

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

*Pour l'Obtention du Diplôme
D'Ingénieur d'Etat des Travaux Publics*

Thème

**Etude en APD de la RN 55 sur 10 km au
niveau de la ville de Idels / Bordj El
Haouas, avec étude d'un carrefour
giratoire .W.TAMANRASSET.**

Encadré par :

Mr. DERRADJI Ayache

Présenté par :

DJABRI Alla

HAMMANA Abd EL Halim

Proposé par:

S.A.E.T.I

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ قُلِ الرُّوحُ مِنْ
أَمْرِ رَبِّي وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا)



Remerciement



Nous tenons à remercier en premier lieu et avant tout **ALLAH** le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir notre travail dans les meilleures conditions.

Nous tenons à remercier notre encadreur **Mr. DERRADJI AYACHE**.

Sans oublier **Melle. HAMMA Imen** ; pour son aide très précieuse, nous remercions vivement et infiniment, toute l'équipe de **SAETI**.

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

Nous remercions tout le personnel administratif de l'école ainsi, nos enseignants durant toute notre formation, sans oublier les responsables de la bibliothèque qui nous ont beaucoup facilité notre recherche bibliographique.

Enfin, nos pensées à tous ceux qui nous ont aidé pour la réalisation de ce modeste travail.



DEDICACE

بسم الله الرحمن الرحيم

*Au nom d'ALLAH, le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux
Je remercie ALLAH le tout Puissant, clément et Miséricordieux de m'avoir motivé à
réaliser ce modeste travail, ensuite je remercie infiniment mes parents, qui m'ont
encouragé et aidé à arriver à ce stade de formation.*

*Je dédie ce modeste travail à ma très chère mère Aldjia, qui m'a accompagné durant les
moments les plus pénibles de ce long parcours de mon éducation, celle qui a fait preuve
de ces plus copieux desseins pour me permettre de goûter le fardeau de ce monde et de
chercher la voie de ma vie avec ces précieux conseils, donc je devais incessamment être
de grande compétence et motivation. Cependant. Je prie ALLAH le Miséricordieux
qu'il te portera récompense, car la mienne ne sera guère complète,*

Et te protège et te garde en bonne santé.

*Je dédie ce modeste travail à la mémoire de mon très chère père Tayeb (رحمه الله), qui a
toujours envie dans mon cœur.*

Je dédie ce modeste travail :

A Mes chères sœurs : Houda, Ahlem, Razika et Imen.

A tous mes oncles et mes tantes et à toute la famille Djabri et Zoughbi sans exception.

A mon beau ami et frère : Djalel.

*A mes amis : Salah, Amine, Anter, Yassine, Moussa, Naime, Roudoane, Mouhsen,
Naji, Yousef, Madjed, Karim, Ilyes, Yahia, Omar, Khalil, Rafik, Nabil, Adel,
Mouhamed, Boudjemaa, Walide, Ali, degri et Hafa.*

*A mes confrères : Yacine, Salah, Zaki, Aissa, Azzeddine, Hichem, Fayssal, Adnane,
Chemsse, Kada, Housseem, Fathi, Abderahime, Farouk, Sasi, Mesaoude ,
Hocine ,..... et Toutes la promotion 2012.*

*A Mon ami et binôme Hammana Abdelhalim qui était mon
frère durant tout le cycle d'étude.*

*A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la
réalisation de ce mémoire.*

*...Et a tous ceux qui portent l'Algérie dans leurs cœurs
et veulent la construire.*

Enfin, à tous ceux qui me reconnaîtront.

ALLA.



DEDICACE

بسم الله الرحمن الرحيم

Au nom d'ALLAH, le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux

Je remercie ALLAH le tout Puissant, clément et Miséricordieux de m'avoir motivé à réaliser ce modeste travail, ensuite je remercie infiniment mes parents, qui m'ont encouragé et aidé à arriver à ce stade de formation.

*Je dédie ce modeste travail à la **mémoire de ma très chère mère** (رحمها الله), qui a toujours envie dans mon cœur.*

Je dédie ce modeste travail :

*A ma plus belle étoile qui puisse exister dans l'univers **ma chère mère «Zahia »**.*

*A mon meilleur ami : mon père, le plus beau et bon de tout les pères « **Abdelhafid** ».*

*A Mes chers frères : **Khaled, Issame, Salah et Adel**.*

A ma très chère sœur que je l'aime beaucoup.

*A toute la famille **Hammana, Merghadi et Bachiri** sans exception.*

*A mes amis : **Amine, Naji, Anter, Youcef, Fayssal, Salah, Akrem, Ilyes, Amer, Potchi, Yacine, Djalel, Adel, Mouhamed, Boudjemaa, Walide, Ali, Salim, Moussa, Naime Hafa, Yahia, amirouch, wahide, Okba, Bilal, Redhoine, Nabile, Saber.***

*A mes confrères : **Salah, Zaki, Aissa, Azzeddine, Hichem, Yacine, Fayssal, Adnane, Chemsse, Kada, Houssem, Fathi, Abderahime, Farouk, Sasi, Mesaoude, Hocine**, et Toutes la promotion 2012.*

*A mon binôme et confrère : **Djabri Alla**.*

A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

...Et a tous ceux qui portent l'Algérie dans leurs cœurs et veulent la construire.

Enfin, à tous ceux qui me reconnaîtront.

HALIM.



SOMMAIRE



INTRODUCTION GENERALE

01

CHAPITRE I :

PRESENTATION GENERALE

I.1. Présentation de la willaya.....	02
I.2. Présentation et justification de projet.....	07
I.3. Objectifs principaux de l'étude.....	08
I.4. Justification de carrefour.....	09

CHAPITRE II :

LES ROUTES SAHARIENNES

II.1. Introduction.....	10
II.2. Matériaux.....	10
II.3. Relief.....	10
II.4. Climat.....	11
II.5. Hydrologie.....	11
II.6. Caractéristiques géométriques.....	11
II.7. Vitesse de base.....	12
II.8. Profil en long	13
II.9. Profil en travers.....	13
II.10. Dispositions spéciales pour la conception.....	14

CHAPITRE III :

PARAMETRE DE BASE

III.1. Niveau de service.....	15
III.2. Vitesse de référence.....	16
III.3. Hauteur de l'œil et des obstacles.....	16
III.4. Temps de perception- réaction.....	17
III.5. Coefficient de frottement longitudinal fl.....	17
III.6. Coefficient de frottement transversal ft.....	17
III.7. La distance d'arrêt.....	17
III.8. Paramètres géométriques.....	20

CHAPITRE IV :

PHASE APS

IV.1. Introduction.....	21
IV.2. Objectifs du projet	21
IV.4. Présentation des variantes	22
IV.5. Comparaison entre les deux variantes.....	23
IV.6. Conclusion.....	23

CHAPITRE V :

ETUDE DE TRAFIC

V.1. Introduction.....	24
V.2. Analyse du trafic.....	24
V.3. Différents type de trafic.....	24
V.4. Modèles de présentation de trafic.....	25
V.5. Calcul de la capacité.....	26
V.6. Application au projet.....	28

CHAPITRE VI :

TRACE EN PLAN

VI.1. Introduction.....	32
VI.2. Règles à respecter dans le tracé en plan.....	32
VI.3. Les éléments du tracé en plan.....	33
VI.4. Combinaison des éléments de tracé en plan.....	39
VI.5. La vitesse de référence (de base).....	40
VI.6. Paramètres fondamentaux.....	40
VI.7. Description du tracé.....	42
VI.8. Calcul d'axe.....	46

CHAPITRE VII :

PROFIL EN LONG

VII.1. Introduction.....	53
VII.2. Règles à respecter dans le tracé du la ligne rouge	53
VII.3. Coordination entre le tracé en plan et le profil en long	54
VII.4. Déclivités.....	54
VII.5. Raccordements en profil en long.....	55
VII.6. Détermination pratiques du profil en long.....	57
VII.7. Application au projet.....	60
VII.8. Exemple de calcul de profil en long.....	65

CHAPITRE VIII :

PROFIL EN TRAVERS

VIII.1. Définition.....	68
VIII.2. Les éléments du profil en travers.....	68
VIII.3. Classification du profil en travers.....	70
VIII.4. Application au projet.....	70

CHAPITRE IX :

ETUDE GEOTECHNIQUE

IX.1. Introduction.....	72
IX.2 Les différents essais en laboratoire	72
IX.3. Les essais d'identifications (physiques).....	72
IX.4. Les essais mécaniques.....	75
IX.5. Essais chimique	79
IX.6. Essais in situ.....	79
IX.7. Conditions d'utilisation des sols en remblais	80

CHAPITRE X : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

X.1. Introduction.....	81
X.2. La chaussée.....	81
X.3. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée.....	84
X.4. Les principales méthodes de dimensionnement.....	85
X.5. Application au projet.....	88
X.6. Conclusion.....	97

CHAPITRE XI :

CUBATURES

XI.1. Introduction.....	98
XI.2. Définition.....	98
XI.3. Méthodes de calcul des cubatures.....	98
XI.4. Calcul des cubatures de terrassement.....	101

CHAPITRE XII :

ASSAINISSEMENT

XII.1. Introduction.....	102
XII.2. Objectif de l'assainissement.....	102
XII.3. Assainissement de la chaussée	102
XII.4. Choix des ouvrages d'évacuations	105
XII.5. Dimensionnement des ouvrages d'évacuations.....	105
XII.6. Application au projet.....	109

CHAPITRE XIII :

ETUDE DE CARREFOUR

XIII.1. Introduction.....	112
XIII.2. Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour.....	112
XIII.3. Choix de l'aménagement.....	112
XIII.4. Les types de carrefours.....	113
XIII.5. Principes généraux d'aménagements d'un carrefour.....	114
XIII.6. Application au projet.....	116

CHAPITRE XIV :

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1^{er} PARTIE

SIGNALISATION

XIV.1. Introduction.....	122
XIV.2. L'objet de la signalisation routière.....	122
XIV.3. Critères à respecter pour les signalisations.....	122
XIV.4. Types de signalisation.....	122
XIV.5. Choix des modulations et largeurs des lignes	127
XIV.5. Application au projet.....	128

2^{ème} PARTIE

ECLAIRAGE

XIV.1. Introduction.....	131
XIV.2. Catégories d'éclairage.....	131
XIV.3. Paramètres de l'implantation des luminaires.....	132
XIV.4. Application au projet.....	132

CHAPITRE XV :

DEVIS QUANTATIF ET ESTIMATIF

.....	133
● CONCLUSION GENERALE.....	135
● BIBLIOGRAPHIE.	
● ANNEXE.	



INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

En fin de chaque cycle de formation, l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics (**ENSTP**), prévoit dans son programme, du deuxième semestre de la cinquième année un travail de fin d'étude qui s'étale sur une durée de trois (03) mois environ dans les services du ministère des travaux publics.

L'objectif de ce travail, est d'étudier un projet réel afin de permettre de :

- compléter les connaissances théoriques acquises durant les cycles de formation.
- s'imprégner du monde du travail.
- connaître les missions et les responsabilités d'un Ingénieur d'Etat.

De ce fait l'élève Ingénieur, est appelé à fournir beaucoup d'efforts, faire des observations, des remarques afin de présenter un travail étoffé.

Le réseau routier constitue un élément primordial dans le développement du pays car il représente une base sur laquelle se fonde plusieurs secteurs tels que le transport (biens et personnes) et l'économie sociale.

Pour atteindre cet objectif notre étude s'inscrit parfaitement dans le projet national de modernisation des infrastructures de transport.

Ce présent projet de fin d'études consiste en l'étude en APD de la route nationale N55 sur 10Km au niveau de la ville de Idles .w.de Tamanrasset proposée par le bureau d'étude **SAETI**.

L'objectif visé dans ce projet est de faire cette étude tout en respectant les normes routières en général et celles correspondant aux milieux sahariens en particulier, sans oublier la sécurité, le confort des usagers et l'économie.

CHAPITRE I



PRESENTATION GENERALE

CHAPITRE I. PRESENTATION GENERALE

I.1. Présentation de la wilaya :

I.1.a) Géographie : La wilaya de Tamanrasset est la plus grande wilaya de l'Algérie en termes de superficie ,**557906 km²** (superficie équivalente à celle de la France métropolitaine).

Elle est délimitée :

- au nord, par les wilayas de Ghardaïa et de Ouargla .
- à l'est, par la wilaya d'Illizi .
- à l'ouest, par la wilaya d'Adrar .
- au sud, par le Mali et le Niger.

La géomorphologie de la wilaya distingue le plateau du Tidikelt au nord, recouvert de sable et au climat très rude; le Hoggar (Ahaggar) au sud, massif montagneux où les températures sont plus clémentes.



El hoggar

La wilaya abrite le plus haut sommet d'Algérie, le mont Tahat à 3 003 m d'altitude situé dans le massif montagneux du Hoggar.

La ville de Tamanrasset est le chef lieu de la wilaya et constitue un carrefour important d'échange commercial avec les pays du Sahel. Située dans le centre du Hoggar, à 1400 mètres d'altitude, Tamanrasset bénéficie d'un climat tempéré et sec, les températures oscillant entre -8 degrés et 35 degrés Celsius.

I.1.b) Géologie locale :

la zone d'étude est caractérisée par des terrains meubles, métamorphiques et volcaniques de type «Bazaltes».

Début du projet : PK0+00 jusqu'au **PK 10+000** présence d'alluvions et de roches volcaniques de type «Bazaltes», notamment au niveau de la région de « Idles » (présence de Galets, blocs...)



I.1.c) Démographie :

La population de la wilaya de Tamanrasset est de 176 637 habitants d'après le recensement de 2008. La population nomade est estimée à environ 18 000 personnes.

I.1.d) Organisation de la wilaya :

La wilaya de Tamanrasset est composée de sept (7) daïras (circonscriptions administratives), chacune comprenant une ou plusieurs communes pour un total de dix(10) communes.

Daïras de la wilaya de Tamanrasset : La wilaya est divisée en sept daïras :

-Idles

-Tazrouk

-Tin Zaouatine

-In Guezzam

-Tamanrasset

-In Salah

- In Ghar

Communes de la wilaya de Tamanrasset :

La wilaya de Tamanrasset (Algérie) possède dix communes :

1. Tamanrasset

2. Abalessa

3. In Ghar

4. In Guezzam

5. Idles

6. Tazrouk

7. Tin Zaouatine

8. In Salah

9. In Amguel

10. Foggaret Ezzaouia

Ces communes sont réparties comme suit :

- 03 communes situées au niveau de la zone du **TIDIKELT**.
- 05 communes situées au niveau de la zone de l'ahagar.
- 02 communes situées sur la bande de frontalière estimée à 1200 Km .

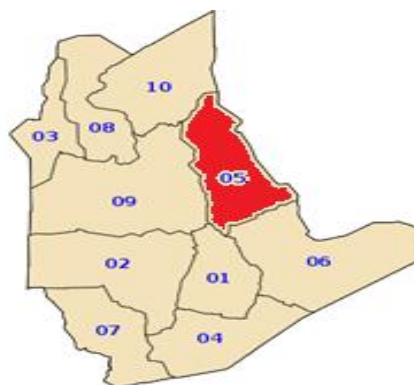


figure1 : wilaya de TAMANRASSET

I.1.e) Infrastructures :**➤ Infrastructures routières et aéroportuaires :**

Le réseau routier de la wilaya de Tamanrasset totalise 6 308 km et se compose comme suit:

- Routes nationales (RN): 2 578 km.
- Chemins de Wilaya (CW) : 472 km.
- Piste: 3 358 km.

