,1	16,0	498,12	234368,93
P118	3431,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18392,15	3,93	4,7	8,6	258,95	234627,77
P119	3461,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18392,15	1,73	2,6	4,3	130,47	234758,34
P120	3491,26	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18392,15	2,47	3,0	5,5	164,86	234923,20
P121	3521,26	30,00	0,05	0,00	0,05	1,35	18393,51	0,28	1,6	1,9	57,16	234980,36
P122	3551,26	30,00	5,68	4,37	10,05	301,39	18694,89	0,03	0,0	0,0	1,81	234982,17
P123	3581,26	26,31	14,43	12,98	27,42	721,30	19416,20	0,03	0,0	0,0	1,59	234983,76
P124	3603,88	26,31	23,13	21,11	44,23	1163,70	20579,89	0,03	0,0	0,0	1,57	234985,33
P125	3633,88	30,00	23,09	21,01	44,09	1322,82	21902,71	0,03	0,0	0,0	1,79	234987,12
P126	3663,88	30,00	20,22	18,91	39,12	1173,66	23076,37	0,03	0,0	0,0	1,80	234988,92
P127	3693,88	30,00	19,16	17,31	36,47	1094,12	24170,50	0,03	0,0	0,0	1,80	234990,72
P128	3723,88	30,00	18,86	17,43	36,30	1088,88	25259,38	0,03	0,0	0,0	1,80	234992,52
P129	3753,	23,33	15,77	15,03	30,80	718,63	25978,01	0,03	0,0	0,0	1,41	234993,9

	88							3	6		3	
P130	3770,55	23,33	14,41	13,87	28,29	660,01	26638,02	0,03	0,0	0,0	1,40	234995,33
P131	3800,55	30,00	11,18	10,91	22,09	662,62	27300,64	0,03	0,0	0,0	1,80	234997,13
P132	3830,55	30,00	9,07	8,85	17,92	537,47	27838,11	0,03	0,0	0,0	1,80	234998,93
P133	3860,55	30,00	7,20	6,93	14,13	423,79	28261,90	0,03	0,0	0,0	1,80	235000,73
P134	3890,55	30,00	5,62	5,35	10,97	329,09	28590,99	0,03	0,0	0,0	1,80	235002,53
P135	3920,55	30,00	3,45	3,24	6,69	200,80	28791,79	0,03	0,0	0,0	1,80	235004,33
P136	3950,55	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28791,79	3,40	3,1	6,5	195,02	235199,35
P137	3980,55	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28791,79	11,27	10,40	21,68	650,27	235849,62
P138	4010,55	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28791,79	13,56	13,25	26,82	804,51	236654,13
P139	4040,55	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28791,79	15,24	12,37	27,61	828,24	237482,37
P140	4070,55	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28791,79	11,16	19,95	31,11	933,19	238415,56
P141	4100,55	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28791,79	0,98	1,3	2,3	69,08	238484,64
P142	4130,55	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28791,79	4,27	4,5	8,8	265,38	238750,02
P143	4160,55	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28791,79	2,42	4,0	6,4	193,01	238943,03
P144	4190,55	30,00	4,77	4,46	9,23	276,96	29068,75	0,03	0,0	0,0	1,79	238944,82
P145	4220,55	30,00	3,50	3,13	6,64	199,13	29267,88	0,03	0,0	0,0	1,80	238946,63
P146	4250,55	30,00	3,13	2,68	5,81	174,38	29442,26	0,03	0,0	0,0	1,80	238948,43
P147	4280,55	30,00	4,95	4,50	9,45	283,60	29725,86	0,03	0,0	0,0	1,80	238950,23
P148	4310,55	30,00	8,00	7,14	15,14	454,32	30180,18	0,03	0,0	0,0	1,80	238952,03
P149	4340,55	30,00	4,92	4,47	9,39	281,76	30461,94	0,03	0,0	0,0	1,79	238953,82
P150	4370,55	28,39	1,17	0,69	1,85	52,60	30514,54	0,03	0,1	0,1	4,17	238957,99
P151	4397,33	13,39	0,02	0,00	0,02	0,29	30514,83	0,54	1,1	1,7	22,95	238980,94

Tableau 23: Cubature approchée de la variante 01

## Etude de la variante 2

La variante une est composée en de trois virages



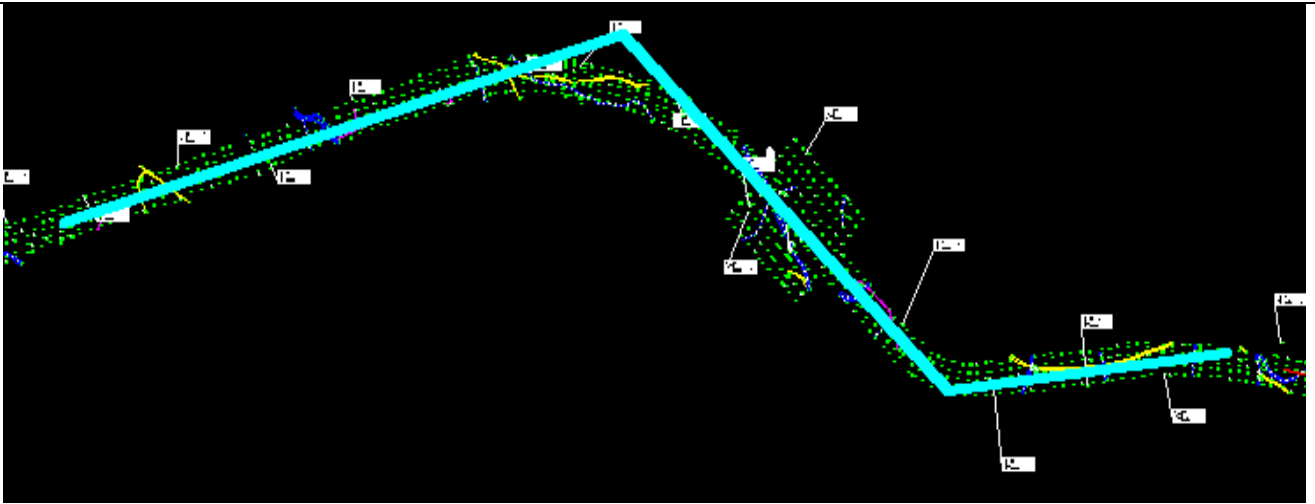


Figure 14: Variante 02

## Environnement de la route

### Sinuosité :

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

$$L_s = 0 \text{ m} \quad L_T = 5471.68 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{0}{5471.68} = 0$$

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

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

Tableau24: Sinuosité « variante 02 »

Sinuosité : **faible**

### Dénivelée cumulée moyenne

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

Tableau : dénivelée cumulée

N°	Tab,	Elt		Ac/In	Distance		Gisement	Point d'axe			
		Origine	Elt		Cumulée	Partielle		X	Y	Z	
1		Extrémité	AD	X	0,00	0,00	392,99	318361,25	3736040,24	1351,30	6,81
2		Interv/Seg	AD	X	30,00	30,00	392,99	318331,43	3736036,94	1358,11	-1,01
3		Interv/Seg	AD	X	60,00	30,00	392,99	318301,61	3736033,65	1357,09	-5,99
4		Interv/Seg	AD	X	90,00	30,00	392,99	318271,79	3736030,35	1351,11	-6,65
5		Interv/Seg	AD	X	120,00	30,00	392,99	318241,97	3736027,06	1344,46	-1,23
6		Interv/Seg	AD	X	150,00	30,00	392,99	318212,15	3736023,76	1343,22	4,39
7		Interv/Seg	AD	X	180,00	30,00	392,99	318182,33	3736020,47	1347,61	4,59
8		Interv/Seg	AD	X	210,00	30,00	392,99	318152,52	3736017,17	1352,20	4,02
9		Interv/Seg	AD	X	240,00	30,00	392,99	318122,70	3736013,88	1356,22	3,68
10		Interv/Seg	AD	X	270,00	30,00	392,99	318092,88	3736010,58	1359,90	-1,30
11		Interv/Seg	AD	X	300,00	30,00	392,99	318063,06	3736007,29	1358,61	-1,01
12		Interv/Seg	AD	X	330,00	30,00	392,99	318033,24	3736003,99	1357,60	-2,90
13		Interv/Seg	AD	X	360,00	30,00	392,99	318003,42	3736000,70	1354,70	-2,98
14		Interv/Seg	AD	X	390,00	30,00	392,99	317973,60	3735997,40	1351,72	-2,59
15		Interv/Seg	AD	X	420,00	30,00	392,99	317943,79	3735994,11	1349,13	-3,28
16		Interv/Seg	AD	X	450,00	30,00	392,99	317913,97	3735990,81	1345,85	-2,12
17		Interv/Seg	AD	X	480,00	30,00	392,99	317884,15	3735987,52	1343,73	-1,92
18		Interv/Seg	AD	X	510,00	30,00	392,99	317854,33	3735984,22	1341,81	-0,20
19		Interv/Seg	AD	X	540,00	30,00	392,99	317824,51	3735980,93	1341,61	0,43
20		Interv/Seg	AD	X	570,00	30,00	392,99	317794,69	3735977,63	1342,04	-0,39
21		Interv/Seg	AD	X	600,00	30,00	392,99	317764,87	3735974,34	1341,64	-0,91
22		Interv/Seg	AD	X	630,00	30,00	392,99	317735,06	3735971,04	1340,73	-0,94
23		Interv/Seg	AD	X	660,00	30,00	392,99	317705,24	3735967,75	1339,79	-0,70
24		Interv/Seg	AD	X	690,00	30,00	392,99	317675,42	3735964,46	1339,09	-1,04
25		Interv/Seg	AD	X	720,00	30,00	392,99	317645,60	3735961,16	1338,05	-1,66
26		Interv/Seg	AD	X	750,00	30,00	392,99	317615,78	3735957,87	1336,39	-2,60
27		Interv/Seg	AD	X	780,00	30,00	392,99	317585,96	3735954,57	1333,80	-1,02
28		Interv/Seg	AD	X	810,00	30,00	392,99	317556,15	3735951,28	1332,78	-0,90
29		Interv/Seg	AD	X	840,00	30,00	392,99	317526,33	3735947,98	1331,88	0,96
30		Interv/Seg	AD	X	870,00	30,00	392,99	317496,51	3735944,69	1332,84	2,23
31		Interv/Seg	AD	X	900,00	30,00	392,99	317466,69	3735941,39	1335,07	3,03
32		Interv/Seg	AD	X	930,00	30,00	392,99	317436,87	3735938,10	1338,10	4,28
33		Interv/Seg	AD	X	960,00	30,00	392,99	317407,05	3735934,80	1342,37	3,64
34		Interv/Seg	AD	X	990,00	30,00	392,99	317377,23	3735931,51	1346,02	-1,49
35		Interv/Seg	AD	X	1020,00	30,00	392,99	317347,42	3735928,21	1344,53	-3,66
36		Interv/Seg	AD	X	1050,00	30,00	392,99	317317,60	3735924,92	1340,87	-1,39
37		Interv/Seg	AD	X	1080,00	30,00	392,99	317287,78	3735921,62	1339,48	0,46
38		Interv/Seg	AD	X	1110,00	30,00	392,99	317257,96	3735918,33	1339,94	-1,12
39		Interv/Seg	AD	X	1140,00	30,00	392,99	317228,14	3735915,03	1338,82	-3,31
40		Interv/Seg	AD	X	1170,00	30,00	392,99	317198,32	3735911,74	1335,51	-1,82
41		Axe	AD	X	1178,05	8,05	320,10	317190,32	3735910,85	1333,68	-6,57
42		Interv/Seg	AD	X	1208,05	30,00	47,20	317168,20	3735931,11	1327,11	-3,34
43		Interv/Seg	AD	X	1238,05	30,00	47,20	317146,07	3735951,38	1323,77	-3,34
44		Interv/Seg	AD	X	1268,05	30,00	47,20	317123,95	3735971,64	1320,43	-2,21
45		Interv/Seg	AD	X	1298,05	30,00	47,20	317101,82	3735991,90	1318,22	-2,31
46		Interv/Seg	AD	X	1328,05	30,00	47,20	317079,70	3736012,16	1315,92	-3,70
47		Interv/Seg	AD	X	1358,05	30,00	47,20	317057,58	3736032,42	1312,22	-3,22
48		Interv/Seg	AD	X	1388,05	30,00	47,20	317035,45	3736052,68	1309,00	-3,04
49		Interv/Seg	AD	X	1418,05	30,00	47,20	317013,33	3736072,94	1305,96	-0,69
50		Interv/Seg	AD	X	1448,05	30,00	47,20	316991,20	3736093,20	1305,27	-0,32
51		Interv/Seg	AD	X	1478,05	30,00	47,20	316969,08	3736113,46	1304,95	-2,69
52		Interv/Seg	AD	X	1508,05	30,00	47,20	316946,95	3736133,73	1302,27	-2,01
53		Interv/Seg	AD	X	1538,05	30,00	47,20	316924,83	3736153,99	1300,26	-1,28
54		Interv/Seg	AD	X	1568,05	30,00	47,20	316902,70	3736174,25	1298,98	-0,55
55		Interv/Seg	AD	X	1598,05	30,00	47,20	316880,58	3736194,51	1298,43	-2,84
56		Interv/Seg	AD	X	1628,05	30,00	47,20	316858,46	3736214,77	1295,59	0,80
57		Interv/Seg	AD	X	1658,05	30,00	47,20	316836,33	3736235,03	1296,39	-0,48
58		Interv/Seg	AD	X	1688,05	30,00	47,20	316814,21	3736255,29	1295,91	0,62