Routes nationales	Parcours
RN1 (La transsaharienne)	Alger - Tamanrasset - In Guezzam 2500 km
RN55	Bordj El Haouesse - Idlès- Harfok- In Amguel
RN3 (La route du Tassili)	Skikda - Constantine- Batna - Biskra - El Mghaïr - Touggourt- Hassi Messaoud - In Aménas - Illizi - Djanet- Frontière du Niger

Tableau-1-les routes nationales de la wilaya de Tamanrasset

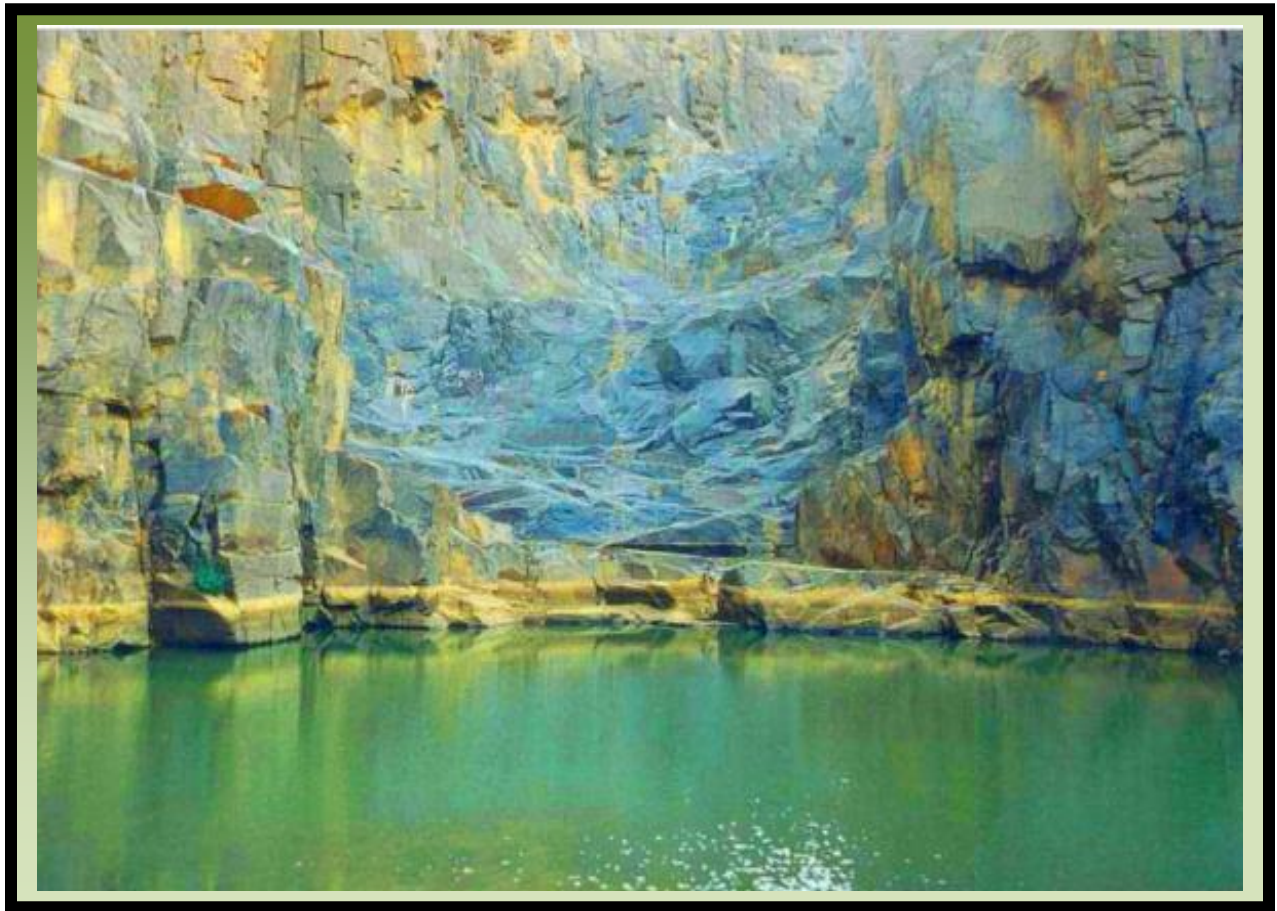
La wilaya dispose de deux aéroports en exploitation (à In Salah et à Tamanrasset). Par ailleurs, un troisième aéroport est en projet à In Guezzam.

➤ Infrastructures hydrauliques :

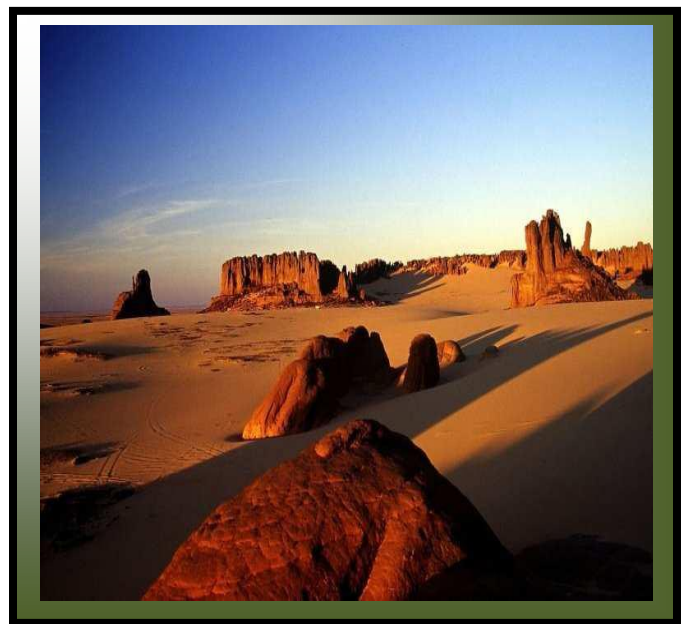
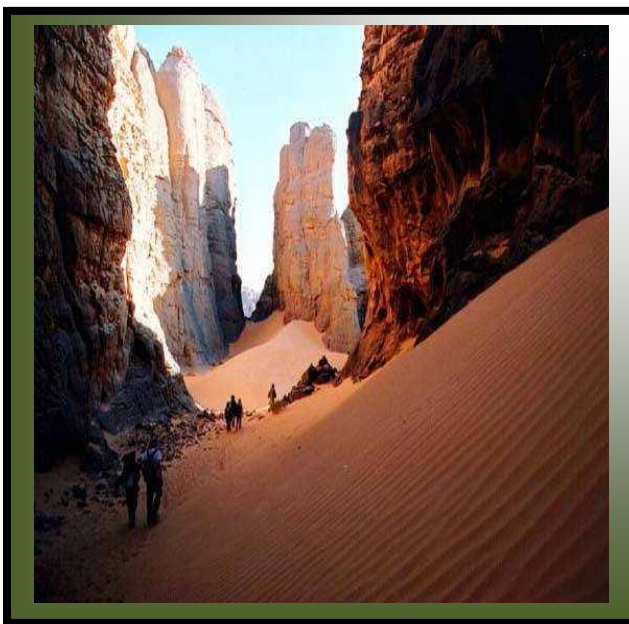
Il existe à travers le territoire de la wilaya de Tamanrasset pas moins de 293 forages dont 202 en service; ce qui permet d'avoir un taux de couverture en alimentation en eau potable (AEP) de 95 %. Pour l'assainissement, le taux est de 91 %.

➤ Infrastructures touristiques :

La wilaya de Tamanrasset dispose de 05 hôtels, 11 campings et 67 agences de voyage et de tourisme. Par ailleurs, la wilaya comprend 02 ZET (zone d'extension touristique): 46,7 ha au niveau de Tamanrasset et 23 ha à **Idles**. Le nombre de touristes étrangers ayant séjourné dans la wilaya s'élève à 8 643 personnes en 2005 (contre 3 237 en 2000).



Quellque photo touristique



I.2. Présentation et justification du projet :

I.2.a) Introduction : la commune de **Idles** est située dans .w.Tamanrasset avec une superficie de **54125 km²** et d'une population de 3791 hab, Par estimation statistique de 2002.

La ville de **Idles** est limitrophe avec :

- La ville de Foggaret Ezzaouia au Nord.
- La ville de Tazrouk et Tamanrasset au Sud.
- La willaya de Illizi à l'Est.
- La ville de In Amguel à l'Ouest.

I.2.b) Cadre de l'étude :

La Route Nationale N°55 a une importance stratégique pour le réseau routier national car elle constitue une grande liaison de 400Km, entre la transsaharienne (RN1) qui passe sur la willaya de TAMANRASSET et la route du Tassili (RN 3) au niveau de la ville de bordj el haouas de la willaya de ILLIZI .

Cette liaison a une partie qui est déjà réalisée (de la RN°1 (In Amguel) jusqu' au la ville de idles), et le trançon restant est en phase d'étude .

Le tronçon, objet de notre étude, se situe dans la willayas de TAMANRASSET , Il débute à la sortie de la ville de Idles et se termine à PK 10+640 .

Le tracé générale s'étend sur un linéaire totale de 10 Km .

Le projet est classé en environnement (E1) , de catégorie (C1) avec une vitesse de base (80 Km/h).

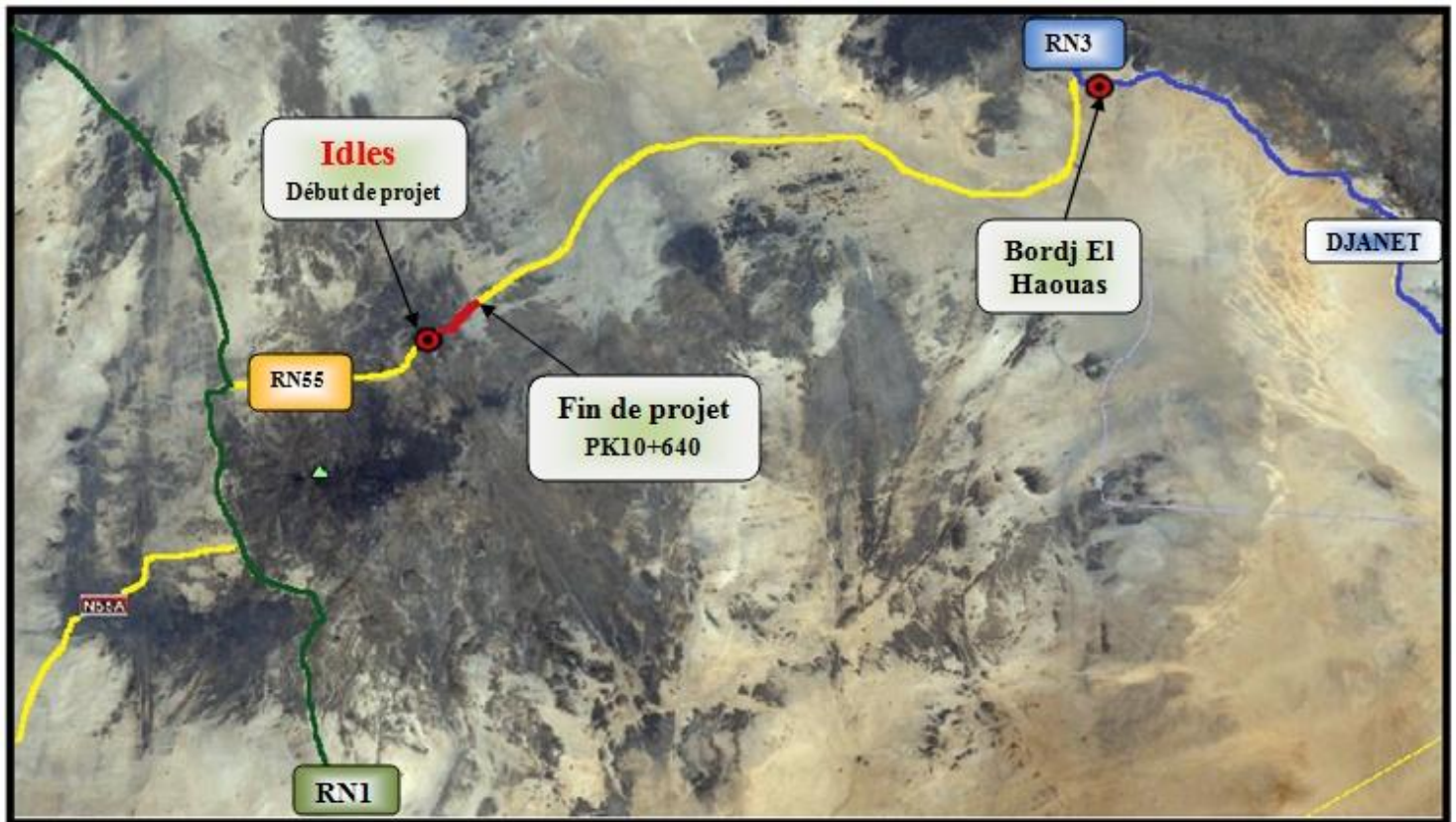


Figure2 :Localisation de projet

I.2.c) Caractéristiques du projet :

Le choix de la catégorie de la route est influencé par plusieurs facteurs dont les plus importants sont le relief, l'occupation du sol et le trafic.

- La longueur totale de ce tronçon est de presque 10 km.
- Début du tronçon: la ville de **Idles**.
- Fin du tronçon: 10 Km après la ville de **Idles**.
- Etude d'un carrefour giratoire au début du projet.

I.3) Objectifs principaux de l'étude :

Le projet consiste à étudier un tronçon routier bidirectionnel, l'objectif étant multiple :

- Créer une liaison entre deux wilayas.
- Gain de temps de parcours.
- Garantir le confort et la sécurité des usagers.
- Améliorer les conditions de la déserte locale et le cadre de vie des habitants tout en préservant l'environnement.

- La contribution au développement durable du tourisme.
- Développement socio-économique des populations.
- L'amélioration des échanges économiques entre les deux wilayas, et avec les pays voisins du sud.

I.4) Justification de carrefour :

Le PK 00+000 est implanté sur un carrefour existant en piste non aménagée qui constituer la futur entrée este de la ville Idles. Un aménagement urbain de se carrefour sera étudié dans le présent projet, et comme il existe une intersection de trois branches nous avons choisi un carrefour type giratoire.

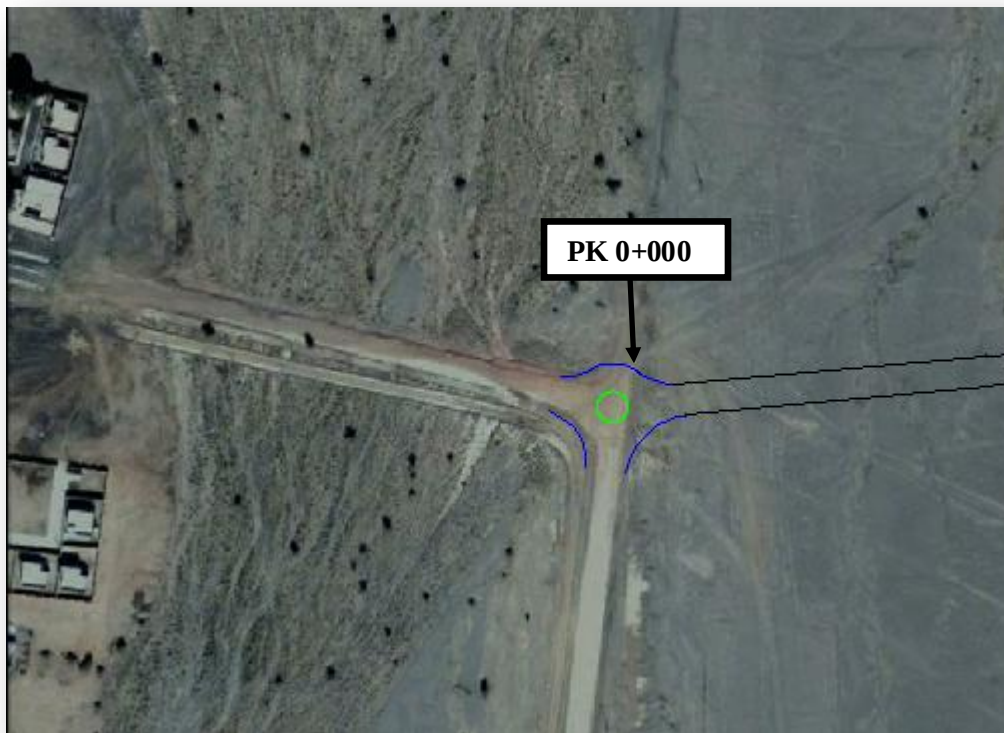


Figure3: Zone d'implantation de carrefour

CHAPITRE II

LES ROUTES SAHARIENNES

CHAPITRE II : LES ROUTES SAHARIENNES

II.1) Introduction :

Les routes sahariennes présentent des propriétés caractéristiques qui diffèrent de celles des routes en milieux humides ou semi-arides. En Algérie, la réalisation des premières routes sahariennes remontent aux années 50.

La conception de la route en général dépend essentiellement du climat et de la nature du sol support. Le présent chapitre a pour but de donner les caractéristiques d'un milieu désertique ainsi que les critères de choix dans la conception d'une route saharienne.

II.2) Matériaux :

La couverture des zones sahariennes est constituée dans sa quasi-totalité de matériaux du quaternaire, l'éventail des matériaux n'est pas très large. On rencontre essentiellement des roches, des éboulis, des sables, des limons et des argiles.

Les roches sont anciennes ou récentes et composées, le plus souvent, de calcaires massifs, de grès, de tufs calcaires, de tufs gypseux,etc.

Elles comparent les massives montagnes et des hauts plateaux.

Les éboulis sont les matériaux accumulés au pied des montagnes, dans les gorges et dans les oueds formant les ergs. Ils sont constitués de fragments de roches ou de granulats de formes et de tailles variables, les sables des dunes mouvantes, sont composés de petites particules siliceuses pratiquement de même taille.

Les limons constituent, en alternance avec les lœss, la couverture en couches minces, la plus fréquente, dans les oueds, les argiles sont rencontrées principalement dans la dépression et constituent, très souvent, le support des marécages des sebkhas et des chotts.

II.3) Relief :

Le sud algérien est caractérisé par un relief peu accidenté, constitue par de vastes pénéplaines. Les paysages sont généralement monotones à l'exception de quelques zones montagneuses ou passages d'ergs.

II.4) Climat :

Le sud algérien est caractérisé par des étés très chauds (50° à l'ombre), et des hivers rudes avec d'important écarts de température (-5° le soir et 30° le jour). Les pluies sont rares et tombent généralement sous forme d'averse (précipitations annuellement moyennes inférieures à 50mm qui peuvent tomber en une deux averses). Les vents de sable y sont fréquents.

II.5) Hydrologie :

Du point de vue hydrologique, on distingue deux zones :

- La partie secondaire et tertiaire constituant le nord de Sahara et renfermant diverses nappes souterraines dont l'une « Albienne » est particulièrement d'abondantes étendues.
- La partie primaire constituant l'extrême sud où les seules ressources disponibles sont constituées par des nappes d'infiltration des oueds importants.

II.6) Caractéristiques Géométriques :

Les caractéristiques géométriques des routes en zone désertique sont déterminées, comme celles des autres routes du pays, en appliquant à chaque catégorie une vitesse conventionnelle dite "vitesse de base" qui permet de définir les valeurs limites d'aménagement des points particuliers de l'itinéraire. Les règles couramment édictées à partir de ce principe ont été modulées pour tenir compte des spécificités inhérentes aux zones désertiques du sud algérien. Celles-ci se caractérisent, rappelons le, par :

Un relief peu accidenté, dont l'altitude culmine à 672 mètres constitué d'une succession de vastes plateaux et de grandes dépressions plus ou moins ensablées. L'immensité de la superficie à desservir et les grandes distances séparant l'agglomération dont l'ordre de grandeur dépasse les 200 KM.

Une très faible pluviométrie dont la moyenne annuelle des précipitations n'excède pas 50mm.

L'omniprésence du sable éolien qui se manifeste sous forme de couloirs de dunes vives ou de dépôts affectant d'importantes zones du territoire.

II.6.a) Ces particularités ont conduit à privilégier deux objectifs:

D'une part offrir à l'usager la possibilité de pratique des vitesses élevées afin de réduire les temps de parcours, d'autre part éliminer les configurations susceptibles d'engendrer des dépôts de sable sur la chaussée. Les normes fondamentales élaborées pour ces routes sont basées sur les principes suivants :

L'adhérence sur les routes généralement sèches du milieu désertique est qu'en climat tempéré;

Les vitesses pratiquées étant élevées, il n'est pas admissible de rechercher des économies au détriment de la visibilité ;

Les déblais faisant courir des risques de coupure par ensablement, il peu être admis de faire usage de fortes pentes à condition qu'elles soient suffisamment courtes pour ne pas mettre les poids lourds en difficulté. De plus pour éviter d'avoir à appliquer à toutes les routes des dispositions onéreuses de prévention contre l'ensablement, il a été admis de subdiviser l'espace saharien en zones en fonction de l'importance du risque engendré. Il est distingué;

Les zones caractérisées par la présence de dunes actives se déplaçant sous l'action du vent dans lesquelles des dispositifs spéciaux doivent être mis en place pour assurer l'écoulement du sable traversant la chaussée;

Les zones caractérisées par la présence dépôt de sable permanent dans lesquelles des dispositions spéciales sont à prendre tant au niveau du choix du tracé que de la conception du profil en long et des profils en travers pour éviter la constitution de ces dépôts;

Les zones ou les dépôts de sable sont rares ou inexistant qui ne nécessitent pas de précautions spéciales.

Dans le détail, les déduites de ces principes présentent les caractéristique suivantes:

II.7) Vitesse de base :

Trois vitesses de base ont été retenues : 60, 80,120 km par heure. Il n'est pas prévu de vitesse de base intermédiaire entre 80 et 120 km par heure, car il est estimé qu'en raison du risque d'inattention des conducteurs dans le contexte désertique, les catégories de routes doivent être dans un objectif de sécurité nettement contrastées. La vitesse de base de 80 km/h est un maximum en zones dunaire ou des dépôts de sable sur les chaussées sont à craindre et ou il ne faut donc pas encourager la vitesse.

En terrain plat et vallonné, non soumis au risque d'ensablement, et compte tenu des grandes distances à parcourir (dans un relief monotone), il est estimé qu'un effort financier doit être consenti pour donner à la route les caractéristiques géométrique correspondant à la vitesse de base 120km/h .dans les zones ou les relief est particulièrement difficile, la vitesse de base est réduite à 60km/h.

Continuité entre section de catégorie différente :

La variation du relief en un milieu désertique est souvent brusque. Elle entraine des changements de vitesse de base qui nécessitent la mis en place de section transition dont le but est d'inciter l'usager à adapter progressivement sa vitesse aux caractéristiques géométriques du tronçon qu'il va parcourir. Pour éviter les section de transition très longues (imposées par l instruction sur les caractéristiques géométriques des routes de rase campagne),dont la longueur pourrait dans certains cas être supérieur a la section annoncée ,il est admis de passer d une catégorie a une autre même non contigüe par une succession de virages qui respecte les rapports entre rayon minimum des catégories concernées ,sous réserves d' assurer une bonne visibilité ainsi que faible distance entre courbes .

II.8) Profil en long :

Les déblais sont proscrits dans les zones à risque d'ensablement. Le profil en long doit suivre le terrain naturel en ménageant un léger remblai d'au moins 0.20m et inferieur à 0.50m autant que possible. Pour les raccordements en angle saillant, puisque, il est juge contre indique de rechercher des économies au détriment de la visibilité, les rayons minimum normale et absolu sont identiques à ceux de l'instruction susvisée.

Pour les raccordements en angle rentrent, des normes réduits sont adoptées pour les passages de type radier submersibles.

II.9 Profil en travers :

Les largeurs de plateforme et de chaussée sont modulées on fonction de la vitesse de base et de trafic .elle varient de **6,7m** a 11 m pour la plateforme et de 3,3m à 7m pour la chaussée.

Dans les sections en déblai des sones comportent un risque d'ensablement, la pente des talus est réduite **1/10** sur une banquette d'une largeur de 8m pour faciliter l'écoulement du sable et maintenir les routes ouverte à la circulation. En règle générale il n'est pas creusé de fossé en limite de plateforme ceux- ci étant rapidement comblés par le sable.

II.10) Dispositions spéciales pour la conception :

Les dispositions énumérées ci-dessous permettent de réduire les risques d'ensablement et les dangers qu'entraînent les points singuliers :

1. de concevoir un tracé en plan et un profil en long collant au terrain naturel, se qui permet de réduire frottement les risques d'ensable.
2. Suivre le terrain en léger remblai, en évitant les dunes et en restant si faire ce peut parallèle à leur direction général.
3. Eviter les champs de dunes mobiles.
4. En zone de dune tracer la route, si possible, à une distance des dunes supérieure à deux ou trois fois leurs hauteurs de préférence près du coté au vent et loin du coté sous le vent.
5. Neutraliser autant que possible les dunes de part et d'autre tracé, en les débblayant ou en les utilisant en emprunt.
6. Prévoir de vastes sur largeurs de plateforme pour maintenir la circulation en cas d'ensablement partiel, particulièrement en zone dunaire et adopter une vitesse de base réduite à 80 km/h.
7. sur les remblais élevés proscrire les dévers uniques et prévoir des rayons en plan suffisamment grands.
8. consentir des terrassements importants mais acceptables pour les grands itinéraires, quand ces terrassements n'intéressent qu'une courte longueur.
9. Eviter les déblais et en cas de nécessité impérieuse, par exemple, pour franchir des falaises ou des crêtes, limiter la hauteur du déblai et prévoir des sur largeurs des accotements de 5 à 8 m et des talus très doux, de l'ordre de 1/10.
10. Pour franchir les falaises choisir des endroits libres de sable et exposés au vent.
11. Si cela s'avère nécessaire pour réduire l'importance des déblais, adopter de fortes pentes qui n'ont pas d'incidence grave en raison de leur courte distance. Ces pentes qui limitées pas des maximas suivant l'importance de l'itinéraire.

D'une manière générale, il faut s'efforcer de modifier le moins possible l'écoulement du vent.

CHAPITRE III

PARAMETRE DE BASE

CHAPITRE III : PARAMETRE DE BASE

III.1.Niveau de service :

Dans chaque catégorie de liaison, la route est caractérisée par des conditions minimales d'aménagement dépendant de :

- La qualité de service assurée à l'utilisateur.
- L'intensité du trafic et de sa composition.
- Caractéristiques topographiques.

III.1.a) Environnement de la route :

L'environnement de la route définit l'état actuel de la route et est caractérisé par deux (02) indicateurs :

- La dénivelée cumulée moyenne.
- La sinuosité.

❖ La dénivelée cumulée moyenne :

C'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire. Le rapport de la dénivelée cumulée total H à la longueur total de l'itinéraire L permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

❖ Sinuosité :

La sinuosité T d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur L_s sur la totale de l'itinéraire.

$$T = (\text{longueur sinueuse des sections dont } R_i < 200\text{m}) / L_{\text{total}}$$

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

Sinuosité Relief	FAIBLE ($T < 0.1$)	MOYENNE $0.1 < T < 0.3$	FORTE $T > 0.3$
PLAT ($h/L < 1.5\%$)	E1	E2	*****
VALONNE ($1.5\% < h/L < 4\%$)	E2	E2	E3
MONTAGNE ($h/L > 4\%$)	*****	E3	E3

Tableau 1 : l'environnement de la route

Dans notre projet on a $\frac{H}{L} = \frac{62.14}{10640} = 0.58\% < 1.5\%$, Ce qui nous conduit à un terrain Plat.

“Pour la sinuosité : $T = \frac{L_s}{L} = \frac{0}{10640} = 0 < 0.1$ caractéristique d’une sinuosité faible ; on déduit que nous sommes dans un environnement E1.

III .1.b) La catégorie de la route :

L’Algérie a subdivisé ses routes en cinq (05) catégories suivant leurs finalités économiques et administratives des itinéraires considérés. La RN 55 assure la liaison entre la Wilaya de TAMANRASSET (RN 1) et de ILLIZI (RN 3). donc nous classons notre route dans la catégorie une (C1).

III.2) Vitesse de référence :

La vitesse de référence est le critère principal pour la définition des paramètres géométriques d’un itinéraire et pour la corrélation de ses paramètres entre eux ; elle dépend de la catégorie et de l’environnement.

Le choix de la vitesse de référence joue un rôle très important sur le coût du projet. Choisir une vitesse de base élevée nécessite un aménagement plus approprié pour faire passer cette vitesse.

Nous sommes dans l’environnement E1, C1

Le long de notre route nous allons utiliser la vitesse 80Km/H.

III.3) Hauteur de l’œil et de l’obstacle :

Les hauteurs de l’œil et de l’obstacle sont des paramètres intervenant dans les calculs de distance de visibilité en point haut en bas, elles définissent l’origine et l’extrémité du rayon visuel dans le plan vertical.

CATEGORIE 1	Hauteur de l’œil (Ho)	Hauteur de l’obstacle Eventuel (h1)	Hauteur de l’obstacle permanent (h2)
	1.1m	0.15m	1.20m

Tableau 1 : Hauteur de l’œil

III.4) Temps de perception- réaction :

Le temps de perception – réaction est le temps nécessaire pour la mise en œuvre du dispositif de freinage lors d'une situation imprévue exigeant un ralentissement.

Catégorie 1- Environnement E1

$t_1 = 1.8s$ pour $V > 80km/h$

$t_1 = 2.0s$ pour $V \leq 80km/h$; donc dans notre cas $t_1 = 2.0s$

III.5) Coefficient de frottement longitudinal f_l :

Ce coefficient varie avec la vitesse, il intervient dans la détermination des distances théoriques de freinage.

Pour notre projet $f_l = 0.39$, fonction de l'environnement et la catégorie.

III.6) Coefficient de frottement transversal f_t :

Ce coefficient dépend de la vitesse de base et utilisé pour déterminer le rayon en tracé en plan associé à un devers donné et inversement.

Dans notre cas on a $f_t = 0.13$

III.7) La distance d'arrêt

III.7.a) La distance d'arrêt d_1 :

Avant de s'arrêter le véhicule parcourt deux distances :

- Distance parcourue pendant le temps nécessaire au conducteur pour percevoir l'obstacle et pour réagir sur ses freins (temps perception -réaction) qui set égale à :

$$v \times t_1 = \frac{V}{3.6} \times t_1$$

- Et la distance sur laquelle devrait s'exercer le freinage pour obtenir l'arrêt :

$$d_0 = \frac{V^2}{260 f_l}$$

$$d_1 = \frac{V}{3.6} \times t_1 + \frac{V^2}{260 f_l} \quad \text{en palier et en alignement} \quad \rightarrow \quad d_1 = 109 \text{ m}$$

$$d_1 = \frac{V}{3.6} \times t_1 + \frac{V^2}{260(f_l \pm i)} \quad \text{en déclivité.}$$

III.7.b) La distance d'arrêt en courbe d_2 :

Lorsqu'un véhicule circule, en courbe ses possibilités de freinage se trouvent réduites :

- Du fait qu'une partie de l'adhérence est mobilisée pour faire échec à la force centrifuge.
- Du fait que la charge des roues internes et externes est inégalement répartie, pour compenser le couple introduit par l'application de la force centrifuge au centre de gravité.

Le règlement français majore de 25% la distance de freinage, pour tenir compte de ces circonstances, lorsque le véhicule parcourt une courbe de rayon faible :

$$d_1 = d_0 + 0.25 d_0 \quad \text{si } R \leq 5V$$

$$d_2 = d_1 \quad \text{si } R > 5V \quad \text{avec } R \text{ le rayon en plan.}$$

III.7.c) Distance de visibilité de dépassement :

Maintenant nous allons nous intéresser au problème suivant : quels sont le temps t et l'espace E nécessaires pour que, sur une route à deux voies, un véhicule A circulant à une vitesse V_1 , ayant devant lui un véhicule B circulant à la vitesse V_2 , dont il s'est approché au maximum sans quitter la voie de droite, exécute la manœuvre complète de dépassement de B, y compris son retour à la voie droite.

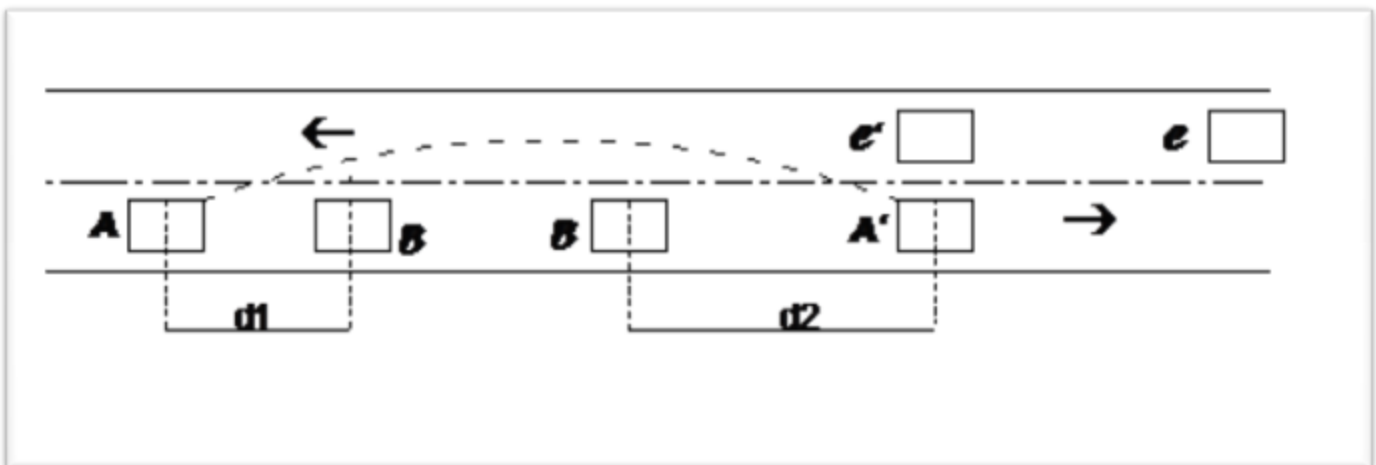


Fig.1 dépassement d'un véhicule

Dans un premier temps, on peut faire un calcul approximatif : Le véhicule B se déplace de $V_2 t$ pendant que A se déplace de $V_1 t + d_1 + d_2$; d_1 et d_2 étant les espacements des deux véhicules immédiatement avant et immédiatement après le déplacement.