59	Interv/Seg	AD	X	1718,05	30,00	47,20	316792,08	3736275,55	1296,53	-1,36
60	Interv/Seg	AD	X	1748,05	30,00	47,20	316769,96	3736295,82	1295,17	-0,80
61	Interv/Seg	AD	X	1778,05	30,00	47,20	316747,83	3736316,08	1294,37	-0,01
62	Interv/Seg	AD	X	1808,05	30,00	47,20	316725,71	3736336,34	1294,36	0,54
63	Interv/Seg	AD	X	1838,05	30,00	47,20	316703,59	3736356,60	1294,91	0,98
64	Interv/Seg	AD	X	1868,05	30,00	47,20	316681,46	3736376,86	1295,88	-1,25
65	Interv/Seg	AD	X	1898,05	30,00	47,20	316659,34	3736397,12	1294,64	-2,73
66	Interv/Seg	AD	X	1928,05	30,00	47,20	316637,21	3736417,38	1291,91	-2,42
67	Interv/Seg	AD	X	1958,05	30,00	47,20	316615,09	3736437,64	1289,48	-1,74
68	Interv/Seg	AD	X	1988,05	30,00	47,20	316592,96	3736457,90	1287,75	-2,37
69	Interv/Seg	AD	X	2018,05	30,00	47,20	316570,84	3736478,17	1285,37	-1,74
70	Interv/Seg	AD	X	2048,05	30,00	47,20	316548,72	3736498,43	1283,63	-1,64
71	Interv/Seg	AD	X	2078,05	30,00	47,20	316526,59	3736518,69	1281,99	-1,66
72	Interv/Seg	AD	X	2108,05	30,00	47,20	316504,47	3736538,95	1280,33	-1,52
73	Interv/Seg	AD	X	2138,05	30,00	47,20	316482,34	3736559,21	1278,81	-2,78
74	Interv/Seg	AD	X	2168,05	30,00	47,20	316460,22	3736579,47	1276,03	0,43
75	Interv/Seg	AD	X	2198,05	30,00	47,20	316438,09	3736599,73	1276,46	-0,17
76	Interv/Seg	AD	X	2228,05	30,00	47,20	316415,97	3736619,99	1276,29	0,08
77	Interv/Seg	AD	X	2258,05	30,00	47,20	316393,85	3736640,25	1276,37	-1,26
78	Interv/Seg	AD	X	2288,05	30,00	47,20	316371,72	3736660,52	1275,11	-1,99
79	Interv/Seg	AD	X	2318,05	30,00	47,20	316349,60	3736680,78	1273,12	-0,65
80	Interv/Seg	AD	X	2348,05	30,00	47,20	316327,47	3736701,04	1272,47	-0,80
81	Interv/Seg	AD	X	2378,05	30,00	47,20	316305,35	3736721,30	1271,67	-1,08
82	Interv/Seg	AD	X	2408,05	30,00	47,20	316283,22	3736741,56	1270,60	-1,04
83	Interv/Seg	AD	X	2438,05	30,00	47,20	316261,10	3736761,82	1269,55	-0,75
84	Interv/Seg	AD	X	2468,05	30,00	47,20	316238,98	3736782,08	1268,80	-0,89
85	Interv/Seg	AD	X	2498,05	30,00	47,20	316216,85	3736802,34	1267,91	-0,87
86	Interv/Seg	AD	X	2528,05	30,00	47,20	316194,73	3736822,61	1267,03	-0,71
87	Interv/Seg	AD	X	2558,05	30,00	47,20	316172,60	3736842,87	1266,33	-0,50
88	Interv/Seg	AD	X	2588,05	30,00	47,20	316150,48	3736863,13	1265,82	-0,92
89	Interv/Seg	AD	X	2618,05	30,00	47,20	316128,35	3736883,39	1264,90	-0,68
90	Interv/Seg	AD	X	2648,05	30,00	47,20	316106,23	3736903,65	1264,22	-0,61
91	Interv/Seg	AD	X	2678,05	30,00	47,20	316084,10	3736923,91	1263,61	-0,71
92	Interv/Seg	AD	X	2708,05	30,00	47,20	316061,98	3736944,17	1262,89	1,38
93	Interv/Seg	AD	X	2738,05	30,00	47,20	316039,86	3736964,43	1264,28	-1264,28
94	Interv/Seg	AD	X	2768,05	30,00	47,20	316017,73	3736984,69	0,00	0,00
95	Interv/Seg	AD	X	2798,05	30,00	47,20	315995,61	3737004,96	0,00	0,00
96	Interv/Seg	AD	X	2828,05	30,00	47,20	315973,48	3737025,22	0,00	0,00
97	Interv/Seg	AD	X	2858,05	30,00	47,20	315951,36	3737045,48	0,00	0,00
98	Interv/Seg	AD	X	2888,05	30,00	47,20	315929,23	3737065,74	0,00	0,00
99	Interv/Seg	AD	X	2918,05	30,00	47,20	315907,11	3737086,00	0,00	0,00
100	Interv/Seg	AD	X	2948,05	30,00	47,20	315884,99	3737106,26	0,00	0,00
101	Interv/Seg	AD	X	2978,05	30,00	47,20	315862,86	3737126,52	0,00	0,00
102	Interv/Seg	AD	X	3008,05	30,00	47,20	315840,74	3737146,78	0,00	0,00
103	Axe	AD	X	3035,92	27,86	314,82	315820,19	3737165,60	0,00	0,00
104	Interv/Seg	AD	X	3065,92	30,00	382,43	315791,32	3737157,43	0,00	0,00
105	Interv/Seg	AD	X	3095,92	30,00	382,43	315762,46	3737149,25	0,00	0,00
106	Interv/Seg	AD	X	3125,92	30,00	382,43	315733,59	3737141,08	0,00	0,00
107	Interv/Seg	AD	X	3155,92	30,00	382,43	315704,73	3737132,91	0,00	0,00
108	Interv/Seg	AD	X	3185,92	30,00	382,43	315675,86	3737124,73	0,00	0,00
109	Interv/Seg	AD	X	3215,92	30,00	382,43	315647,00	3737116,56	0,00	0,00
110	Interv/Seg	AD	X	3245,92	30,00	382,43	315618,13	3737108,38	0,00	0,00
111	Interv/Seg	AD	X	3275,92	30,00	382,43	315589,27	3737100,21	0,00	0,00
112	Interv/Seg	AD	X	3305,92	30,00	382,43	315560,40	3737092,04	0,00	0,00
113	Interv/Seg	AD	X	3335,92	30,00	382,43	315531,54	3737083,86	0,00	1257,77
114	Interv/Seg	AD	X	3365,92	30,00	382,43	315502,67	3737075,69	1257,77	-1,40
115	Interv/Seg	AD	X	3395,92	30,00	382,43	315473,81	3737067,51	1256,37	-1,36
116	Interv/Seg	AD	X	3425,92	30,00	382,43	315444,94	3737059,34	1255,01	-1,37
117	Interv/Seg	AD	X	3455,92	30,00	382,43	315416,08	3737051,16	1253,64	0,92
118	Interv/Seg	AD	X	3485,92	30,00	382,43	315387,21	3737042,99	1254,56	1,55
119	Interv/Seg	AD	X	3515,92	30,00	382,43	315358,35	3737034,82	1256,11	0,17
120	Interv/Seg	AD	X	3545,92	30,00	382,43	315329,48	3737026,64	1256,27	-0,50
121	Interv/Seg	AD	X	3575,92	30,00	382,43	315300,62	3737018,47	1255,78	-0,98
122	Interv/Seg	AD	X	3605,92	30,00	382,43	315271,75	3737010,29	1254,79	-1,45
123	Interv/Seg	AD	X	3635,92	30,00	382,43	315242,89	3737002,12	1253,34	0,08

124	Interv/Seg	AD	X	3665,92	30,00	382,43	315214,02	3736993,95	1253,42	0,57
125	Interv/Seg	AD	X	3695,92	30,00	382,43	315185,16	3736985,77	1253,98	0,21
126	Interv/Seg	AD	X	3725,92	30,00	382,43	315156,29	3736977,60	1254,20	-0,10
127	Interv/Seg	AD	X	3755,92	30,00	382,43	315127,43	3736969,42	1254,10	1,08
128	Interv/Seg	AD	X	3785,92	30,00	382,43	315098,56	3736961,25	1255,18	2,10
129	Interv/Seg	AD	X	3815,92	30,00	382,43	315069,70	3736953,07	1257,28	1,95
130	Interv/Seg	AD	X	3845,92	30,00	382,43	315040,84	3736944,90	1259,23	1,24
131	Interv/Seg	AD	X	3875,92	30,00	382,43	315011,97	3736936,73	1260,47	0,28
132	Interv/Seg	AD	X	3905,92	30,00	382,43	314983,11	3736928,55	1260,76	0,51
133	Interv/Seg	AD	X	3935,92	30,00	382,43	314954,24	3736920,38	1261,26	0,55
134	Interv/Seg	AD	X	3965,92	30,00	382,43	314925,38	3736912,20	1261,81	0,38
135	Interv/Seg	AD	X	3995,92	30,00	382,43	314896,51	3736904,03	1262,19	0,05
136	Interv/Seg	AD	X	4025,92	30,00	382,43	314867,65	3736895,86	1262,24	0,05
137	Interv/Seg	AD	X	4055,92	30,00	382,43	314838,78	3736887,68	1262,29	0,23
138	Interv/Seg	AD	X	4085,92	30,00	382,43	314809,92	3736879,51	1262,52	0,33
139	Interv/Seg	AD	X	4115,92	30,00	382,43	314781,05	3736871,33	1262,85	0,26
140	Interv/Seg	AD	X	4145,92	30,00	382,43	314752,19	3736863,16	1263,11	-0,29
141	Interv/Seg	AD	X	4175,92	30,00	382,43	314723,32	3736854,99	1262,82	-1,74
142	Interv/Seg	AD	X	4205,92	30,00	382,43	314694,46	3736846,81	1261,08	-2,13
143	Interv/Seg	AD	X	4235,92	30,00	382,43	314665,59	3736838,64	1258,95	-1,36
144	Interv/Seg	AD	X	4265,92	30,00	382,43	314636,73	3736830,46	1257,59	-1,75
145	Interv/Seg	AD	X	4295,92	30,00	382,43	314607,86	3736822,29	1255,84	0,07
146	Interv/Seg	AD	X	4325,92	30,00	382,43	314579,00	3736814,11	1255,92	0,60
147	Interv/Seg	AD	X	4355,92	30,00	382,43	314550,13	3736805,94	1256,52	-1,33
148	Interv/Seg	AD	X	4385,92	30,00	382,43	314521,27	3736797,77	1255,19	-0,14
149	Interv/Seg	AD	X	4415,92	30,00	382,43	314492,40	3736789,59	1255,06	1,13
150	Interv/Seg	AD	X	4445,92	30,00	382,43	314463,54	3736781,42	1256,18	-0,11
151	Interv/Seg	AD	X	4475,92	30,00	382,43	314434,67	3736773,24	1256,07	0,19
152	Interv/Seg	AD	X	4505,92	30,00	382,43	314405,81	3736765,07	1256,26	0,61
153	Interv/Seg	AD	X	4535,92	30,00	382,43	314376,94	3736756,90	1256,87	0,80
154	Interv/Seg	AD	X	4565,92	30,00	382,43	314348,08	3736748,72	1257,66	-0,23
155	Interv/Seg	AD	X	4595,92	30,00	382,43	314319,21	3736740,55	1257,43	-0,48
156	Interv/Seg	AD	X	4625,92	30,00	382,43	314290,35	3736732,37	1256,95	-0,06
157	Interv/Seg	AD	X	4655,92	30,00	382,43	314261,48	3736724,20	1256,88	0,56
158	Interv/Seg	AD	X	4685,92	30,00	382,43	314232,62	3736716,02	1257,44	0,21
159	Interv/Seg	AD	X	4715,92	30,00	382,43	314203,75	3736707,85	1257,65	-0,14
160	Interv/Seg	AD	X	4745,92	30,00	382,43	314174,89	3736699,68	1257,50	-0,60
161	Interv/Seg	AD	X	4775,92	30,00	382,43	314146,02	3736691,50	1256,90	-0,94
162	Interv/Seg	AD	X	4805,92	30,00	382,43	314117,16	3736683,33	1255,96	-0,61
163	Interv/Seg	AD	X	4835,92	30,00	382,43	314088,29	3736675,15	1255,35	-0,72
164	Interv/Seg	AD	X	4865,92	30,00	382,43	314059,43	3736666,98	1254,63	-0,89
165	Interv/Seg	AD	X	4895,92	30,00	382,43	314030,56	3736658,81	1253,74	-1,17
166	Interv/Seg	AD	X	4925,92	30,00	382,43	314001,70	3736650,63	1252,57	-0,95
167	Interv/Seg	AD	X	4955,92	30,00	382,43	313972,83	3736642,46	1251,62	-0,41
168	Interv/Seg	AD	X	4985,92	30,00	382,43	313943,97	3736634,28	1251,21	-0,30
169	Interv/Seg	AD	X	5015,92	30,00	382,43	313915,10	3736626,11	1250,92	-0,26
170	Interv/Seg	AD	X	5045,92	30,00	382,43	313886,24	3736617,93	1250,66	-0,38
171	Interv/Seg	AD	X	5075,92	30,00	382,43	313857,37	3736609,76	1250,28	-0,68
172	Interv/Seg	AD	X	5105,92	30,00	382,43	313828,51	3736601,59	1249,60	-0,89
173	Interv/Seg	AD	X	5135,92	30,00	382,43	313799,64	3736593,41	1248,71	-0,25
174	Interv/Seg	AD	X	5165,92	30,00	382,43	313770,78	3736585,24	1248,46	0,08
175	Interv/Seg	AD	X	5195,92	30,00	382,43	313741,91	3736577,06	1248,54	-0,26
176	Interv/Seg	AD	X	5225,92	30,00	382,43	313713,05	3736568,89	1248,27	0,18
177	Interv/Seg	AD	X	5255,92	30,00	382,43	313684,18	3736560,72	1248,46	0,86
178	Interv/Seg	AD	X	5285,92	30,00	382,43	313655,32	3736552,54	1249,31	0,50
179	Interv/Seg	AD	X	5315,92	30,00	382,43	313626,45	3736544,37	1249,81	0,88
180	Interv/Seg	AD	X	5345,92	30,00	382,43	313597,59	3736536,19	1250,69	-0,64
181	Interv/Seg	AD	X	5375,92	30,00	382,43	313568,72	3736528,02	1250,05	-2,43
182	Interv/Seg	AD	X	5405,92	30,00	382,43	313539,86	3736519,85	1247,63	-1,39
183	Interv/Seg	AD	X	5435,92	30,00	382,43	313510,99	3736511,67	1246,23	-1,13
184	Interv/Seg	AD	X	5465,92	30,00	382,43	313482,13	3736503,50	1245,10	-0,22
185	Extremité	AD	X	5471,68	5,77	382,43	313476,58	3736501,93	1244,88	