Mais la considération du véhicule venant du sens inverse, c'est ce qui est le cas le plus défavorable au dépassement nous a amené à la conclusion suivante :

$$d = V_1 t + V_3 t$$

V_1 étant la vitesse du véhicule dépassant et V_3 la vitesse du véhicule en sens inverse. Dans le calcul on suppose que $V_1 = V_3$ donc on a : $d = 2V t$

Les instructions de la circulation du 28 Octobre 1970 sont basées sur la constatation empirique, donnant la durée nécessaire pour exécuter un dépassement :

- Un dépassement court : 7.2sec pour $V \leq 90\text{Km/h}$
9.0sec pour $V = 140\text{Km/h}$
- Un dépassement normal : 10.8sec pour $V \leq 90\text{Km/h}$
12.8sec pour $V = 140\text{Km/h}$

La distance de visibilité minimale : d_d ou d_m et la distance de visibilité normale : d_D ou d_N sont découlées de ces durées.

III.7.d) Distance de visibilité de manœuvre de déplacement : dMd.

Hypothèse : Le véhicule adverse freine

Elle est donnée par la distance parcourue par le véhicule dépassant pendant la manœuvre d'accélération (ou de décélération) ainsi que le rabattement, augmentée de la distance parcourue par le véhicule adverse pendant le même intervalle de temps.

VITESSE DE REFERENCE (80 Km/h)

Catégorie	Paramètres cinématiques		120	100	80	60	40
1-2	Longueur de freinage.	d_0	175	111	65	34	14
	Distance d'arrêt.	d_1	235	161	109 (105)	67 (64)	36 (34)
3-4-5	Longueur de freinage.	d_0	160	100	59	31	13
	Distance d'arrêt.	d_1	220	150	99	64	35
Toutes	Distance de visibilité de dépassement minimale	d_m	550	420	320	240	160
	Distance de visibilité normale.	d_N	790	620	480	360	240
Toutes	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement.	dMd	425	300	200	120	70

Tableau 2 : Tableau des normes B40

III.8) Paramètres géométriques :

Les normes géométriques tracées en plan et en profil en long sont résumées dans le tableau suivant, relatif à la norme algérienne (B40) :

VB= 80Km/h, Environnement E1, catégorie C1

		Rayon	Symbole	Valeur (m)
Tracé en plan		Min absolue	RHm (7%)	250
		Min normale	RHN (5%)	450
		Au dév. min	RHd (2.5%)	1000
		Non déversé	Rhnd (-2.5%)	1400
Profil En Long	Convexe	Min absolue	RVm	4500
	Convexe	Min normale	RVN	10000
	Concave	Min absolue	R'Vm	2400
	Concave	Min normale	R'VN	3000
		DECLIVITE MAX	Pmax	6%

Tableau 3 : Paramètres géométriques

CHAPITRE IV

PHASE APS

(Avant projet sommaire)

CHAPITRE IV : PHASE APS

IV.1) Introductoin:

La phase Avant projet sommaire, elle consiste à étudier plus profondément les deux variantes retenues de l'étude préliminaire. On devra comparer entre les deux variantes de l'étude APS par l'ensemble des critères suivantes.

- Les contraintes remarquées dans le site.
- Le coût du projet.
- Les difficultés trouvées lors du choix des tracés (caractéristiques techniques).

Finalement après cette analyse multicritère, une seule variante sera gardée pour entamer la phase **APD**.

IV.2) Objectifs du projet :

La réalisation de la liaison routière reliant Tamanrasset- Djanet(RN55) est un projet dont les objectifs sont :

- Assurer le raccordement de la ville de Tamanrasset à la ville Illizi.
- Assurer la régularité du temps de parcours et la sécurité des usagers de la route.
- Améliorer les conditions de la déserte locale et le cadre de vie des habitants toute en préservant l'environnement.
- Offrir un axe routier, conçu en tenant compte des problèmes d'ensablement que connaît la région.
- Assurer une chaussée bidirectionnelle de largeur de 7 m, et largeur de 1.8m d'accotement.
- Développement socio-économique des populations.
- L'amélioration des échanges économiques entre les deux wilayas, et avec les pays voisins du sud.
- La contribution au développement durable du tourisme.
- Le désenclavement des agglomérations concernées par le projet.
- L'amélioration des conditions de transport et de déplacement.

IV.4) Présentation des variantes :

L'étude APS consiste à proposer plusieurs variantes afin de faire une comparaison multicritère entre eux pour retenir la meilleure pour l'étude APD. Pour notre cas on va proposer deux variantes :

IV.4.a) 1^{er} VARIANTE :

L'origine de la première variante est la jonction avec la route (RN55) vers la ville **IDLES** et la route (RN55) vers **IN AMGUEL** au PK 00+000. Sa longueur est de 10.640 Km, elle traverse un relief généralement plat.

IV.4.b) 2^{ème} VARIANTE :

La deuxième variante a pratiquement les mêmes caractéristiques que la 1^{ère} variante, sur un linéaire de 10.900 Km.

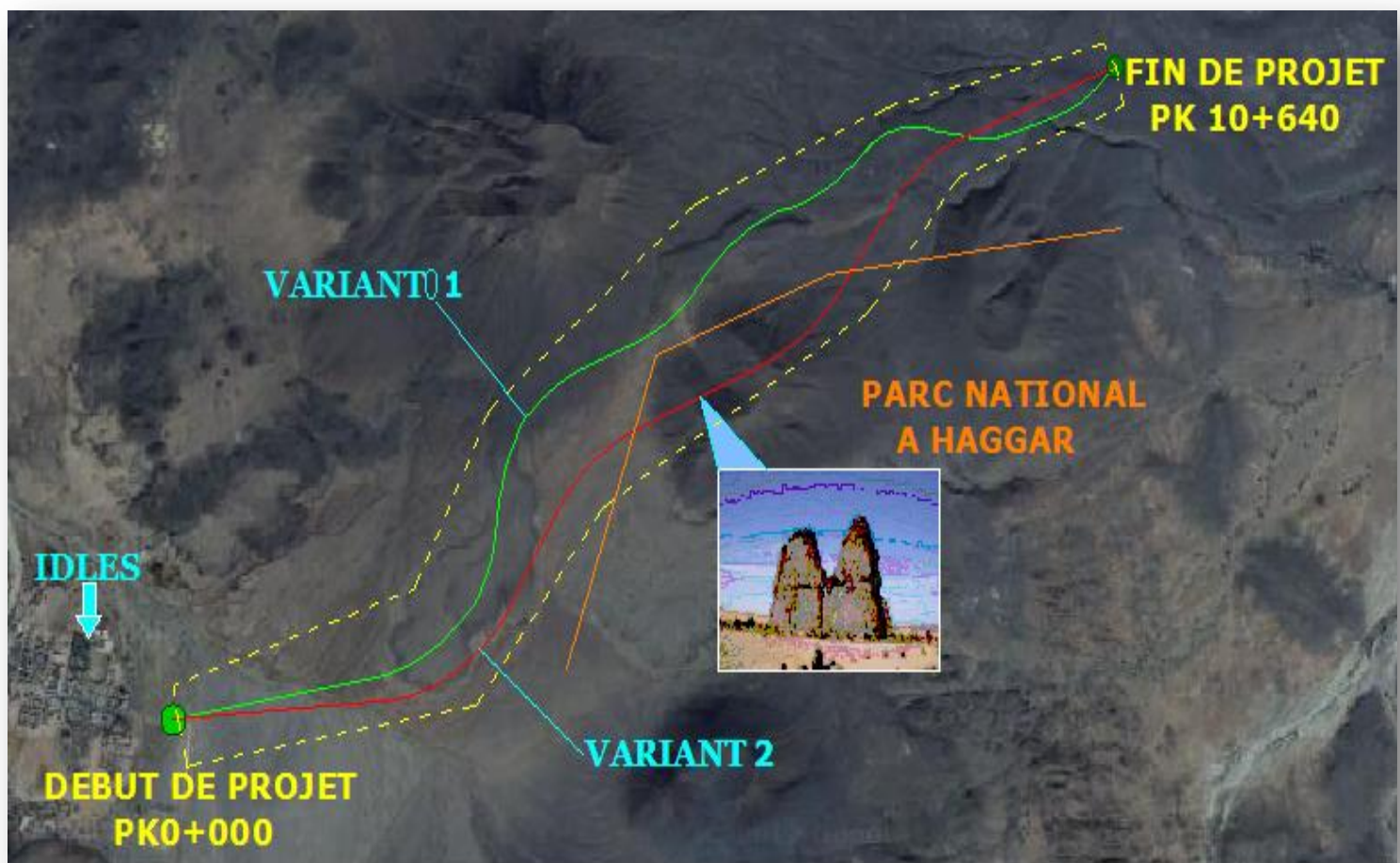


figure1 : Schéma synoptique qui représente les variantes retenues

IV.5) Comparaison entre les deux variantes :

Désignations	Variante 1	Variante 2
Longueur totale (m)	10640	10900
Rayon minimal utilisé dans le tracé en plan (m)	600	600
Rayon maximal utilisé dans le tracé en plan (m)	5000	5000
Déclivité maximale (%)	6%	8.567%
Volume des remblais (m3)	88331	113381
Volume des déblais (m3)	20886	42149
Hauteur maximale de déblai	1.91	3.21
Hauteur maximale de remblai	2.57	5.44
Nombre d'ouvrages d'art	01(PS)	01(PS)

PS : Passage submersible

	AVANTAGES	INCONVEIEMENTS
VARIANTE 1	Relief plat peut vallonnée	Absence d'inconvénient
VARIANTE 2	Relief vallonnée	Elle est touché le parc national A HAGGAR qui est protégé par l'office de protection du parc.

IV.6) Conclusion :

La comparaison à faire est basé sur une analyse multi critère, ces critères à considérer concerné :

Le cout estimatif entre les différentes variantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{V1 : 267 108 341.00 (DA)} \\ \text{V2 : 278 917 441.00 (DA)} \end{array} \right.$$

D'après l'étude comparative multicritères on voit que la variante01 est moins cher que la variante02.alors on peut conclure que la variante à retenir pour l'étude APD sera la variante01.

CHAPITRE V



ETUDE DE TRAFIC

CHAPITRE V : ETUDE DE TRAFIC

V.1) Introduction :

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser.

Pour résoudre la plupart des problèmes d'aménagement ou d'exploitation routière, il est insuffisant de connaître la circulation en un point donnée sur une route existante, il est souvent nécessaire de connaître les différents courants de circulation, leurs formations, leurs aboutissements, en d'autres termes de connaître l'origine et la destination des différents véhicules.

V.2) Analyse du trafic :

Afin de déterminer en un point et en un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage qui nécessite une logistique et une organisation appropriée.

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

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

V.3) Différents type de trafic :

On distingue quatre types de trafic:

V.3.a) Trafic normal : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet.

V.3.b) Trafic induit : C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

V.3.c) Trafic dévié : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

V.3.d) Trafic total : C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

V.4) Modèles de présentation de trafic :

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaine.

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

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

V.4.a) Prolongation de l'évolution passée :

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

Le trafic T_n à l'année n sera:

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

Où :

- T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.
- τ : est le taux de croissance.

V.4.b) Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques:

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

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

V.4.c) Modèle gravitaire:

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

V.4.d) Modèle de facteurs de croissance:

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

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

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

Remarque:

Pour notre cas, nous utilisons la méthode « **prolongation de l'évolution passée** » vu sa simplicité et parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

V.5) Calcul de la capacité:

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passé sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée.

La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

V.5.a) Trafic à un horizon donné :

Du fait de la croissance annuelle du trafic.

$$TJMA_n = TJMA_0 (1 + \tau)^n$$

Tel que:

- **TJMA_n** : trafic journalier moyen à l'année **n**.
- **TJMA₀** : trafic journalier moyen à l'année **0**.
- **T** : taux d'accroissement annuel.
- **n** : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

V.5.b) Trafic effectif :

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminé en fonction du type de route et de l'environnement.

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

Tel que :

- **Z** : le pourcentage de poids lourds.
- **P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

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

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-11	16-24

Tableau 1: Coefficient d'équivalence « P »

i. Évaluation de la demande:

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon.

$$Q = 0.12T_{\text{eff}} \quad (\text{UVP/h})$$

ii. Évaluation de l'offre:

C'est le débit admissible que peut supporter une route :

$$Q_{\text{adm}} = K_1 K_2 C_{\text{th}}$$

Tel que :

- C_{th} : la capacité théorique.
- K_1 : coefficient qui dépend de l'environnement.
- K_2 : coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tableau 2: Coefficient « K1 »

	Catégorie de la route				
Environnement	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau -3- Coefficient « K2 »

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

Tableau 4 : Capacité théorique « C_{th} »

iii. Calcul du nombre de voies :

Chaussée bidirectionnelle :

- On compare Q à Q_{adm} pour les divers types de routes et on prend le profil Permettant d'avoir :

$$Q \leq Q_{adm}$$

Chaussée unidirectionnelle :

- Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N » avec :

$$N = \frac{s \cdot Q}{Q_{adm}}$$

Tel que :

- S : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.
- Q_{adm} : débit admissible par voie.

V.6) APPLICATION AU PROJET:

V.6.a) Les données de trafic:

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par bureau d'étude SAETI qui sont les suivants :

- Le trafic à l'année 2009 TJMA₂₀₀₉=80v/j.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté τ = 3.5%.
- La vitesse de base sur le tracé V_b=80km/h.

- Le pourcentage de poids lourds $Z=64\%$.
- L'année de mise en service sera en 2015.
- La durée de vie estimée de 20 ans

V.6.b) Projection future du projet :

L'année de mise en service (2015).

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

- $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon
- $TJMA_0$: le trafic à l'année de référence (origine 2009).

L'année de mise en service (2015).

$$TJMA_{2015} = 80. (1 + 0,035)^6 = 98 \text{ (v /j)}.$$

Donc :

$$TJMA_{2015} = 98 \text{ (v /j)}.$$

Trafic à l'année (2035) pour une durée de vie de 20 ans.

$$TJMA_{2035} = 98. (1 + 0,035)^{20} = 195 \text{ (v /j)}.$$

Donc :

$$TJMA_{2035} = 195 \text{ (v /j)}.$$

V.6.c) Calcul du trafic effectif :

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

- **P**: coefficient d'équivalence pour le poids lourds. Pour une route à bonne caractéristique et un environnement E_1 , on a $P=3$.
- **Z** : pourcentage de poids lourds est égale à 64 (%).

$$T_{eff} = [(1 - 0,64) + 3 .0,64]. 195 = 445 \text{ (unv /j)}.$$

Donc :

$$T_{eff} = 445 \text{ (unv /j)}.$$

V.6.d) Débit de pointe horaire normale :

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

Avec : **(1 / n)** : coefficient de pointe horaire pris est égale à 0,12.

$$Q = 0,12 \times 445 = 54 \text{ (unv/h)}$$

donc:

$$Q = 54 \text{ (unv/h)}.$$

V.6.e) Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

$$Q_{adm} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$$

- K_1 : coefficient correcteur pris égal à 0,75 pour E_1 .
- K_2 : coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement (E_1) et catégorie (C_1).
- C_{th} : capacité effective par voie.

Ce débit prévisible doit être inférieur au débit maximal que notre route peut offrir, c'est le débit admissible :

$$Q \leq Q_{adm} \Rightarrow Q \leq K_1 \times K_2 \times C_{th} \Rightarrow C_{th} \geq \frac{Q}{K_1 \times K_2}$$

$$C_{th} \geq 54 / (0.75 \times 1)$$

$$C_{th} \geq 72 \text{ uvp/j}$$

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 72 = 54 \text{ (uvp/h)}.$$

Donc:

$$Q_{adm} = 54 \text{ (uvp/h)}.$$

V.6.f) Le nombre des voies:

$$\text{On a : } n = S \cdot Q / Q_{adm} = (2 / 3) \times (54 / 54) = 0.66.$$

Donc:

$$n = 1 \text{ voies /sens}$$

Résultat :

À partir de B40, on prend $C_{th} = 2000 \text{ uvp/h} \geq 72$

D'après les calculs effectués précédemment le prof il en travers est constitué d'une **chaussée unique (bidirectionnelle) à 2 voies de 3,5m de largeur par voie Avec un accotement de 1,8m pour chacun des deux cotés.**

TJMA ₂₀₀₉ (v/j)	TJMA ₂₀₁₅ (v/j)	TJMA ₂₀₃₅ (v/j)	Teff ₂₀₃₅ (uvp/j)	Q ₂₀₃₅ (uvp/j)	N voies
80	98	195	445	54	1

V.6.g) Calcul de l'année de saturation :

On a :

$$Teff_{2015} = [(1 - 0,64) + 3 \cdot 0,64] \cdot 98 = 224 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Teff_{2015} = 224 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Q_{2015} = 0,12 \times 224 = 27 \text{ (uvp/j)}.$$

Donc : $Q_{\text{Saturation}} = 4 \times Q_{\text{adm}}$

$$Q_{\text{Saturation}} = 4 \times 54 = 216 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Q_{\text{Saturation}} = (1 + \tau)^n \times Q_{2015} \Rightarrow n = \log(Q_{\text{Saturation}} / Q_{2015}) / \log(1 + \tau)$$

$$n = \log(216/27) / \log(1 + 0,035) = 60 \text{ ans}.$$

Donc :

$$\text{L'année de saturation} = 2015 + 60 = 2075.$$

CHAPITRE VI



**TRACE EN
PLAN**

CHAPITRE VI : TRACE EN PLAN

VI.1) Introduction :

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

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

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

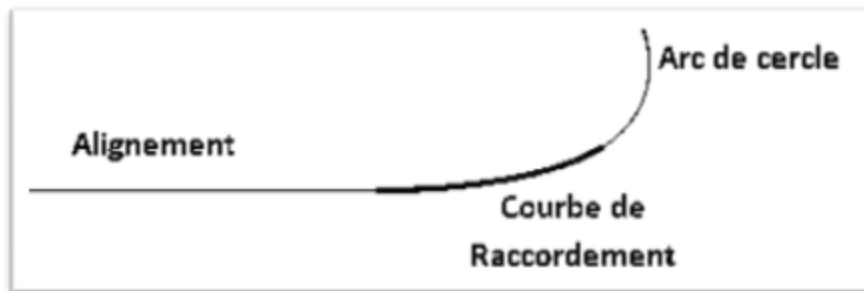
VI.2) Règles à respecter dans le trace en plan :

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

- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à R_{Hnd} (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

VI.3) Les éléments du tracé en plan :

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons et des arcs de cercles comme il est schématisé ci-dessous :



VI.3.a) Les alignements :

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

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

La longueur maximale $L_{\max}$ est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

$$L_{\min} = 5 V_B$$

$$L_{\max} = 60 V_B$$

Avec V en (m/s).

VI.3.b) Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

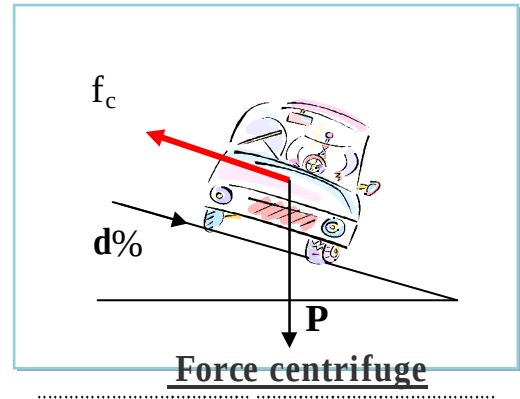
- La stabilité des véhicules.
- L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon.
- La visibilité dans les tranchées en courbe.

i. Stabilité en courbe :

Les rayons et leur devers doivent permettre à un véhicule roulant à la vitesse de référence V_B de ne pas déraiper.

Les rayons en plan dépendent de facteurs :

- Force centrifuge F_c
- Poids de véhicule P
- Accélération de la pesanteur g
- Devers d



ii. Rayon horizontal minimal absolu :

$$RHm = \frac{V_r^2}{127(f_t + d_{\max})}$$

Ainsi pour chaque V_r on définit une série de couple (R, d) .

iii. Rayon minimal normal :

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

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

iv. Rayon au dévers minimal :

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

Dévers associé $d_{\min} = 2.5\%$.

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

v. Rayon minimal non déversé :

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le divers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (RHnd).

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035}$$

Pour les catégories 1-2

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

Pour les catégories 3-4-5

Avec : $f' = 0.07$ cat 3

$f' = 0.075$ cat 4-5

vi. Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant que possible des valeurs de rayon $\geq$ à RHN.
- Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près.
- Si $RHm < R < RHN$:

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

- Si $RHN < R < RHd$:

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

Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal $d_{\min}$.

- Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

- Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.

Remarque :

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

vii. Surlargeur :

Un long véhicule à 2 essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

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

$$S = \frac{L^2}{2R}$$

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

R : rayon de l'axe de la route.

VI.3.c) Les raccordements progressifs « CLOTHOÏDE » :

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croît linéairement de $R=\infty$ jusqu'à $R=\text{constant}$), pour assurer :

- La stabilité transversale de véhicule.
- Le confort des passagers.
- La transition de la chaussée
- Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

Il y a beaucoup des courbes de raccordement Pour assurée ce confort. Mais la clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans les projets de route.

i. Expression de la clothoïde :

La courbure est linéairement proportionnelle à l'abscisse curviligne L(ou longueur de la clothoïde).

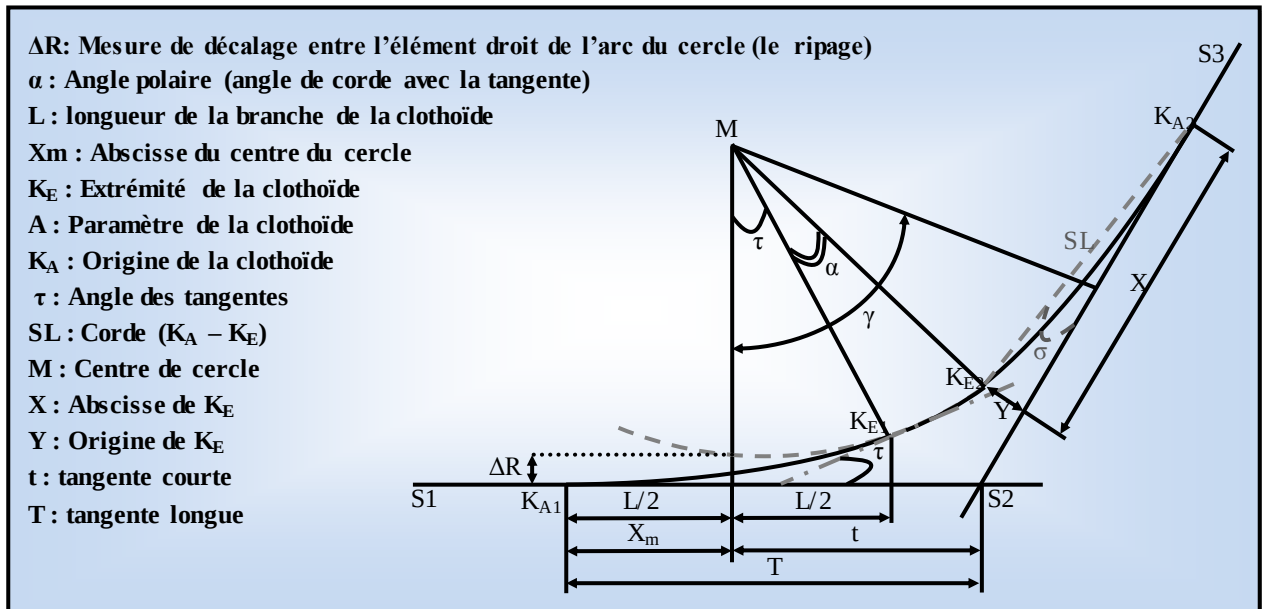
$$K = C.L ; K = \frac{1}{R} \quad L.R = \frac{1}{C}$$

On pose : $\frac{1}{C} = A^2 \Rightarrow$

$$A^2 = L.R$$

C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.

ii. Les éléments de la clothoïde :



iii. Les conditions de raccordement :

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes :

❖ Condition optique :

C'est une condition qui permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

$$\tau \geq 3^\circ \quad \text{soit} \quad \tau \geq 1/18 \text{ rad.}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rad} \Rightarrow L \geq R/9 \text{ soit } A \geq R/3.$$

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

Pour $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) d'où $L = (24.R.\Delta R)^{1/2}$

Pour $1500 < R \leq 5000\text{m}$, $\tau = 3^\circ$ c'est-à-dire $L = R/9$

Pour $R > 5000\text{m} \Rightarrow \Delta R$ limité à 2.5m soit $L = 7,75 (R)^{1/2}$

❖ Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule. La variation de

l'accélération transversale est : $(\frac{V^2}{R} - g \cdot \Delta d)$ Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur $Kg = g/0.2V_B$

Avec une gravitation $g = 9.8m/s$ on opte :

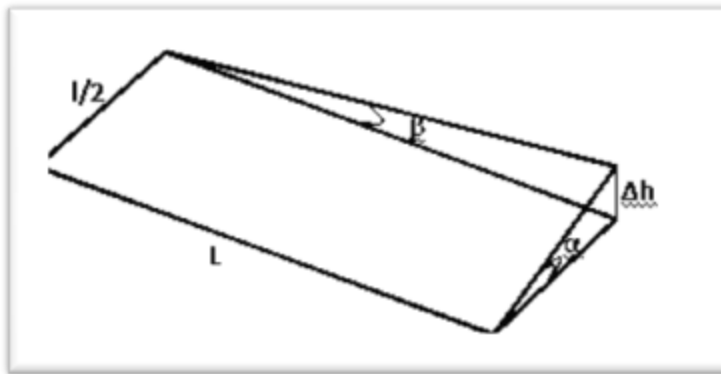
$$L \geq \frac{V_B^2}{18} \left(\frac{V_B^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right)$$

V_B : vitesse de base (Km/h).

R : le rayon (m).

Δd : la variation de divers ($\Delta d = d_{final} - d_{init}$) (%).

❖ Condition de gauchissement :



La demi-chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer.

Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de telle sorte. $\Delta p \leq \frac{0.5}{V_B}$

Nous avons :

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

l : largeur de chaussée

VI.4) Combinaison des éléments de trace en plan :

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

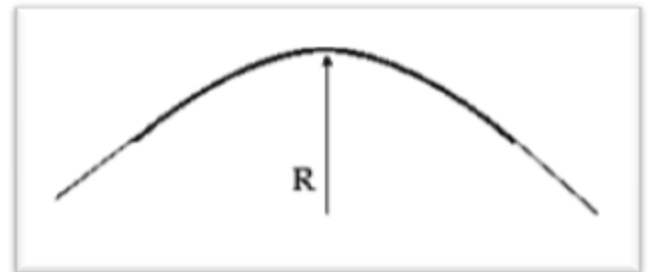
VI.4.a) Courbe en S :

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



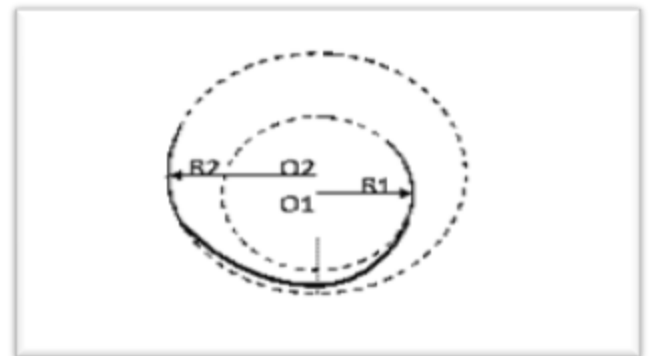
VI.4.b) Courbe à sommet :

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



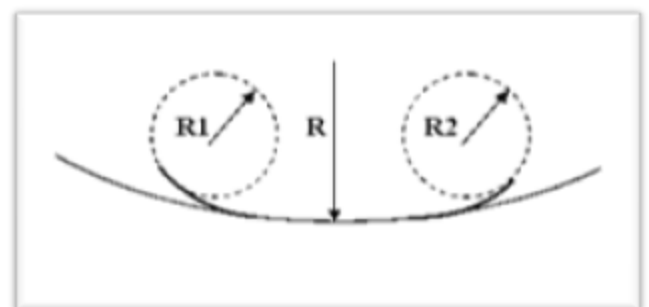
VI.4.c) Courbe en Ovale:

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



VI.4.d) Courbe en C :

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



VI.5) La vitesse de référence (de base) :

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

VI.5.a) Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

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

VI.5.b) Vitesse de projet:

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

On entend par conditions normales :

- Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace;
- Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible;

véhicule en bon état de marche et conducteur en bonnes conditions normales.

VI.6) Paramètres fondamentaux :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie C1, dans un environnement E1, avec une vitesse de base $V_B = 80 \text{ km/h}$.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées des normes B40.

Paramètres	Symboles	Valeurs	Unités
Vitesse	V_B	80	km/h
Longueur minimale	L_{min}	111.11	m
Longueur maximale	L_{max}	1333.33	m
Devers minimal	d_{min}	2.5	%
Devers maximal	d_{max}	7	%
Temps de perception réaction	t_1	2	S
Frottement longitudinal	f_L	0.39	
Frottement transversal	f_t	0.13	
Distance de freinage	d_0	111	m
Distance d'arrêt	d_1	161	m
Distance de visibilité de dépassement minimale	d_m	325	m
Distance de visibilité de dépassement normale	d_N	500	m
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	d_{Md}	200	m
RHm	RHm	250 (7 %)	m (%)
RHN	RHN	450 (5 %)	m (%)
RHd	RHd	1000 (2.5 %)	m (%)
RHnd	RHnd	1400 (-2.5 %)	m (%)

Tableau 1 : paramètres du tracé en plan.

D'après tout ce qui précède les éléments utilisés dans notre projet sont comme suite :

❖ Les rayons :

Rayons (m)	600	1500	2000	1800	3000	800	5000
Dévers associé (%)	4	2.5	2.5	2.5	2.5	3	2.5

1500	600	600	1400
2.5	4	4	2.5

❖ les alignements (max et min) :

- $L_{max} = 878.4541 \text{ m} < L_{max}(B40).$
- $L_{min} = 128.7250 \text{ m} > L_{min}(B40).$

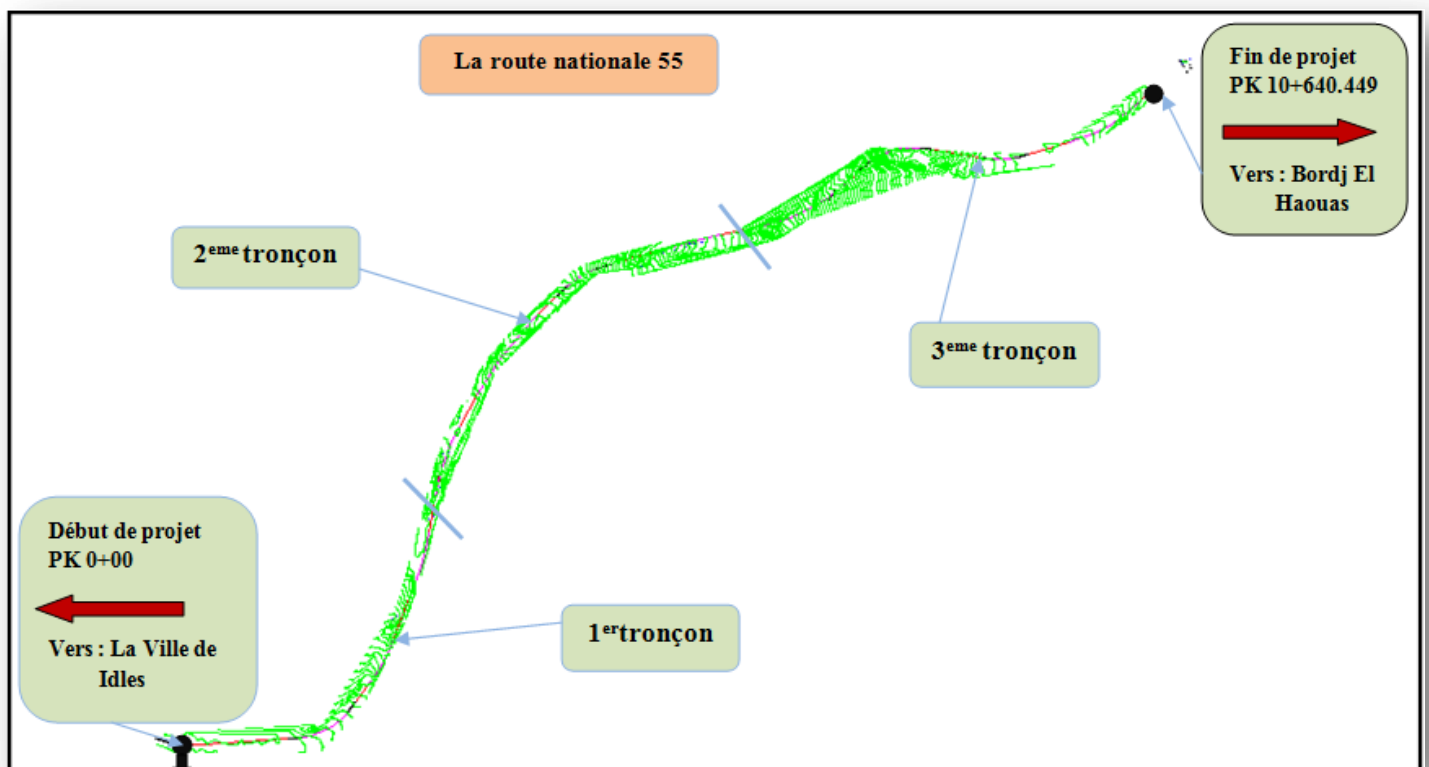
❖ Le pourcentage de la longueur des alignements est de 41% entre 40% et 60% de la longueur totale de tracé.