Tableau25: Dénivelée cumulée "Variante 02"

**Dénivelée cumulée**

$$\Sigma Dh = 106.42 \text{ m}$$

$$LT = 5471.68 \text{ m}$$

$$Dc = 1.94 \%$$

Les valeurs seuils déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types 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	$Dc > 4\%$

**Tableau26: Classification du terrain et dénivelée cumulée « variante 02 »**

Terrain est: **Vallonne**

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents

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

**Tableau27: Environnement de la route « variante 02 »**

---

Dans notre cas nous avons :

Terrain Plat et Sinuosité Faible⇒**Environnement est : E1**

**Vitesse de référence**

Catégorie 4 et environnement 1 (Cat4, Env 1)

Environnement Catégorie	E1	<b>E2</b>	E3
Cat 1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
<b>Cat 2</b>	120-100-80	<b>100-80-60</b>	80-60-40
Cat 3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 4	100-80-60	80-60-40	60-40
Cat 5	80-60-40	60-40	40

**Tableau28: Vitesse de référence « variante 02 »**

Vitesse Vr = 80 km/h

**Courbes en plan**

**Dévers**

	Cat1	<b>Cat2</b>	Cat3	Cat4	Cat5
<i>dmin</i>	-2,50%	<b>2,50%</b>	-3%	-3%	-4%
<i>dmax</i>	7%	<b>7%</b>	8%	8%	9%

**Tableau29: Dévers « variante 02 »**

**Détermination du coefficient transversal ft**

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

**Tableau30: Coefficient transversal ft « variante 02'' »**

Détermination du coefficients F'' en fonction de la catégorie

Catégorie	Cat1	<b>Cat2</b>	Cat3	Cat4	Cat5
F''	0,06	<b>0,06</b>	0,07	0,075	0,075

**Tableau31: coefficient F'' « variante 02 »**

Tableau récapitulatif

dmax	
=	7,00%
dmin =	-2.5%
ft =	0,13
d =	0,07
F'' =	0,06

**Le rayon minimal absolu RHm**

$$RHm = \frac{Vr^2 \text{ (Km/h)}}{127(d + ft)}$$

$$RHm = \mathbf{251.96 \text{ m}}$$

**Le rayon minimal normal RHN**

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

$$RHN = \mathbf{492.12 \text{ m}}$$

---

### Le rayon au devers minimal RHd

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

$$RHd = 1007.87 \text{ m}$$

### Le rayon non déversé RHnd

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

$$RHnd = 1439.82 \text{ m}$$

### 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.

$$R_1 = 600 \text{ m}$$

$$R_2 = 1100 \text{ m}$$

### Calcul de l'axe

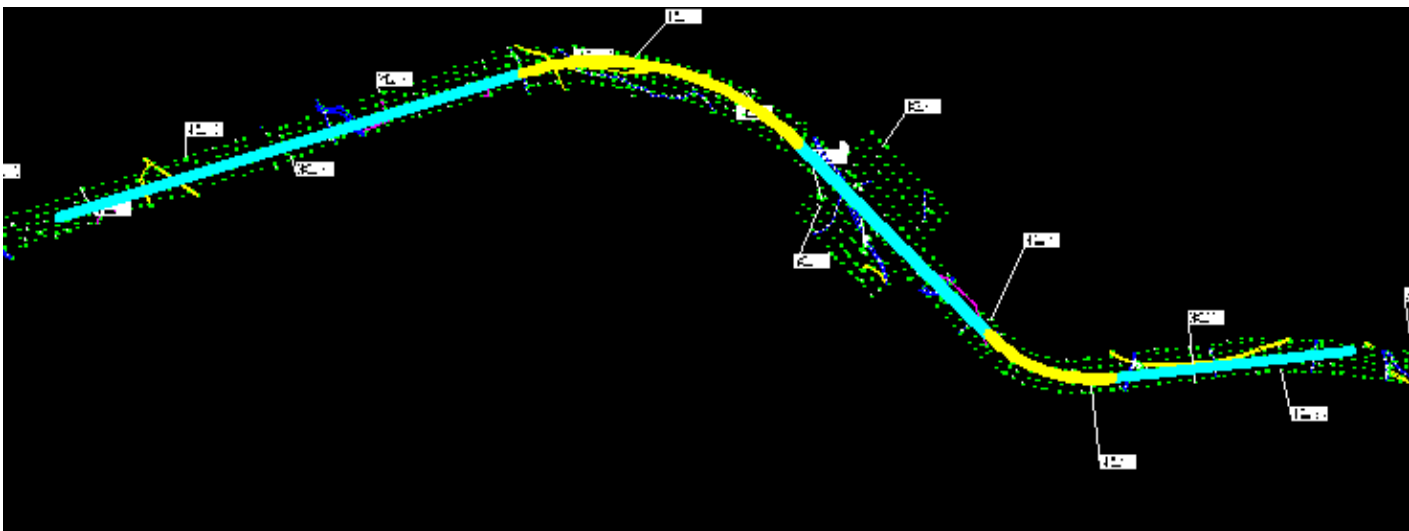


Figure 15: Calcul d'axe Variante 02



## Les coordonnées des sommets

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
Alignement droit		1178.0506	0.0000	318361.2451	3736040.2369
Gisement	292.9940		1178.0506	317190.3211	3735910.8534
Alignement droit		1857.8645			
Gisement	347.2034		3035.9151	315820.1877	3737165.6023
Alignement droit		2435.7689			
Gisement	282.4318		5471.6839	313476.5789	3736501.9250
Longueur totale		5471.6839			

Tableau32: coordonnées de l'axe de la variante 2

Les calculs de gisements et des angles au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

### Tableau des résultats

Directions	<u>Valeurs de</u> $\Delta X$ et $\Delta Y$		<u>Valeurs des</u> <u>Gisements</u>		<u>Distances</u>	<u>L'angle au</u> <u>centre</u>
	AS <sub>1</sub>	$\Delta X$ = 25,00 m	$\Delta Y$ = 474,00 m	GAS <sub>1</sub>	292.9940 gr	1178.05 m
S <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	$\Delta X$ = 225,00 m	$\Delta Y$ = 316,00 m	GS <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	347.2034 gr	1857.86 m	
S <sub>2</sub> B	$\Delta X$ = 84,00 m	$\Delta Y$ = 429,00 m	GS <sub>2</sub> B	282.4318gr	2435.76 m	$\beta_2$ = 64.77 gr

---

**Tableau33: Valeurs des gisements, distance et angles au centre  
"Variante 2"**

**Détermination des éléments des Raccordements**

Tableau des résultats

Rayons	Tangente	Développée	Bissectrice	Flèche
<b>R<sub>1</sub> = 600 m</b>	<b>600 m</b>	<b>510.82 m</b>	<b>58.79 m</b>	<b>53.54 m</b>
<b>R<sub>2</sub> = 1100 m</b>	<b>1100 m</b>	<b>1119.14 m</b>	<b>159.47 m</b>	<b>139.28 m</b>

**Tableau34: Eléments des raccordements circulaires "variante 2"**

**La longueur totale des alignements droits : LAD**

La longueur totale des alignements droits : LAD

$$LAD = AT_1 + T_1T_2 + T_2B$$

$$LAD = 905.96 \text{ m} + 972.35 \text{ m} + 1822.34 \text{ m} = 3700.65 \text{ m}$$

$$\mathbf{LAD = 3700.65 \text{ m}}$$

**La longueur totale des arcs de cercles : LC**

La longueur totale des arcs de cercles : LC

$$LC = D_1 + D_2 = 510.82 \text{ m} + 1119.14 \text{ m} = 1629.96 \text{ m}$$

$$\mathbf{LC = 1629.96 \text{ m}}$$

**La longueur totale du tronçon : LT**

La longueur totale du tronçon : LT

$$LT = LAD + LC = 3700.65 + 1629.96 = 5330.69 \text{ m}$$

$$\mathbf{LT = 5330.69 \text{ m}}$$

---

## **Pourcentage Alignement droit**

% alig\_Droit =69%

## **Pourcentage Courbe**

% courbe =31%

## **Déclivités - Profil en long**

Déclivités (variante 2):

Rampe : P1 = 3.61%

Pente : P2 = -4.493%

Pente : P3 = -1.77%

Rampe : P4 = 1.217%

Pente : P5 = -0.958%

Pente : P6 = -1.685%

## Cubatures Approchées

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P3	40,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P4	60,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P5	80,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P6	100,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P7	120,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P8	140,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P9	160,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P10	180,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P11	200,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P12	220,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P13	240,00	20,00	142,65	65,41	208,05	4161,07	4161,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P14	260,00	20,00	141,44	70,89	212,33	4246,55	8407,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P15	280,00	20,00	108,05	60,78	168,83	3376,68	11784,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P16	300,00	20,00	75,04	48,26	123,30	2466,08	14250,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P17	320,00	20,00	56,18	37,23	93,41	1868,28	16118,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P18	340,00	20,00	44,53	27,00	71,53	1430,56	17549,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P19	360,00	20,00	26,32	12,28	38,60	771,95	18321,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P20	380,00	20,00	8,38	0,20	8,58	171,57	18492,74	0,00	1,56	1,56	31,27	31,27
P21	400,00	20,00	0,95	0,04	0,99	19,70	18512,44	3,15	11,33	14,47	289,48	320,75
P22	420,00	20,00	0,31	0,04	0,34	6,87	18519,31	10,97	19,75	30,72	614,33	935,08
P23	440,00	20,00	0,31	0,31	0,62	12,42	18531,74	19,83	26,86	46,69	933,79	1868,87
P24	460,00	20,00	0,30	0,44	0,74	14,71	18546,45	13,82	26,33	40,16	803,14	2672,01
P25	480,00	20,00	0,00	0,08	0,08	1,50	18547,96	5,54	18,93	24,47	489,42	3161,43
P26	500,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P27	520,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P28	540,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P29	560,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P30	580,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P31	600,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P32	620,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P33	640,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P34	660,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43

	,00											
P35	680,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P36	700,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P37	720,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P38	740,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P39	760,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P40	780,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P41	800,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P42	820,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P43	840,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P44	860,00	17,18	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P45	874,37	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P46	880,00	12,82	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P47	900,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P48	920,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P49	940,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P50	960,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P51	980,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P52	1000,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P53	1020,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P54	1040,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P55	1060,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P56	1080,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P57	1100,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P58	1120,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P59	1140,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P60	1160,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P61	1180,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P62	1200,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P63	1220,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P64	1240,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P65	1260,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43

P66	128 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P67	130 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P68	132 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P69	134 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P70	136 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P71	138 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P72	140 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P73	142 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P74	144 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P75	146 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P76	148 0,0 0	12,48	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P77	148 4,9 6	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P78	150 0,0 0	17,52	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P79	152 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P80	154 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P81	156 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P82	158 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P83	160 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P84	162 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P85	164 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P86	166 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P87	168 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P88	170 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P89	172 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P90	174 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P91	176 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43

P92	178 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P93	180 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P94	182 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P95	184 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P96	186 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P97	188 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P98	190 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P99	192 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P100	194 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P101	196 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P102	198 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P103	200 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P104	202 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P105	204 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P106	206 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P107	208 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P108	210 0,0 0	14,19	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P109	210 8,3 8	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P110	212 0,0 0	15,81	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P111	214 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P112	216 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P113	218 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P114	220 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P115	222 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P116	224 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P117	226 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43

P118	228 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P119	230 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P120	232 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P121	234 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P122	236 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P123	238 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P124	240 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P125	242 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P126	244 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P127	246 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P128	248 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P129	250 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P130	252 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P131	254 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P132	256 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P133	258 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P134	260 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P135	262 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P136	264 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P137	266 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P138	268 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P139	270 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P140	272 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P141	274 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P142	276 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P143	278 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43



P144	280 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P145	282 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P146	284 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P147	286 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P148	288 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P149	290 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P150	292 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P151	294 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P152	296 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P153	298 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P154	300 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P155	302 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P156	304 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P157	306 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P158	308 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P159	310 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P160	312 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P161	314 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P162	316 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P163	318 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P164	320 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P165	322 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P166	324 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P167	326 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P168	328 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P169	330 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43

P170	332 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P171	334 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P172	336 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P173	338 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P174	340 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P175	342 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P176	344 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P177	346 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P178	348 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P179	350 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P180	352 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P181	354 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P182	356 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P183	358 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P184	360 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P185	362 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P186	364 0,0 0	14,77	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P187	364 9,5 4	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P188	366 0,0 0	15,23	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P189	368 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P190	370 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P191	372 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P192	374 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P193	376 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P194	378 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P195	380 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43

P196	382 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P197	384 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P198	386 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P199	388 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P200	390 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P201	392 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P202	394 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P203	396 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P204	398 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P205	400 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P206	402 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P207	404 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P208	406 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P209	408 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P210	410 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P211	412 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P212	414 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P213	416 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P214	418 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P215	420 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P216	422 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P217	424 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P218	426 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P219	428 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P220	430 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P221	432 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43

P222	434 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P223	436 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P224	438 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P225	440 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P226	442 0,0 0	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P227	444 0,0 0	15,73	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43
P228	445 1,4 7	5,73	0,00	0,00	0,00	0,00	18547,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3161,43

**Tableau35: cubature approchée "variante 02"**

### LE CHOIX DE LA VARIANTE

Pour le choix de variante, on a dressé un tableau comparatif des deux solutions étudiées.

Ce tableau tient compte de plusieurs paramètres forts importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux normes.

Critères	Unité	Variante N°1		Variante N°2			
Longueur totale de l'itinéraire	m	4621.83		5471.68		+	-
Déclivités	%	3.5	-4.5	3.61	-4.49	-	+
Pourcentage Alignement droit	%	48		69		-	+
Pourcentage courbe	%	52		31		-	+
Nombre de courbes		2		2		+	+
Quantité de déblai	m <sup>3</sup>	30514.83		18547.96		-	+
Quantité de remblai	m <sup>3</sup>	238980.94		3161.43		-	+
Déblai - Remblai	m <sup>3</sup>	-208466.11		15386.53		-	+
						<b>2</b>	<b>7</b>

**Tableau36: Variante choisie**

Après la comparaison entre les critères des deux variantes, on a opté pour la variante la plus avantageuse qui est la variante N°2 car elle présente les avantages suivants :

Nombre de virage inférieur à celui de la variante 1

Les valeurs des rayons sont dans les normes

Le pourcentage en alignement droit et courbe est meilleur

### **ETUDE DE LA VARIANTE CHOISIE**

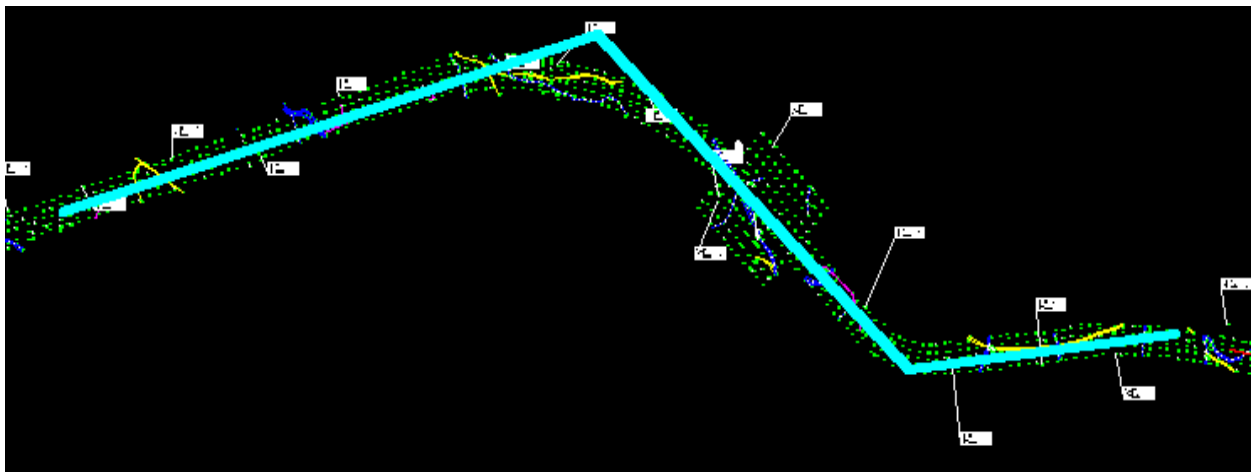


Figure 1 : Variante2 choisie

#### **Les coordonnées des sommets**

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
			0.0000	318361.2451	3736040.2369
Alignement droit		1178.0506			
Gisement	292.9940		1178.0506	317190.3211	3735910.8534
Alignement droit		1857.8645			
Gisement	347.2034		3035.9151	315820.1877	3737165.6023
Alignement droit		2435.7689			
Gisement	282.4318		5471.6839	313476.5789	3736501.9250
Longueur totale		5471.6839			

Tableau 37 : Coordonnées définissant l'axe de la variante choisie

---

## Les rayons de courbures

$$R_1 = 600 \text{ m}$$

$$R_2 = 1100 \text{ m}$$

### Raccordement progressive

Le raccordement direct de deux alignements droits par un arc de cercle ne tient pas compte de la vitesse des véhicules qui l'empruntent.

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon R.

Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon R passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle (fig.10) un raccordement progressif, généralement une **clothoïde**. La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle.

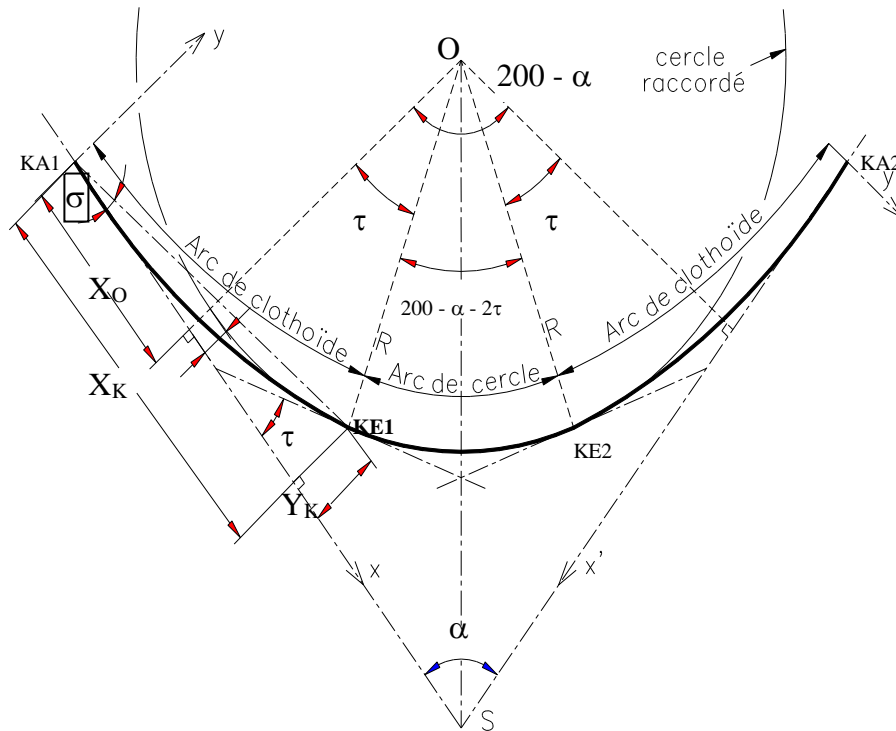


Figure 2 : Raccordement progressif

L'équation caractéristique est donnée par :  $A^2 = r \times L$

Le calcul des caractéristiques de ces raccordements 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. Dans la pratique, ceci revient à fixer une limite à la variation d'accélération tolérée par seconde.

### Longueur de ces raccordements

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

---

### La condition de confort dynamique

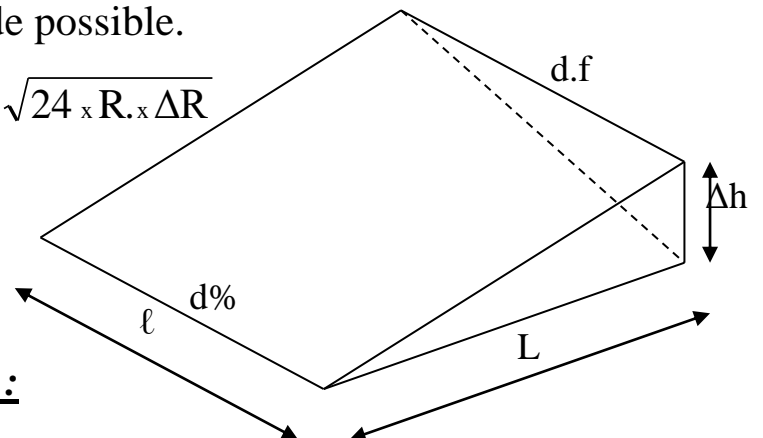
Cette condition a pour objet d'assurer l'introduction progressive du dévers et de la courbure de façon en particulier à respecter les conditions de stabilité et de « confort dynamique », en limitant par unité de temps, la variation de la sollicitation transversale des véhicules.

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

### 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.

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



### 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 du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de son axe.

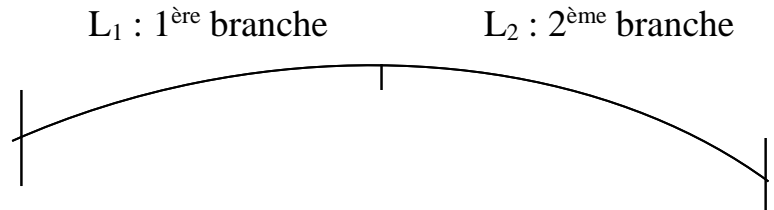
$$L_3 \geq l \cdot \Delta d \cdot Vr$$



## Vérification de non chevauchement

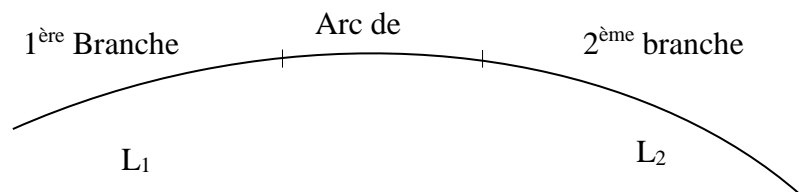
**1<sup>er</sup> cas :**

$$\tau = \frac{\beta}{2} \Rightarrow \text{Clothoïde sans arc de cercle}$$



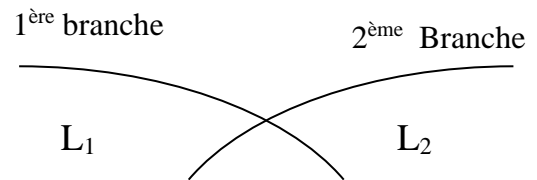
**2<sup>ème</sup> cas :**

$$\tau < \frac{\beta}{2} \Rightarrow \text{Clothoïde avec arc de cercle}$$



**3<sup>ème</sup> cas :**

$$\tau > \frac{\beta}{2} \Rightarrow \text{Clothoïde impossible}$$



Application à notre projet

$$R1 = 600 \text{ m} \quad \tau_1 = 6.36 \text{ gr} \beta_1 / 2 = 27.1 \text{ gr}$$

$$R2 = 1100 \text{ m} \quad \tau_2 = 3.81 \text{ gr} \beta_2 / 2 = 32.38 \text{ gr}$$

$$\Delta d = 0.05\% + 0.025\% = 0.075\%$$

Condition	1er Virage	2ème Virage
confort dynamique	$L1 \geq 120 \text{ m}$	$L1 \geq 122.22 \text{ m}$
Optique	$L2 \geq 84 \text{ m}$	$L2 \geq 56$
gauchissement	$L3 \geq 3.13 \text{ m}$	$L3 \geq 1.48 \text{ m}$
Chevauchement	$\tau < \beta/2 \Rightarrow$ Pas de chevauchement	$\tau < \beta/2 \Rightarrow$ Pas de chevauchement
L max =	<b>120 m</b>	<b>122.22 m</b>