VI.7) Descriptions du tracé :

Le tracé se décompose en plusieurs sections distinctes comportant chacune des spécifications particulières. Le linéaire du projet est d'une longueur de 10 Km.

Le tracé se développe sur un site vierge tantôt plat tantôt vallonné du point de vue topographique.

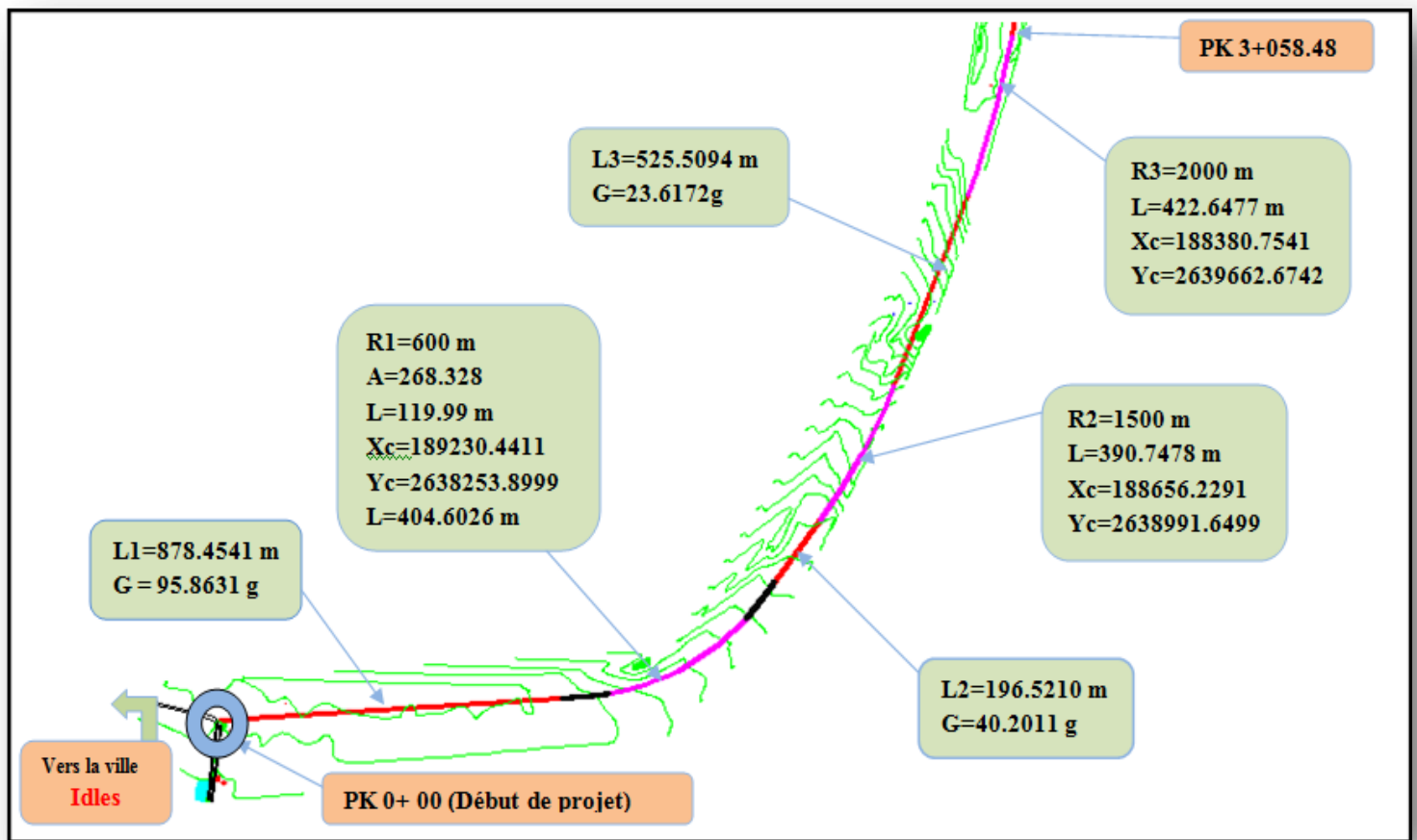
Le tracé est présenté de zones rocailleuses et parfois sableuses traversée par de dépression submersible.



TRACE EN PLAN

➤ **1^{er} tronçon :** entre le PK 0+00 et le PK 3+058.48.

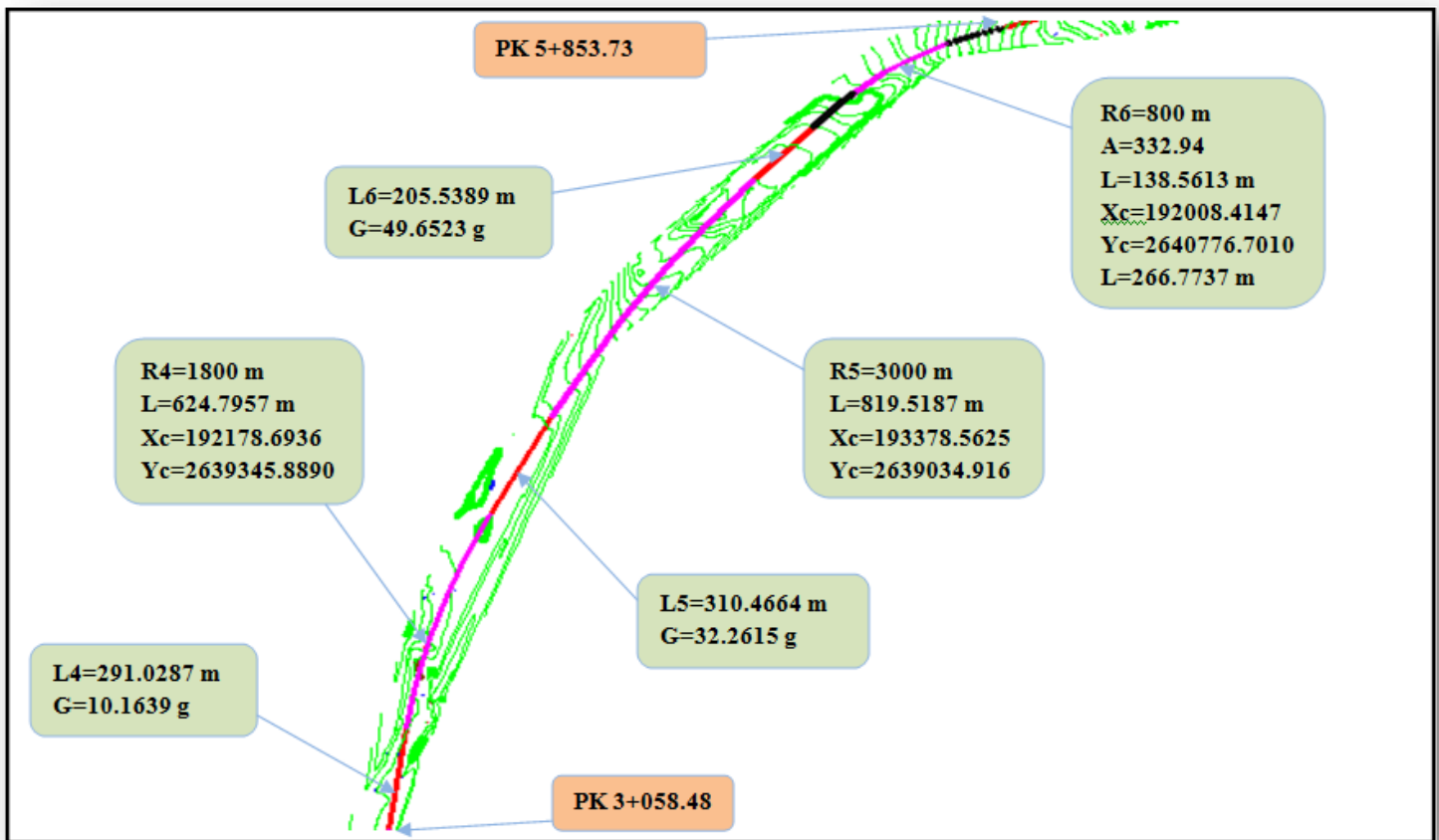
- ✚ Le tracé prend origine à l'intersection avec la RN55 qui nécessite l'aménagement d'un carrefour giratoire au PK0+00.
- ✚ A la sortie du village le tracé s'infléchit vers la droite rejoignant la piste existante avec un droit de longueur 878.4541 m.
- ✚ Pour la suite une courbe de rayons 600 m encadrée par des clothoïde et introduite jusqu'au PK1+523.
- ✚ Entre le PK1+523 et le PK3+058 une succession des courbes de grandes valeurs (1500,2000m) séparés par des droites sont introduite.



Le 1^{er} tronçon entre le PK 0+000 et le PK 3+058.48

➤ **2^{ème} tronçon** : Entre le PK3+058 et le PK5+853.

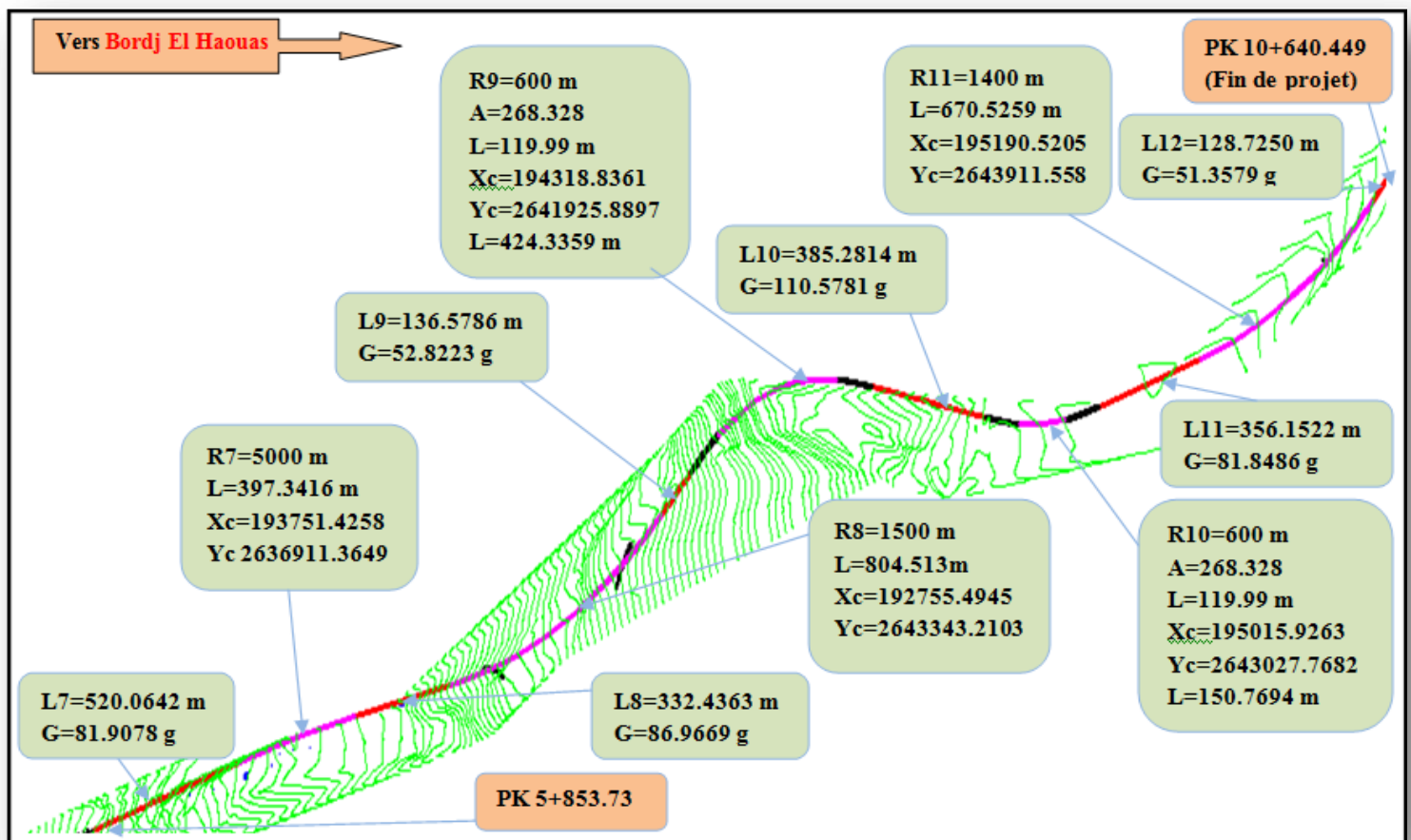
- Entre le PK3+058 et PK5+310, Le tracé progresse avec des courbes de grandes amplitude séparées par des droites permet de maintenir le tracé.
- Au niveau du PK5+310 une courbe de rayon 800 m encadrée par des clothoïde est introduite rester au milieu du couloir du levé topographique.



Le 2^{ème} tronçon entre le PK 3+058.48 et PK5+853.73

➤ **3^{ème} tronçon** : Entre le PK 5+854 et le PK 10+640 (fin de projet).

- ✚ Du PK5+854 au PK6+373 le tracé est projeté par des courbes de rayon supérieur ou égale a 1500 m raccordées par des alignements de grande amplitudes.
- ✚ Le tracé continue en alignement droit avec des courbes encadrées par des clothoïde.
- ✚ Entre le PK9+841 et le PK10+640 une courbe de rayon 1400 m séparées par des droites permet de maintenir le tracé.



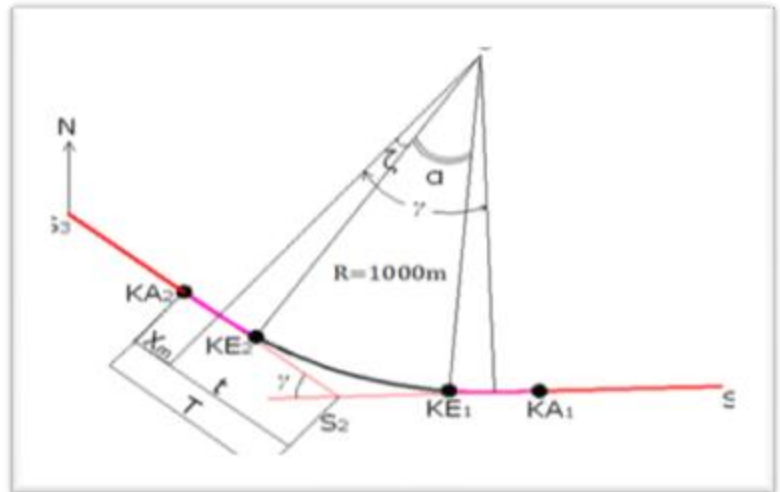
Le 3^{ème} tronçon entre le PK5+853.73 et le PK 10+640.4498

VI.8) Calcul d'axe :

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie.