**Tableau 38 : Longueur de la clothoïde**

**Tableau des paramètres des deux clothoïdes**

Eléments de le la clothoïde		1 <sup>er</sup> Virage	2 <sup>ème</sup> Virage
<b>R</b>	Rayon	<b>600 m</b>	<b>1100 m</b>
<b>L</b>	Longueur de la clothoïde	<b>120m</b>	<b>122.22 m</b>
<b>A : <math>A = \sqrt{R \cdot L}</math></b>	Paramètre de la clothoïde (m)	<b>268 m</b>	<b>366 m</b>
<b><math>\alpha</math></b>	Angle des alignements droits	<b>54.2 gr</b>	<b>64.77 gr</b>
<b><math>\beta</math>: <math>\beta = 200 - \alpha</math></b>	Angle au centre (Raccordement circulaire)	<b>145.8gr</b>	<b>135.23 gr</b>
<b><math>\tau</math>: <math>\tau = \frac{L}{2R}</math></b>	Angle des tangentes	<b>6.36 gr</b>	<b>3.81 gr</b>
<b><math>\sigma</math>: <math>\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}</math></b>	Angle Polaire	<b>2,5980 gr</b>	<b>2,5980 gr</b>
<b><math>\gamma</math>: <math>\gamma = 200 - \alpha - 2\tau</math></b>	Angle au centre Partie circulaire	<b>133.08g r</b>	<b>127.61 gr</b>
<b>D cercle : <math>D = \frac{\pi R \theta}{200}</math></b>	Longueur de la partie circulaire	<b>510.82 m</b>	<b>1119.14 m</b>
<b>XKE : <math>X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}</math></b>	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde	<b>119 m</b>	<b>122.22 m</b>
<b>YKE : <math>Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}</math></b>	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	<b>4,00 m</b>	<b>2.26 m</b>
<b>SL : <math>SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}</math></b>	Longueur de la corde KA-KE	<b>119.06 m</b>	<b>122.24 m</b>

<b>Xo</b> : $X_O = X_{KE} - R \sin \tau$	Abscisse du centre	<b>59.15 m</b>	<b>56.42 m</b>
<b>Yo</b> : $Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$	Ordonnées du centre	<b>601 m</b>	<b>1100 m</b>
<b>KA-O</b>	Distance KAO	<b>404 m</b>	<b>404 m</b>
<b>ΔR</b> : $\Delta R = \frac{L^2}{24R}$	Ripage	<b>1 m</b>	<b>1 m</b>
<b>DT</b> : $DT = 2L + D_{cercle}$	Développée totale	<b>218,09 m</b>	<b>541,03 m</b>
<b>T</b> : $T = X_O + (R + \Delta R) \cotg(\alpha/2)$	Distance S-KA	<b>109,77 m</b>	<b>297,07 m</b>
<b>TL</b>	Tangente longue	<b>272.09 m</b>	<b>613.42 m</b>
<b>TK</b> : $TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$	Tangente courte	<b>40.1 m</b>	<b>37.78 m</b>
<b>Biss</b>	Bissectrice	<b>5,56 m</b>	<b>71,47 m</b>

Tableau39: Eléments de la clothoïde

**Représentation graphique de variante choisie**

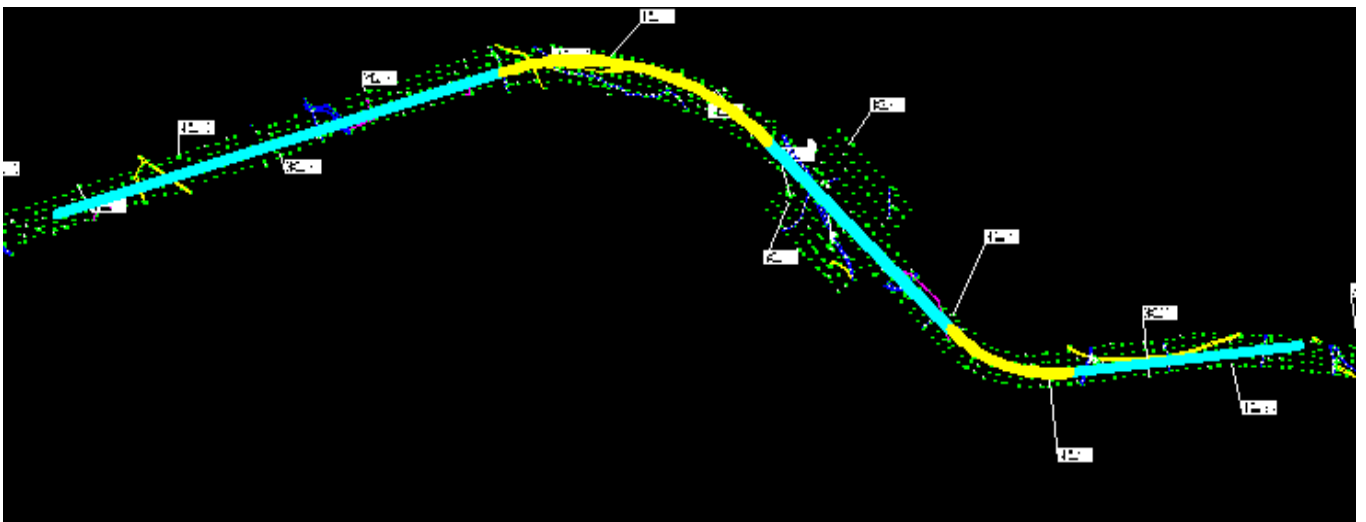


Figure19: Axe avec raccordement progressives

---

## Devers

### Devers en alignement

En alignement 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 **seront** adoptées en Algérie

Devers minimal :  $d_{\min} = 3 \%$

Ce devers ne sera prévu que si la chaussée doit être exécutée dans de bon conditions (couche de base réalisée au finisher et guidée sur fil). Il sera réservé essentiellement aux routes de catégorie 1 et 2.

### Devers vers l'intérieur 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 dévers 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 :

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

**Tableau 40 : Devers en fonction de l'environnement**

### Détermination des dévers aux rayons en plan

**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  $R_{HN} \leq R \leq R_{Hd}$  , le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à  $R_{HN}$  et celui associé à  $R_{Hd}$ .

$$\frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{HN}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

---

#### 4ème cas :

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

$$\frac{d(R) - d(RH_N)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_N}} = \frac{d(RH_m) - d(RH_N)}{\frac{1}{RH_m} - \frac{1}{RH_N}}$$

#### Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisie

$$R_1 = 600 \text{ m} \quad R_2 = 1100 \text{ m}$$

$RH_N \leq R_1 \leq RH_d \Rightarrow$  Interpolation entre devers  $RH_N$  et celui de  $RH_d$

$RH_N \leq R_2 \leq RH_d \Rightarrow$  Interpolation entre devers  $RH_N$  et celui de  $RH_d$

$$\frac{d(R) - d(RH_d)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_d}} = \frac{d(RH_N) - d(RH_d)}{\frac{1}{RH_N} - \frac{1}{RH_d}}$$

$$R_1 = 600 \text{ m}$$

$$RH_N = 492.12 \text{ m}$$

$$RH_d = 1007.87 \text{ m}$$

$$d(RH_N) = 5 \% \quad d(RH_d) = 2.5 \%$$

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

---

$$d( R1 ) = 3.86\%$$

$$R1 = 1100 \text{ m} \quad R \geq R_{Hnd}$$

$$d( R2 ) = d_{\min} = 2.5 \%$$

### Variation du dévers dans la clothoïde

Selon la variation du dévers et la longueur de la clothoïde on peut déterminer le dévers relatif à un point quelconque de la clothoïde

### Méthode de calcul des dévers en clothoïde

Cette méthode consiste à déterminer la distance (X) entre le début de la clothoïde et le profil en travers et déterminer son dévers.

#### Clothoïde 1

$$R = 600 \text{ m} \quad L = 120 \text{ m} \quad d(R) = 3.86 \% \quad d_{\min} = 2.5\% \quad \Delta d = 0.075\%$$

#### 1<sup>ère</sup> branche de clothoïde

Bord extérieur

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

L = 120,00 m		x = 74,58 m	
N° Profil	xi	Dint	Dext
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	30	-2.27%	-2,50%
P2	60	-1.08%	-2,50%
P3	90	0.12%	-2,50%
KE	119	1.32%	-2,50%

### **PROFIL EN LONG**

C'est une coupe longitudinale du terrain naturel suivant un plan vertical passant par l'axe du tracé de la route.

Il consiste à représenter graphiquement tous les points caractéristiques par leurs distances et altitudes respectivement mesurées et interpolées à partir du plan topographique.

#### **Ligne rouge :**

C'est la ligne du projet qui doit tenir compte des critères suivants:

- passages aux points obligés
- équilibre entre remblais et déblais
- respecter les normes techniques relatives aux rayons de raccordement
- assurer un bon écoulement des eaux usées et pluviales.

#### **Rayons de raccordement**

Le choix des rayons de raccordement doit satisfaire les deux conditions suivantes :

- condition de visibilité (déclivités formant un angle saillant)
- condition de confort (déclivités formant un angle rentrant)



## Condition de confort

Le rayon de raccordement doit vérifier la condition de confort de l'usagé, pour cela il faut

que :

$$\frac{v^2}{R} \leq \frac{g}{20} \Rightarrow R \geq \frac{20}{g} v^2 \quad \text{pour } g = 9.81 \text{ m/s}^2 \text{ on a :}$$
$$R \geq 0.15 v^2 \quad v : \text{ km/h} \quad \text{et } R \text{ en m}$$

## Condition de visibilité

Pour assurer au conducteur une bonne visibilité de la route, on adoptera une valeur de rayon convenable.

Données:

$h_1$  : hauteur de l'oeil du conducteur

$AA'$

$h_2$  : hauteur de l'obstacle =  $BB'$

$A'$  : l'œil du conducteur

$D$  = distance entre le conducteur et

l'obstacle  $B'$

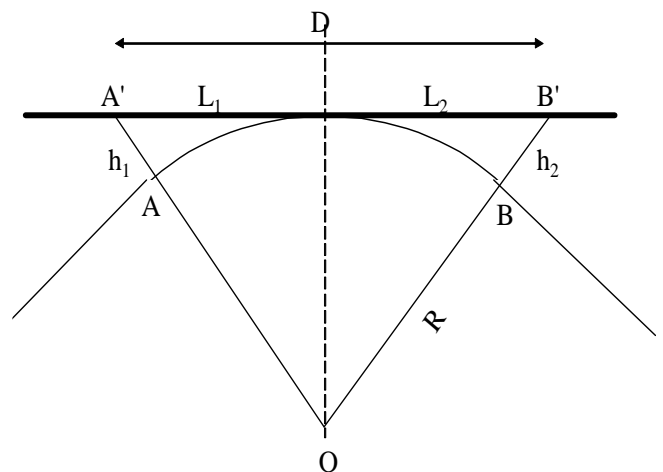


Figure 20: visibilité "profil en long"

$$(R + h_1)^2 = L_1^2 + R^2 \Rightarrow R^2 + h_1^2 + 2R.h_1 = L_1^2 + R^2 \quad (1)$$

$$(R + h_2)^2 = L_2^2 + R^2 \Rightarrow R^2 + h_2^2 + 2R.h_2 = L_2^2 + R^2 \quad (2)$$

$$\Rightarrow L_1^2 = h_1^2 + 2R.h_1 \quad \text{et} \quad L_2^2 = h_2^2 + 2R.h_2$$

$h_1^2$  et  $h_2^2$  sont très petit par rapport à  $2R.h_1$  et  $2R.h_2$

donc :

$$L_1^2 = 2 R h_1 \quad \Rightarrow L_1 = \sqrt{2 R h_1}$$

$$L_2^2 = 2 R h_2 \quad \Rightarrow L_2 = \sqrt{2 R h_2}$$

$$L_1 + L_2 = D = \sqrt{2 R h_1} + \sqrt{2 R h_2} \Rightarrow D = \sqrt{2 R} (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

$$R_{\min} = \frac{D^2}{2(h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

Pour les chaussées bidirectionnelles :

Risque de collision entre deux véhicules :  $h_1 = 1.00\text{m}$ ,  $h_2 = 1.20\text{ m}$

avec  $d = D/2$  : distance d'arrêt en attention concentrée

$R = 0.436 d^2$	et	$d = 0.01 V^2 + 0.2V$
-----------------	----	-----------------------

Pour les chaussées unidirectionnelles :

Risque de collision avec un obstacle :  $h_1 = 1.00\text{m}$ ,  $h_2 = 0.15\text{ m}$

avec  $d = D$  : distance d'arrêt en attention diffuse :

$R = 0.222 d^2$	et	$d = 0.01 V^2 + 0.4V$
-----------------	----	-----------------------

### Raccordement parabolique

En pratique l'arc de cercle est assimilé à un branche de parabole ayant pour équation :

$$Y = \frac{X^2}{R}$$

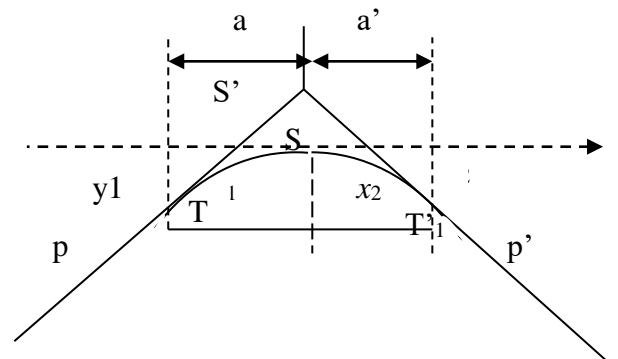


Figure21: Raccordement parabolique

---

L'équation de la tangente en un point quelconque d'abscisse X s'écrit sous la forme :

$$Y' = \frac{X}{R}$$

Au point de tangence T et T', Y représente la pente ou la rampe. Les coordonnées du sommet de la parabole s'obtient :

$$\begin{cases} x_1 = pR \\ y_1 = \frac{p^2R}{2} \end{cases} \begin{cases} x_2 = p'R \\ y_2 = \frac{p'^2R}{2} \end{cases}$$

Les positions de T et T' sont données par rapport à l'intersection des pentes.

*Dans le cas ou les déclivités sont de sens contraire*

$$a = a' = \frac{R}{2}(p + p')$$

*Dans le cas ou les*

*déclivités sont de même sens*

$$a = a' = \frac{R}{2}(p - p')$$

*La flèche est*

*donnée par :*

$$F' = \frac{R}{2} \left( \frac{p \pm p'}{2} \right)^2$$

Ou p et p' sont en valeur absolue

---

## Partie Calculs :

### Rayon de courbure pour 2 déclivités formant un angle saillant.

Cas d'une chaussée bidirectionnelle

On prendra « Norme B40 »

$$R_v = 6000 \text{ m}$$

Les déclivités :

$$\text{Rampe : } P1 = 3.61\%$$

$$\text{Pente : } P2 = -4.493\%$$

$$\text{Pente : } P3 = -1.77\%$$

$$\text{Rampe : } P4 = 1.217\%$$

$$\text{Pente : } P5 = -0.958\%$$

$$\text{Pente : } P6 = -1.685\%$$

$$R_{\max} = 3.61\%$$

$$p_{\min} = -4.49\%$$

### Paramètre de la parabole

#### Calcul des tangentes

$$a = \frac{6000 |0.0361 - 0.0449|}{2} = 26.4 \text{ m}$$

---

## Calcul de la flèche :

$$f = \frac{a^2}{2R_v} = \frac{26.4^2}{2 \times 6000} = 0.05 \text{ m}$$

## Paramètre cinématique

Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules.

Les paramètres sont :

### Distance de freinage

La distance de freinage est la longueur parcourue par le véhicule pendant l'action du freinage pour annuler sa vitesse.

$$d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell \pm i)}$$

Avec :

$V_r$  : vitesse de référence  $V_r = 100 \text{ Km/h}$

$g$  : accélération de la pesanteur =  $9.81 \text{ m/s}^2$

$f\ell$ : coefficient de frottement

$i$  : rampe ou pente.

$$\text{Palier} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g \cdot f\ell}$$

$$\text{Pente} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell - i)}$$

$$\text{Rampe} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell + i)}$$

Le tableau suivant donne la valeur de ( $f_l$ ) retenues pour l'Algérie d'après B40.

Vr (Km/h) CAT	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
CAT 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.036	/

**Tableau41: Valeur de  $f_l$**

Catégorie 2 Vr = 80 km/h  $\Rightarrow$   $f_l = 0.39$

*Application numérique :*

Variante projet

Pour P1 = 3.61 %

En rampe

$$d_o = 0.04 \frac{80^2}{9.81(0.39 + 0.0361)}$$

$$d_o = 61.24 \text{ m}$$

En pente

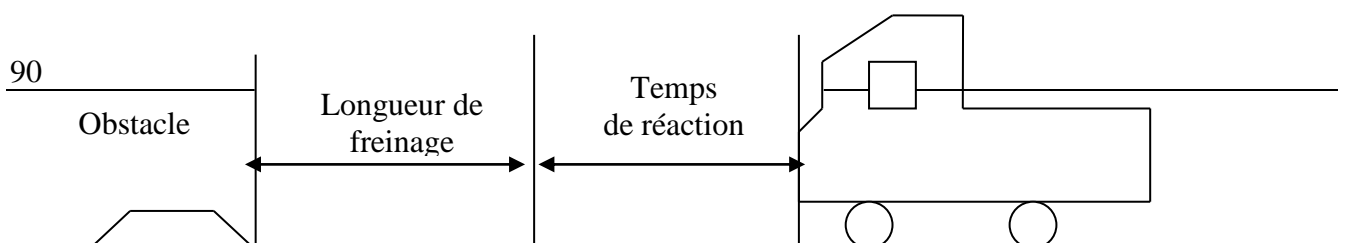
P2 = -4.49 %

$$d_o = 0.04 \frac{80^2}{9.81(0.39 - 0.0449)}$$

$$d_o = 75.62 \text{ m}$$

**Distance d'arrêt en alignement droit ( $d_1$ )**

C'est la distance minimum parcourue par un véhicule entre le moment où l'obstacle devient visible et celui où le véhicule s'arrête.



$$V_r > 60 \text{ (km/h)} \quad \rightarrow \quad t = 1.8 \text{ s} \quad \rightarrow \quad d_1 = d_0 + 0.50 V_r \text{ (km/h)}$$

$$V_r \leq 60 \text{ (km/h)} \quad \rightarrow \quad t = 2 \text{ s} \quad \rightarrow \quad d_1 = d_0 + 0.56 V_r \text{ (km/h)}$$

$$\text{Pour } V_r = 80 \text{ km/h} \quad \rightarrow \quad t = 1.8 \text{ s}$$

$$d_1 = d_0 + 0.50 V_r \text{ (km/h)}$$

$$\text{Pour } d_0 = 61.24 \text{ m}$$

$$d_1 = 0.50 (80) + 61.24 = \mathbf{101.24 \text{ m}}$$

$$\text{Pour } d_0 = 75.62 \text{ m}$$

$$d_1 = 0.50 (80) + 75.62 = \mathbf{115.62 \text{ m}}$$

### **Distance d'arrêt en courbes (d2)**

$$V_r > 60 \text{ (km/h)} \quad \rightarrow \quad t = 1.8 \text{ s} \quad \rightarrow \quad d_1 = 1.25 \times d_0 + 0.50 V_r$$

$$V_r \leq 60 \text{ (km/h)} \quad \rightarrow \quad t = 2 \text{ s} \quad \rightarrow \quad d_1 = 1.25 \times d_0 + 0.56 V_r$$

$$d_2 = 0.50 V_r + 1.25 d_0$$

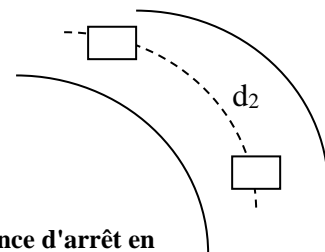


Figure 23; Distance d'arrêt en courbe

$$\text{Pour } d_0 = 61.24 \text{ m}$$

$$d_2 = 0.50 (80) + 1.25 \times 61.24 = \mathbf{116.55 \text{ m}}$$

Pour  $d_0 = 72.62 \text{ m}$

$$d_2 = 0.50 (80) + 1.25 \times 72.62 = \mathbf{130.775 \text{ m}}$$

### *Distance de visibilité de manœuvre de dépassement*

C'est la distance de visibilité permettant en sécurité au véhicule dépassant d'abandonner en freinant ou de poursuivre en accélérant une manœuvre de dépassement amorcée dans l'hypothèse où le véhicule adverse freine.

Valeurs retenues (voir tableau ci-après)

Toutes catégories	Vr (km/h)	40	60	<b>80</b>	100	120
	Distance de visibilité et de dépassement					
▪ Minimale $d_m$ (m)		150	250	<b>325</b>	425	550
▪ Normale $d_N$ (m)		250	350	<b>500</b>	625	800
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement $d_{md}$		70	120	<b>200</b>	300	425

**Tableau 42 ; Distance de visibilité de manœuvre de dépassement**

### *Distance de sécurité entre véhicules*

C'est la distance de sécurité, nécessaire entre deux véhicules qui se suivent pour éviter toute collision. Il suffit que l'intervalle soit supérieur à la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction.



---

$$E = a + bv + c \cdot v^2$$

$$D = E = 8 + 0.2V_r + 0.003 \cdot V_r^2$$

$$\text{Donc : } E = 8 + 0.2 \times 80 + 0.003 \times 80^2 = \mathbf{43.20 \text{ m}}$$

### **PROFIL EN TRAVERS**

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

#### **Point fictif :**

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

#### **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.

#### **Dimensionnement de la chaussée**

##### **Détermination de la largeur de la chaussée**

##### **VI) : Coefficient d'accroissement du trafic :**

---

Un projet de route comme tout autre projet est calculé pour une durée de vie déterminée.

Pendant ce temps le parc automobile augmente, et il faut que la route puisse supporter la demande à la fin de durée de vie.

L'augmentation du trafic est fortement affectée par les décisions politiques en matière de fiscalité de commerce extérieur. Elle est aussi influencée par le niveau de vie.

Même le système de transport collectif et les communications en général ont une influence sur le coefficient d'accroissement du trafic.

## **VI) : PROJECTION FUTURE DU TRAFIC:**

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

$$TJMA_h = TJMA_0 (1 + \alpha)^n$$

Avec :

$TJMA_h$ : le trafic à l'année horizon.

$TJMA_0$ : le trafic à l'année de référence.

$n$ : nombre d'année.

$\alpha$ : taux d'accroissement du trafic (%).

## **+ DEBIT HORAIRE DE POINTE :**

Les formules qui donnent le débit horaire de pointe est:

- En rase campagne :  $QHP = \frac{1}{6} TJMA$
- Zone suburbaine :  $QHP = \frac{1}{8} TJMA$
- Zone urbaine :  $QHP = \frac{1}{10} TJMA$

Dans notre projet (zone en rase campagne) on prend :  $QHP = \frac{1}{6} TJMA$

## **+ LES COEFFICIENT D'EQUIVALENCE :**

---

2 Roues	0.5 UVP	→
1 Véhicule Léger	1 UVP	→
1 Petit camion	1,5 UVP	→
1 Bus petit modèle	1,5 UVP	→
1 Camion	2 UVP	→
1 Bus grand modèle	2 UVP	→
1 Semi-remorque	3 ou 4 UVP	→

### **APPLICATION DU PROJET:**

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par le **S.E.T.O** qui sont les suivants:

- Le trafic à l'année 2015 TJMA<sub>2015</sub> = 12000 véh/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\alpha = 3.5\%$ .
- La vitesse de référence sur le tracé  $V_r = 100 \text{ km/h}$ .
- Le pourcentage de poids lourds  $Z = 30\%$ .
- L'année de mise en service sera en 2022.
- La durée de vie estimée à 20 ans.

### **Calcul de TJMA horizon:**

$$\text{TJMA}_{2022} = \text{TJMA}_{2015} \times (1 + \alpha)^n$$

$$\text{TJMA}_{2022} = 12000 \times (1 + 0.035)^7 = 15267 \text{ v/h}$$

$$\text{TJMA}_{2042} = \text{TJMA}_{2022} \times (1 + \alpha)^n$$

$$n = 20 \text{ ans} + 22 \text{ ans} = 42 \text{ ans}$$

$$\text{TJMA}_{2042} = 15267 \times (1 + 0.035)^{20} = 30378 \text{ v/j}$$

**TJMA<sub>2042</sub> = 30378**

 v/h

### **Calcul Débit horaire de pointe:**

$$QHP = \frac{1}{8} TJMA = 0.12 * 30378 = 3645 \text{ v/j}$$

$$QHP = 3645 \text{ v/h}$$



**Détermination de nombre de voies :**

$$n = \frac{QHP \times COEF \text{ de déséquilibre}}{s} \times \frac{2}{3} \{ (\%V.L \times Coefficient \text{ d'équivalence}) + (\%P.M \times Coefficient \text{ d'équivalence}) + (\%PL \times coefficient \text{ d'équivalence}) \}$$

- $\frac{2}{3}$  : Coefficient de déséquilibre

$$n = \frac{3645}{1800} \times \frac{2}{3} \{ (0.76 \times 1) + (0.24 \times 4) \}$$

$$n = 2.3 \text{ voie/sens}$$

On prend n=2 voie/sens

**Conclusion :**

*Tableau : Résumé des calculs*

	TJMA2015 (v/j)	TJMA2022 (v/j)	TJMA2042 (v/j)	Q2029 (uvp/h)	N
<b>La voie</b>	12000	15267	30378	3645	2

- **Remarque :**

D'après le calcul de capacité de la pénétrante, on constate que son profil en travers est de :

Chaussée de 2 voies par sens (2 \* 3.50 m).