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

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



VI.8.a Calcul manuel des raccordements :

• Courbe avec Clothoïde :

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe. La liaison que l'on a choisie se situe au début de notre projet (Liaison1)

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

$V_B = 80 \text{ km/h}$	X(m)	Y(m)	$R_1(m)$
$S_1 (P_1)$	188333.0145	2637593.2302	600
$S_2 (P_2)$	189550.2380	2637670.4070	
$S_3 (P_3)$	189982.9572	2638264.7390	



❖ Détermination de L :

▪ Condition de confort optique :

$$R \leq 1500m \Rightarrow L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

On prendre $\Delta R = 1m$

$$\text{Donc } L \geq \sqrt{24 \times 600 \times 1} = 120m \dots \dots \dots$$

1

▪ Condition de (confort dynamique+ gauchissement) :

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

$$\underline{RHN \leq R \leq RHd}$$

$$\Delta d = d - (-2.5), d = d_{\min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}\right) \frac{d_{\min} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHN}} \Rightarrow \boxed{d = 3.86}$$

$$L \geq \frac{5}{36} \cdot (3.86\% - (-2.5\%)) \cdot 80$$

$$L \geq 70.66 m \dots \dots \dots$$

2

$$L = \max(120, 70.66).$$

Donc on prend : $L = 120 \text{ m}$

❖ Calcul du paramètre A :

On sait que : $A^2 = L.R$

$$A = \sqrt{L.R} = 268.328$$

Donc on prend : $A = 268.328$

La condition $R/3 \leq A_{\min} \leq R$ elle est vérifiée, ($200 \leq A_{\min} \leq 600$)

❖ Calcul de ΔR :

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} = \frac{120^2}{24 \times 600} \Rightarrow \Delta R = 1.00 \text{ m}$$

❖ Calcul des Gisements :

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

$$G_{S1}^{S2} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \Rightarrow G_{S1}^{S2} = \arctg\left(\frac{|189550.2380 - 188333.0145|}{|2637670.4070 - 2637593.2302|}\right)$$

$$G_{S1}^{S2} = 95.969 \text{ gr}$$

$$G_{S2}^{S3} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \Rightarrow G_{S2}^{S3} = \arctg\left(\frac{|189982.9572 - 189550.2380|}{|2638264.7390 - 2637670.4070|}\right)$$

$$G_{S2}^{S3} = 40.064 \text{ gr}$$

❖ Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}| = 55.905 \text{ gr} \Rightarrow \gamma = 55.905 \text{ gr}$$

❖ Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2.R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{120}{2.600} \times \frac{200}{\pi} = 6.366 \text{ gr} \Rightarrow \tau = 6.366 \text{ gr}$$

❖ Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 6.366 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 55.905/2 = 27.95\text{gr} \quad \text{D'où : } \tau < \gamma/2 \quad \Rightarrow \quad \text{Pas chevauchement}$$

❖ Calcul des distances :

$$\overline{s1 s2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(1217.22)^2 + (77.177)^2} = 1219.66\text{m}$$

$$\overline{s2 s3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(432.7192)^2 + (594.332)^2} = 735.171\text{m}$$

❖ Calcule de l'abscisse du centre du cercle :

$$X_m = \frac{A^2}{2.R} = \frac{L}{2} = 59.98\text{m}$$

❖ Abscisse de KE :

$$x = L \left(1 - \frac{L}{40.R^2} \right) = 119.88\text{m}$$

❖ Origine de KE :

$$y = \frac{L^2}{6.R} = 3.997 \text{ m}$$

❖ Calcule de la tangente :

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg} \left(\frac{\gamma}{2} \right), \text{ On a : } L/R = 0.2$$

À partir des tables des clothoïdes ligne N°349, on tire les valeurs suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta R/R = 0.0016684 \Rightarrow \Delta R = 1.00104 \\ X_m/R = 0.100036 \Rightarrow X_m = 60.0216 \\ X/R = 0.1999 \Rightarrow X = 119.94 \\ Y/R = 0.006671 \Rightarrow Y = 4.0026 \end{array} \right.$$

$$\text{Donc : } T = 60.0216 + (600 + 1.00104) \cdot \operatorname{tg}(27.95) = 342.2548\text{m}.$$

❖ Calcul des Coordonnées SL :

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(119.94)^2 + (4.0026)^2} = 120.0067m.$$

❖ Calcul de σ :

$$\sigma = \arctg\left(\frac{y}{x}\right) = \arctg\left(\frac{4.0026}{119.94}\right) = 2.1237 \text{ gr.}$$

❖ Calcul de l'arc :

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 55.905 - 12.732 = 43.173 \text{ gr.}$$

$$K_{E1} K_{E2} = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{200} = \frac{600 \times \pi \times 43.173}{200} = 406.896m.$$

❖ Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} + (\overline{s1 \ s2} - T) \sin(G_{S1}^{S2}) = 189208.682m. \\ Y_{KA1} = Y_{S1} + (\overline{s1 \ s2} - T) \cos(G_{S1}^{S2}) = 2637648.751m. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} + T \sin(G_{S2}^{S3}) = 189751.680m. \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + T \cos(G_{S2}^{S3}) = 2637947.084m. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + SL \sin(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 189328.069m. \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL \cos(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 2637660.326m. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - SL \sin(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 189677.888m. \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - SL \cos(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 2637852.523m. \end{cases}$$

❖ Calcul de point kilométrique des points singuliers :

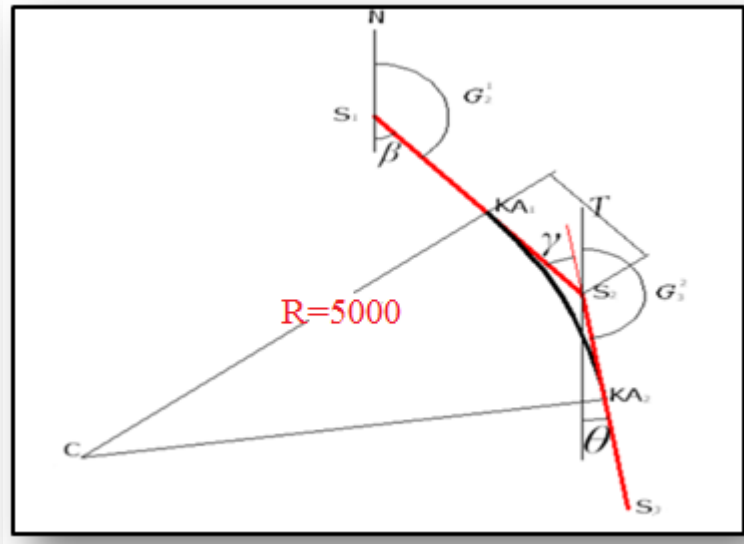
$$PK_{KA1} = PK_{S1} + \overline{s1 \ s2} - T = 0 + 1219.66 - 342.2548 = 0 + 877.4m$$

$$PK_{KE1} = PK_{KA1} + L = 877.4052 + 120 = 0 + 997.4m$$

$$PK_{KE2} = PK_{KE1} + K_{E1} K_{E2} = 997.4052 + 406.896 = 1 + 404.3m$$

$$PK_{KA2} = PK_{E2} + L = 1 + 524.3m$$

- Courbe sans Clothoïde**



$$\begin{cases} R=5000\text{m} \\ X_{S2}=192540.3202\text{m} \\ Y_{S2}=2641766.5410 \text{ m} \end{cases}$$

❖ **Calcul des gisements :**

$$\begin{cases} \gamma = 5.059 \text{ gr} \\ G_{S1-S2} = 81.908 \text{ gr} \\ G_{S2-S3} = 86.967 \text{ gr} \end{cases}$$

❖ **Calcul de tangente :**

$$\begin{cases} T = R \times \text{tg} (\gamma / 2) \\ T = 5000 \times \text{tg} (2.5295) = 198.771\text{m} \end{cases}$$

❖ **Calcul des coordonnées des points de tangente :**

$$\begin{cases} \beta = 118.092 \text{ gr} \\ X_{KA1} = X_{S2} - T \times \sin (\beta) = 192540.3202 - 198.771 \times \sin (118.092) = \mathbf{192349.522\text{m}} \\ Y_{KA1} = Y_{S2} + T \times \cos (\beta) = 2641766.5410 + 198.771 \times \cos (118.092) = \mathbf{2641710.809\text{m}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \theta = 113.033\text{gr} \\ X_{KA2} = X_{S2} + T \times \sin(\theta) = 192540.3202 + 198.771 \times \sin(113.033) = \mathbf{192734.940m} \\ Y_{KA2} = Y_{S2} - T \times \cos(\theta) = 2641766.5410 - 198.771 \times \cos(113.033) = \mathbf{2641806.950m} \end{cases}$$

❖ Calcul des coordonnées de centre :

$$\begin{cases} GK_{A1-C} = G_{KA1-S2} + 100 = 81.908 + 100 = 181.908 \text{ gr} \\ X_C = X_{KA1} + R \times \sin(G_{KA1-C}) = \mathbf{192349.522 + 5000 \times \sin(181.908) = 193751.4148(m)} \\ Y_C = Y_{KA1} + R \times \cos(G_{KA1-C}) = \mathbf{2641710.809 + 5000 \times \cos(181.908) = 2636911.361 (m)} \end{cases}$$

Les résultats de calcul d'axe sont joints en annexe

CHAPITRE VII



PROFIL EN LONG

CHAPITRE VII: PROFIL EN LONG

VII.1) Introduction :

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive. Donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers.

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles.

VII.2) Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte sauf dans des cas exceptionnels lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

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

VII.3) Coordination du tracé en plan et profil en long :

Il faut signaler toute fois et dès maintenant qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan. On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Et pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition : $R_{\text{vertical}} > 6 R_{\text{horizontal}}$ pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

VII.4) Déclivités :

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

VII.4.a) Déclivité minimum :

La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

VII.4.b) Déclivité maximum :

Il est recommandable d'éviter La déclivité maximum qui dépend de :

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

La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à ($i_{\text{max}} = 6\%$) dans le franchissement de la côtière

Nota :

Selon le B-40 on a :

V_r Km/h	40	60	80	100	120	140
I_{max} %	8	7	6	5	4	4

Tableau 1 : Variation de la pente maximale en fonction de la vitesse de base**VII.5) Raccordements en profil en long :**

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe. Le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante.

Et on distingue deux types de raccordements :

VII.5.a) Raccordements convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité.

Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

i. Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à « g /40(cat 1-2) et g / 30(cat 3-4-5) », le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2/R_v < g/40 \text{ avec } g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ et } v = V/3.6.$$

D'où :

$$R_v = 0,3 V_B^2 \quad (\text{cat 1-2})$$

ii. Condition de visibilité :

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante.

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2(h_a + h_g + 2 \times \sqrt{h_a h_g})} \approx 0.27d^2$$

d : Distance de visibilité nécessaire (m)

h_a : Hauteur de l'œil au dessus de la chaussée = 1.10 m

h_g : Hauteur de l'obstacle = 1.20 m

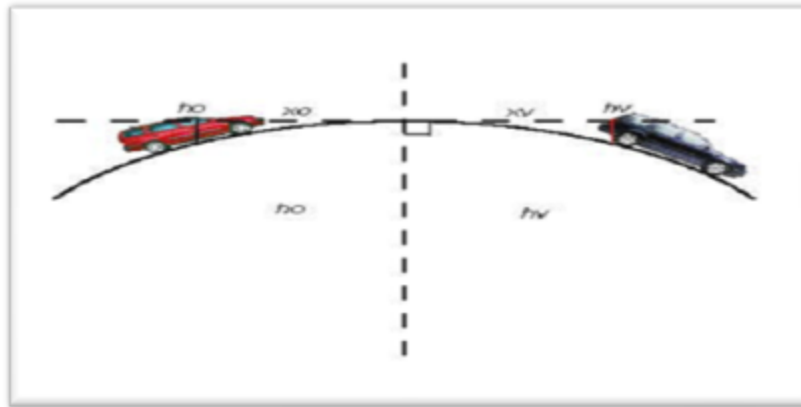


Figure-1 -visibilité en raccords convexes

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix bidirectionnel et pour une vitesse de base $V_r=80\text{Km/h}$ et pour la catégorie 1 on a :

Rayon	symbole	Valeur (m)
Min-absolu	R_{vm}	4500
Min- normal	R_{vN}	10000
Dépassement	R_{vd}	11000

Tableau2 : rayons convexes

VII.5.b) Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

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

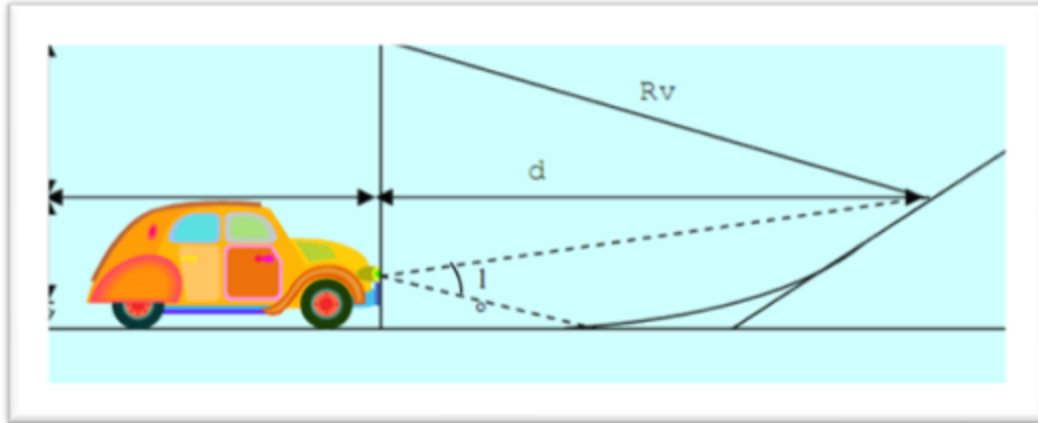


Figure-2 -visibilité en raccorde ment concaves

Pour une vitesse $V_r = 80 \text{ Km/h}$ et catégorie 1 on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min-absolu	R'_{vm}	2400
Min -normal	R'_{vn}	3000

Tableau2 : Rayons concaves (angle rentrant).

VII.6) Determination pratique du profil en long :

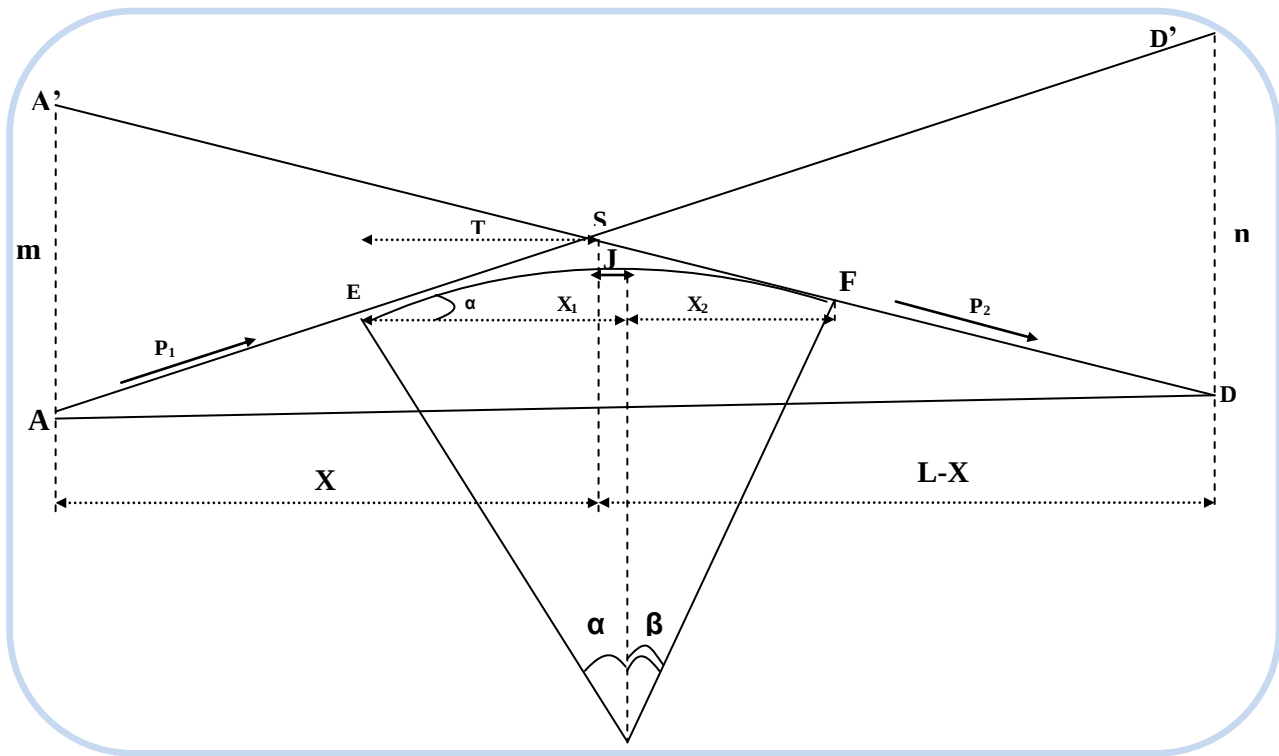
Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$$X^2 + Y^2 - 2 RY = 0.$$

$$\text{À l'équation de la parabole } X^2 - 2 RY = 0 \rightarrow Y = X^2 / 2 R$$

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

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.
- Donnée La pente P_1 de la droite (AS).
- Donnée la pente P_2 de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.