Accotement t	Largeur des chaussées	Accotement t
-----------------	-----------------------	-----------------

	2 Voies				3 Voies		4 Voies		
	4,00 m	5,00 m	6,00 m	7,00 m	9,00 m	10,5 0 m	12,00 m	14,00 m	
1,80 m	110 0	130 0	160 0	200 0	360 0	3200	3000 (4500 )	3400 (5100 )	1800 (5400)
1,20 m	100 0	120 0	150 0	190 0	240 0	3000	2950 (4400 )	3300 (5000 )	1750 (5000)
0,60 m	/	/	135 0	170 0	220 0	2700	2900 (4400 )	3200 (4800 )	1700 (5100)
0,00 m	/	/	120 0	150 0		2400	2650 (4000 )	3000 (4500 )	1500 (4500)

**Tableau43: Largeur de la chaussée et accotement**

Donc pour notre cas :

- le nombre de voie : 2 voies
- La largeur de la chaussée :  $2 \times 3.50 \text{ m} = 7,00 \text{ m}$
- La largeur de l'accotement : 1.50 m

**Structure de la chaussée :**

**Définition :**

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.

---

## **Les efforts dus aux véhicules**

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.

### **Résistance 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.

### *Les différentes catégories de chaussées*

#### *Chaussées 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.

#### *Chaussées 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.

#### *Chaussées semi-rigides :*

---

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

### **Choix du type de chaussée**

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.

### **Structure de la chaussée souple**

#### **Couche de roulement**

Son rôle est d'absorber les efforts de cisaillement dus à la circulation des véhicules 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.

#### **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).

### **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.

### **Couche anti-contaminante**

Elle évite la pollution des couche 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 :

#### **Couche anti-capillaire**

#### **Couche drainante**

#### **Protection anti-gel**

#### **Dimensionnement du corps de chaussée :**

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.

Il existe plusieurs méthodes :

### 1) MÉTHODE DE L'INDICE CBR :

On prend un échantillon du sol naturel et on le soumet à des expériences mécaniques

(essai de poinçonnement) en compactant les éprouvettes à la teneur en eau optimum, cette méthode ne tient pas compte du trafic.

Les abaques, donnant l'épaisseur E des chaussées en fonction de l'indice CBR, de la pression de gonflage des pneus et des nombres de répétition des charges, sont issus de la formule suivante :

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

L'influence du trafic ne doit pas être négligée dans le dimensionnement du corps de chaussée, nous en tiendrons donc compte dans la formule améliorée par les anglais :

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

- I : indice portant CBR (sans unité).
- N : étant le nombre moyen journalier de camions de plus de 1.5 tonnes à vide.
- P : charge par voie = 6.5 tonnes (essieu de 13 tonnes).
- E : épaisseur totale en cm.

Épaisseur de la couche telle qu'elle vient d'être calculée correspond à un matériau définit ; grave propre bien gradué suivant la disponibilité des matériaux et les caractéristiques qu'il présente, nous pouvons convertir l'épaisseur calculée en divisant par les coefficients d'équivalence données dans le tableau suivant :

<i>Matériaux utilisés</i>	<i>Coefficient d'équivalence</i>
Béton bitumineux	<b>2.00</b>
Grave ciment – grave laitier	<b>1.50</b>
Sable ciment	<b>1.00 à 1.20</b>
Grave concasse ou gravier	<b>1.00</b>
Tuf	<b>0.7 à 0.8</b>
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	<b>0.75</b>
Sable	<b>0.50</b>
Grave bitume	<b>1.50 à 1.70</b>

### **les coefficients d'équivalence des matériaux utilisés**

L'épaisseur totale à donner à la chaussée est

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

$a_1 \times e_1$  : couche de roulement.

$a_2 \times e_2$  : couche de base.

$a_3 \times e_3$  : couche de fondation

### **2) MÉTHODE DU CATALOGUE DES STRUCTURES :**

Cette méthode découle du règlement algérien B60-B61 et elle consiste à déterminer la

classe du trafic des poids lourds à la 10ème année et la classification du sol support. Une grille combinant les deux données oriente le projecteur sur le type de chaussée qui lui correspond.

#### **➤ Détermination de la classe du trafic :**

Le trafic caractérisé par le nombre de poids lourds de charge utile supérieur à 50 KN par jour la voie la plus chargée.

#### *Classe de trafic*

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumule sur 15ans
<b>T<sub>0</sub></b>	<b>T &lt; 3.5×10<sup>5</sup></b>
T <sub>1</sub>	3.5×10 <sup>5</sup> < T < 7.3×10 <sup>5</sup>
T <sub>2</sub>	7.3 × 10 <sup>5</sup> < T < 2 × 10 <sup>6</sup>
T <sub>3</sub>	2 × 10 <sup>6</sup> < T < 7.3 × 10 <sup>6</sup>
T <sub>4</sub>	7.3 × 10 <sup>6</sup> < T < 4 × 10 <sup>7</sup>
T <sub>5</sub>	T > 4 × 10 <sup>7</sup>

On commence par la détermination du trafic de poids lourds cumulé sur 15 ans et classer dans lune des classes définies précédemment.

Le trafic cumulé est donné par la formule :

$$TE = TPL \left[ 1 + \frac{(1 + \tau)^{n+1}}{\tau} \right] \times 365$$

TPL : trafic poids lourds à l'année de mise en service

n : durée de vie (n = 15 ans)

➤ **Détermination de la classe du sol :**

Le sol doit être classé selon la valeur de CBR de densité Proctor modifier maximal l

Différentes catégories sont données par le tableau indique les classe de sols :

**Classe du sol**

Classe du sol	Indices C.B.R
S1	> 40
S2	25-40
S3	10-25
S4	5-10
S5	< 5

**APPLICATION AU PROJET:**

1. Méthode C.B.R (California-Bearing –Ratio):

On a:

PL% :24% CBR=6% P=6.5t TJMA<sub>2042</sub>=30378Veh/j/2sens

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

$$N = PL\% \times (TJMA_{2042} / 2)$$

$$N = 0.24 \times (30378 / 2) = 3645$$

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log \frac{3645}{10})}{6 + 5} = 54.31 \text{ cm}$$

2. Méthode de shook et finn:

On a :

$$TJMA_{2022} = 15267 \text{ V/J/2 sens}$$

La durée de vie = 20 ans

$$CBR = 6 \%$$

$$\alpha = 3.5 \%$$

24 % de PL possèdent 2 essieux de 13t et 1 essieu de 6t

On a 2 voies donc on prend 80% de véhicules circulent dans la voie extérieur

$$W_{13t} = \frac{15267}{2} \times (2 \times 0.24) \times 365 \times \frac{(1+0.035)^{20}-1}{0.035} = 30256752.83 \text{ passages}$$

$$W_{6t} = \frac{15267}{2} \times (1 \times 0.24) \times 365 \times \frac{(1+0.035)^{20}-1}{0.035} \times 0.8 = 15128376.41 \text{ passages}$$

Conversion en essieux équivalent 13t :

$$W_{L1} = W_{L2} \times 10^{\frac{3.75}{14}(L2-L1)}$$

$$W_{13t \text{ équivalent}} = W_{6t} \times 10^{\frac{3.75}{14}(6-13)}$$

$$W_{13} = 15128376 \times 10 \times \frac{3.75}{14}(6-13) = 201740 \text{ passages}$$

Le nombre de passage total :

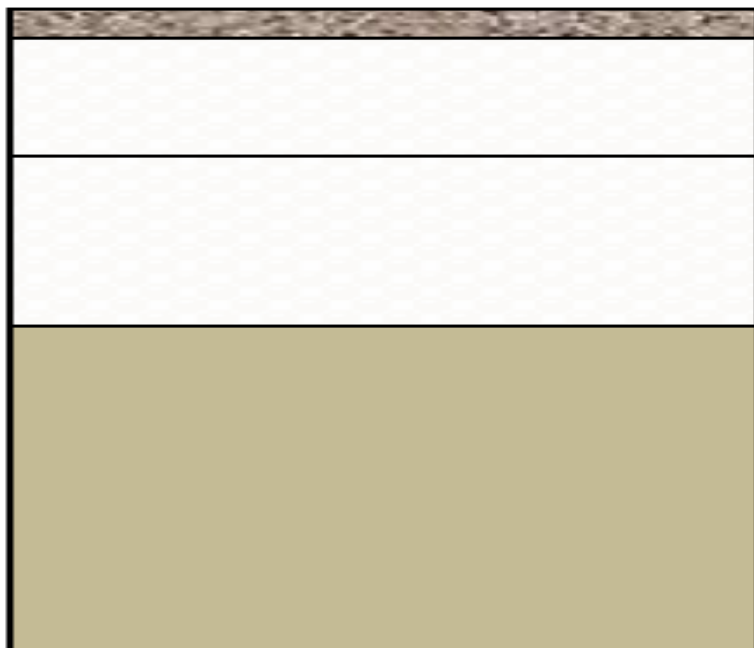
$$T = [-52 + 14 \log W_L + 3.75 \cdot L] \left[ \frac{2.5}{14} \right]^{0.4}$$

$$T = [-52 + 14 \log(30458492) + 3.75 \cdot 13] \left[ \frac{2.5}{14} \right]^{0.4} = 61.68 = 62 \text{ cm}$$

EPAISSEUR REELLE	COEFFICIENTS D'EQUIVALENCES	EPAISSEUR D'EQUIVALENCES
8	2	16
10	1.5	15
20	0.8	16
30	0.8	24

<b>Béton bitumineux BB (cm)</b>	8
<b>Grave bitume GB (cm)</b>	10
<b>Tuf (cm)</b>	20
<b>GNT (cm)</b>	30
<b>TOTAL (cm)</b>	71

Alors la structure est :



**Eréel**

**BB: 8 cm**

**GB: 10 cm**

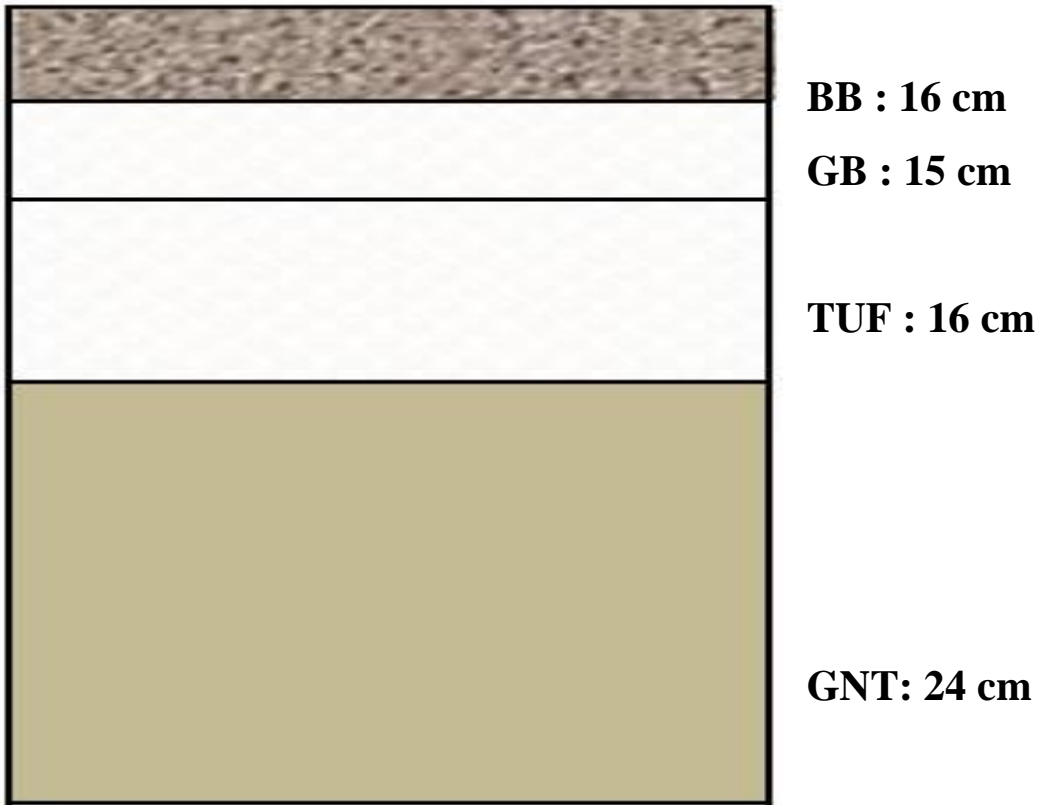
**TUF: 20 cm**

Figure 24 : Différentes couches du corps de

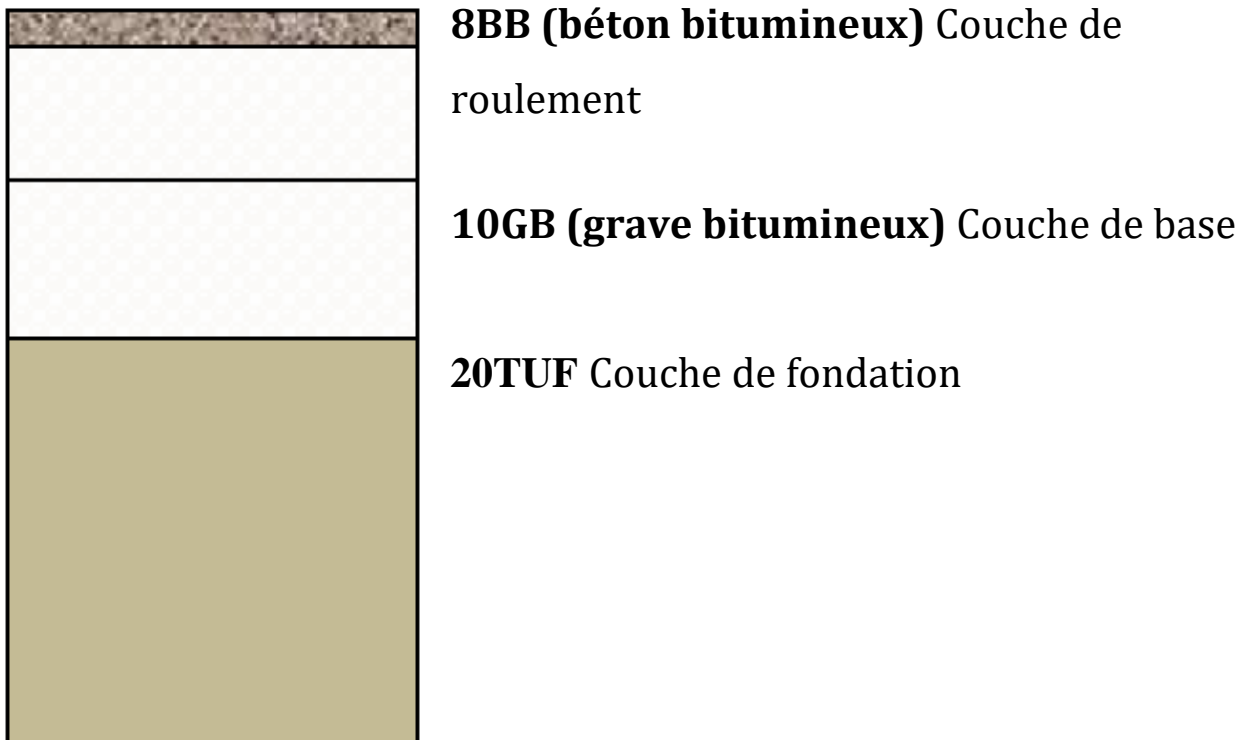
chaussée

---

**GNT : 30 cm**



**On adopte :**



**10GNT (grave non traité ) Couche de forme**

---

**Remarque :**

La méthode CBR nous a donné un résultat plus économique, mais notre choix se fait sur le résultat eu par la méthode « shook et fin » vu sa précision dans le calcul ou la formule prend en compte l'influence du trafic annuel et le nombre de passage annuel des essieux de 6t et de 13t par contre la méthode CBR prend en compte le comptage de la charge d'une roue de 6.5t de la journée la plus chargé.

**CONCLUSION :**

On a opté pour le résultat obtenue par la méthode « shook et fin » qui nous a donner une épaisseur total de 71 cm.

- ✓ Couche de roulement de 8 cm.
- ✓ Couche de base de 10 cm.
- ✓ Couche de fondation de 20 cm.
- ✓ Couche de forme de 30 cm.

Pour la couche de roulement on a choisi du béton bitumineux, pour la couche de base du grave bitume et pour la couche de fondation du TUF et pour la couche de forme du grave non traite.

**CUBATURE**

Les cubatures sont des opérations qui permet de calculer les volumes des terres en déblais et remblai

**Methode de calcul :**

Pour le calcul des surfaces en déblai et en reblai , on a tenu compte de la méthode exacte c'est-à-dire divisé la surface considérée en des triangles et trapèzes pour cas déblai.



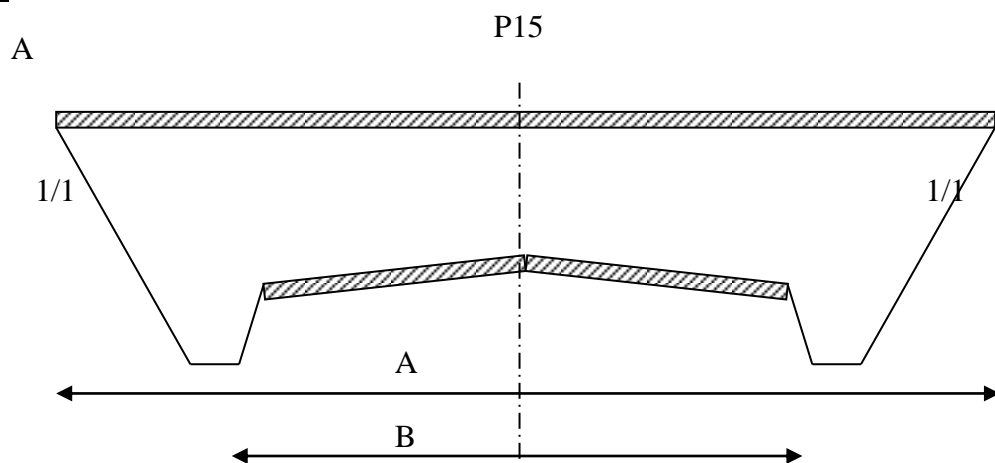
---

L'évaluation du volume compris entre les surfaces qui définissent d'une part le terrain naturel et d'autre part le projet constituant les cubatures des terrassements.

Pour le calcul des cubatures ; on doit tenir compte d'une couche de terre végétale de (0.30m), et de L'épaisseur du corps de chaussée qui est calculé (0,44m).

La méthode pratique de calcul consiste à décomposer les figures qui se présentent sur profil en travers en figures géométriques calculables ; en suite calculer les surfaces ; puis multiplier leur somme par la longueur d'application de chaque profil à fin d'avoir le volume suivant la nature du profil.

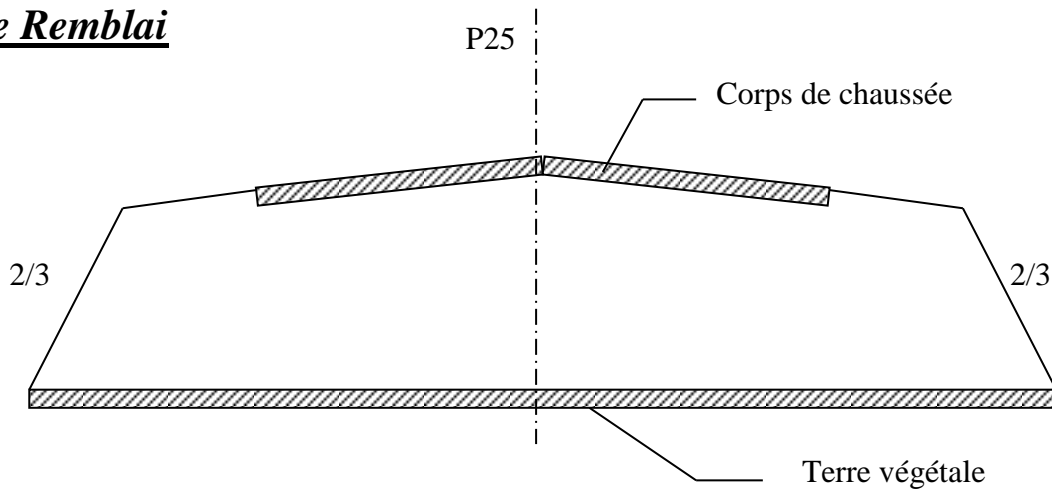
### Cas de déblai



---

**Figure25: Cubature "Cas de Déblai"**

**Cas de Remblai**



**Figure 26: Cubature "Cas de Remblai"**

**Cas de profil mixte**

Le profil mixte c'est la combinaison des deux cas c'est à dire cas de déblai + remblai . Pour le calcul de surface d'un profil mixte on calcule la partie déblais puis la partie remblai chacun avec ses formule propres.

**IMPLANTATION**

L'implantation est une application directe des connaissances de topographie. Elle consiste à placer sur le terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet.

Les implantations sont calculées au préalable à partir des éléments graphiques (mesures sur le plan)

---

## **Plan de piquetage des axes des voies :**

C'est le plan où figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

### **A- Implantation planimétrique des sommets des alignements**

#### ***1- Par rayonnement***

On stationne un point connu avec un théodolite et après avoir fait une orientation sur un point pris comme référence (affichage du gisement), on affiche le gisement du point à implanter et on reporte ensuite sur cette direction la distance correspondante jusqu'à matérialiser le point.

#### ***2- Par intersection***

On stationne simultanément en deux points connus et de chacun et après orientation on affiche les angles et on matérialise l'intersection.

#### ***3- Par coordonnées polaires***

Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

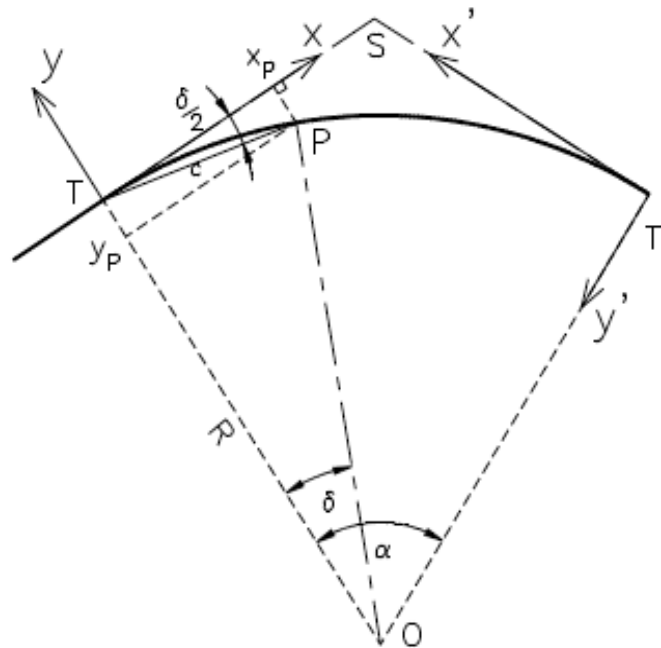
### **B Implantation de courbes**

#### ***a – Raccordement circulaire***

Méthode d'implantation :

---

- **Par Abscisses et ordonnées sur la tangente**



**Figure 27 : Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente**

- **Par Abscisses et ordonnées sur la corde**

Origine : point de tangence

Origine : milieu de la corde

- **Par coordonnées polaires**

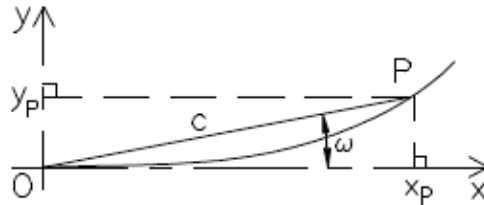
***b- Raccordement progressif***

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.

a. Piquetage par coordonnées rectangulaires

b. Piquetage par coordonnées polaires



**Figure28: Implantation de clothoïde**

### ***Implantation en altimétrie***

Il est souvent nécessaire d'implanter sur le chantier un réseau de repères de nivellement. Ces repères sont reliés entre eux par cheminement de nivellement encadré par deux (02) ou plusieurs repères du nivellement général de l'Algérie (NGA).

Ces repères peuvent être des points naturels bien définis exemple avaloirs ou des rivets scellés dans un socle de béton.

### ***Application à notre projet :***

L'absence de canevas topographique (pièce non jointe avec le levé topographique) ne nous a pas permis de traiter la partie implantation des alignements droits. On contentera au piquetage des parties courbes (clothoïde et cercle).

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

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

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

---

Raccordement progressif 1 (forme symétrique)

Clothoïde 1 :  $A1 = 268$   $L1 = 120$  m et  $R1 = 600$  m

Méthode choisie : Par abscisses et ordonnées sur la tangente KAS

Nombre de point : On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde ( $\Delta L = 10$ m)

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	30 m	30,000 m	0,062 m
2	60 m	60,000 m	0,269 m
3	90 m	90,000 m	1.690 m
KE	119 m	119,998 m	3.907 m

**Tableau44: Implantation de la branche de clothoïde « 1<sup>er</sup> virage »**

Raccordement progressif 2 (forme symétrique)

Clothoïde 2 :  $A2 = 366$   $L2 = 122.22$  m et  $R2 = 1100$  m

Méthode choisie : Par abscisses et ordonnées sur la tangente KAS

Nombre de point : On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde

**( $\Delta L = 10$ m)**

---

**Tableau44: Implantation de la branche de clothoïde « 2<sup>eme</sup> virage »**

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	30 m	30,000 m	0,034 m
2	60 m	60,000 m	0,500 m
3	90 m	90,000 m	0.907 m
KE	119 m	119,998 m	2.096 m





---

## CONCLUSION

Ce présent travail de fin d'étude était l'occasion pour perfectionner nos modestes connaissances dans le domaine des routes.

C'est un travail de base qu'on vient de réaliser, il est d'une utilité incontestable parce qu'il nous a confrontés à certains problèmes et nous a permis entre autre de tirer profit des expériences des personnes qualifiées dans le domaine.

On a essayé de faire le maximum pour respecter les normes du B40 afin d'assurer un meilleur tracé permettant le confort et la sécurité de l'utilisateur car toute négligence peut être fatale.

On était limité par le temps, la documentation ainsi que le manque de salles de dessin et de calculs mais cela ne nous a pas empêché de venir à bout de ce travail grâce aux orientations de nos professeurs.

Nous espérons acquérir plus dans notre vie professionnelle et toucher les grands projets et surtout voir tout cela de près c'est-à-dire sur terrain.