VII.6.a) Détermination de la position du point de rencontre (s) :

$$Z_{A'} = Z_A + L \cdot P_2 \quad , \quad m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_{D'} = Z_D + L \cdot P_1 \quad , \quad n = Z_{D'} - Z_D$$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L-x} \Rightarrow x = \frac{mL}{m+n}$$

$$S \left\{ \begin{array}{l} X_S = x + x_A \\ Z_S = P_1 \cdot x + z_A \end{array} \right.$$

VII.6.b) Calcul de la tangente :

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2|$$

On prend (+) pour les rampes et (-) pour les pentes.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C.

$$\begin{array}{lcl}
 E & \left\{ \begin{array}{l} X_E = x_s - T \\ ZE = Z_s - T.P1 \end{array} \right. & F \left\{ \begin{array}{l} X_F = x_s + T \\ ZF = Z_s + T.P2 \end{array} \right.
 \end{array}$$

VII.6.c) Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T$$

VII.6.d) Calcul de la flèche :

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

VII.6.e) Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

$$\begin{array}{l}
 M \left\{ \begin{array}{l} H_M = \frac{X^2}{2R} \\ Z_M = Z_E + X \cdot P_1 - \frac{X^2}{2R} \end{array} \right.
 \end{array}$$

VII.6.f) Calcul des cordonnées du sommet de la courbe :

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

$$\begin{array}{l}
 J \left\{ \begin{array}{l} X_J = X_E + R.P_1 \\ Z_J = Z_E + X_1 \cdot P_1 - \frac{X_1^2}{2R} \end{array} \right. \quad \text{Avec : } \begin{array}{l} X_1 = R.P_1 \\ X_2 = R.P_2 \end{array}
 \end{array}$$

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

VII.7) Application au projet :

D'après tous qui est précède les éléments utilisés dans notre projet sont comme suite :

✓ Les rayons verticaux:

R _v concaves (m)	20000	20000	2500	2400	2400	15000	2400	2400
	5000	10000	4000	3000	2400	2400	2400	
R _v convexes (m)	15000	50000	10000	4500	4500	4500	4500	4500
	4500	5000	4500	4500	4500	6000	5000	10000
	5000							

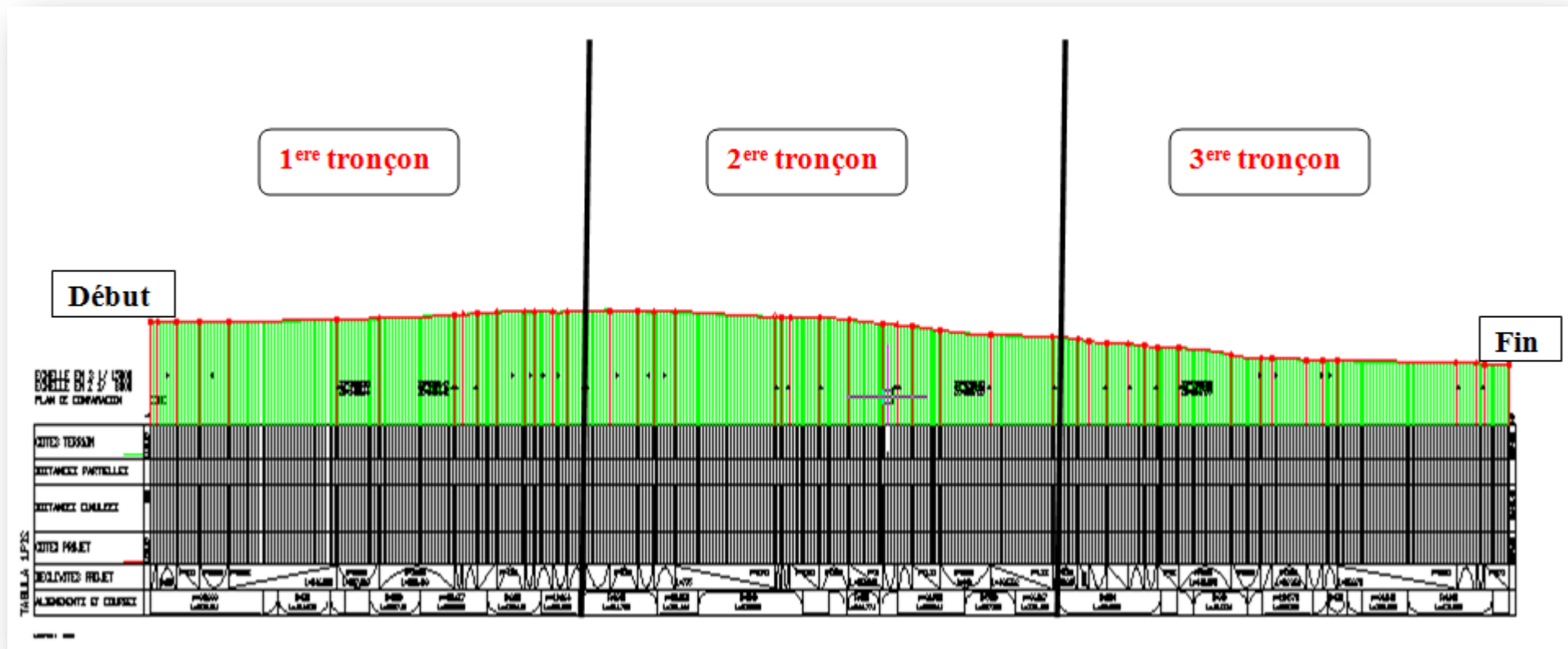
✓ La déclivité (max et min):

$$I_{\max} = 6\% < I_{\max}(\text{B40}).$$

$$I_{\min} = 0.376\% \geq I_{\min}(\text{B40}).$$

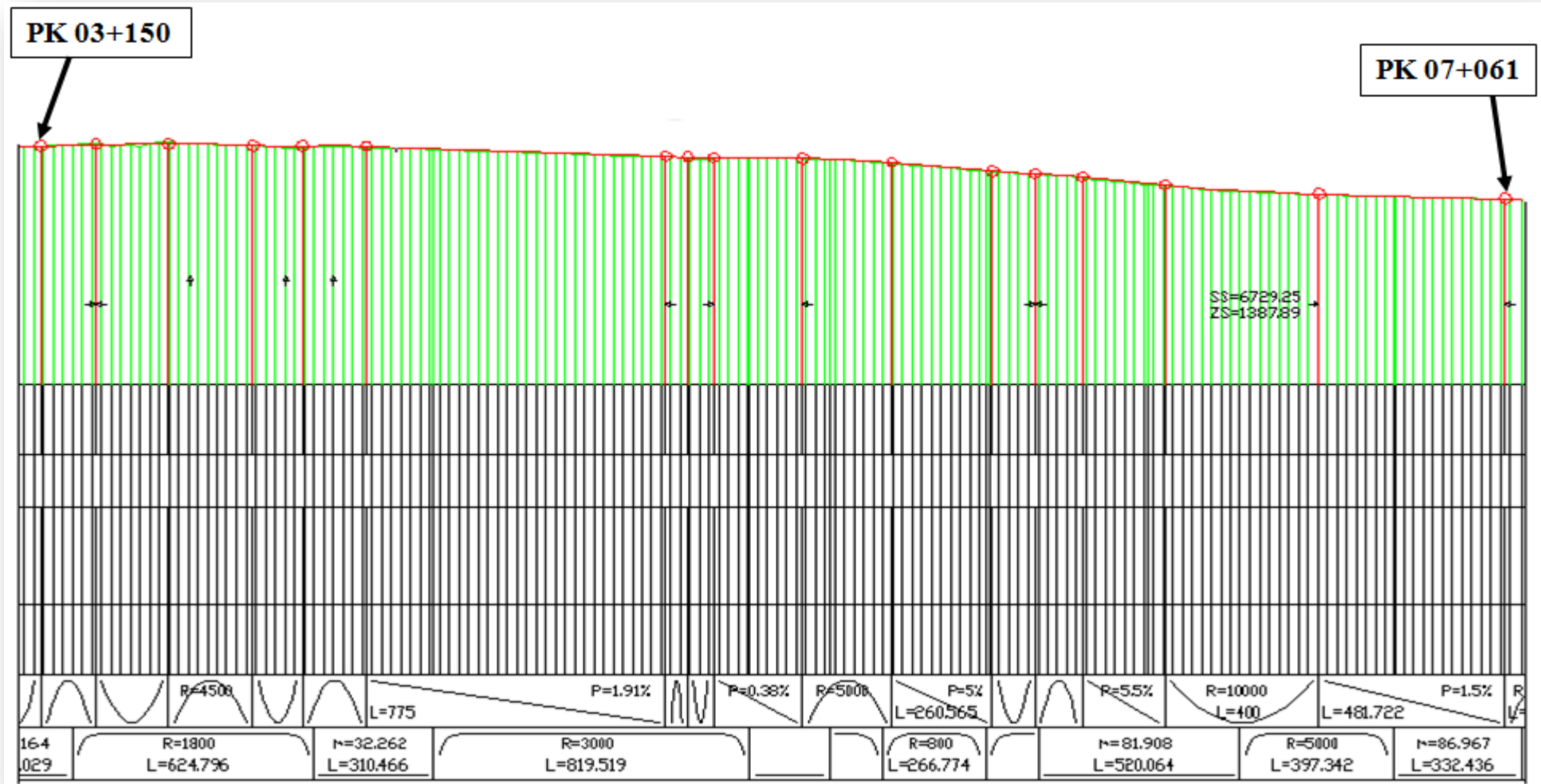
✚ Description du profil en long du PK0+00 au PK10+640.

Le profil en long se développe en passant en léger remblai avec une succession de courbes convexe et concave qui répondent au norme B40.

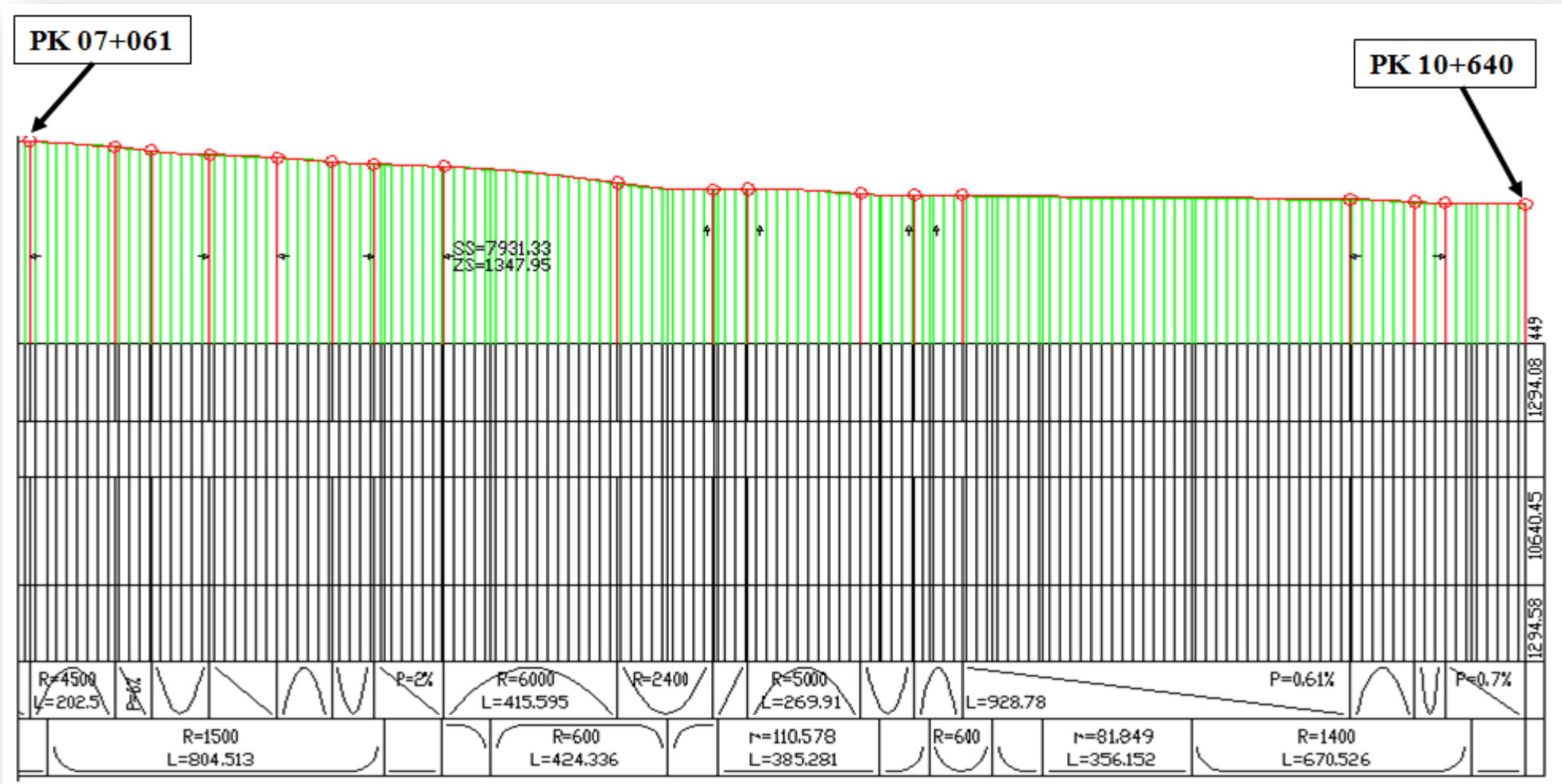


PROFIL EN LONG





Le 2^{ème} tronçon entre le PK 3+150 et PK7+061



Le 3^{ème} tronçon entre le PK7+061 et le PK 10+640

VII.8) Exemple de calcul de profil en long :

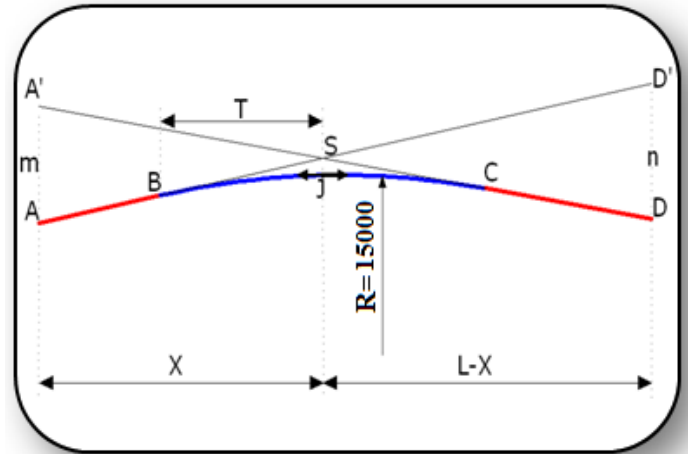
VII.8.a) Cas d'un Raccordements convexes :

R=15000 m

$$A: \begin{cases} S_A = 0.000\text{m} \\ Z_A = 1431.970\text{m} \end{cases}$$

$$S: \begin{cases} S_S = 133.0558\text{m} \\ Z_S = 1432.63467\text{m} \end{cases}$$

$$D: \begin{cases} S_D = 387.1130\text{m} \\ Z_D = 1431.36441\text{m} \end{cases}$$



✓ Calcul des pentes :

$$i_1 = \left| (Z_S - Z_A) / (S_S - S_A) \right| = \left| (1432.63467 - 1431.970) / (133.0558 - 0.000) \right|$$

$$i_1 = 0.5\%$$

$$i_2 = \left| (Z_S - Z_D) / (S_S - S_D) \right| = \left| (1432.63467 - 1431.36441) / (133.0558 - 387.1130) \right|$$

$$i_2 = -0.5\%$$

✓ Calcul des tangentes :

$$T = (|i_1| + |i_2|) \times R / 2 = (|0.5\%| + |-0.5\%|) \times 15000 / 2 = 75 \text{ m.}$$

✓ Calcul des flèches :

$$H = T^2 / 2R = (75)^2 / (2 \times 15000) = 0.1875.$$

✓ Calcul des coordonnées des points de tangentes :

+ Calcul des coordonnées du point B:

$$\begin{cases} S_B = S_S - T = 133.0558 - 75 = 58.0558 \text{ m.} \\ Z_B = Z_S - T \times |i_1\%| = 1432.63467 - 75 \times |0.5\%| = 1432.26 \text{ m.} \end{cases}$$

✚ Calcul des coordonnées du point C :

$$\begin{cases} S_C = S_s + T = 133.0558 + 75 = 208.0558 \text{ m} \\ Z_C = Z_s - T \times |i_2\%| = 1432.63467 - 75 \times |-0.5\%| = 1432.26 \text{ m.} \end{cases}$$

✓ Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 75 = 150 \text{ m.} \quad \Rightarrow \quad L = 150 \text{ m}$$

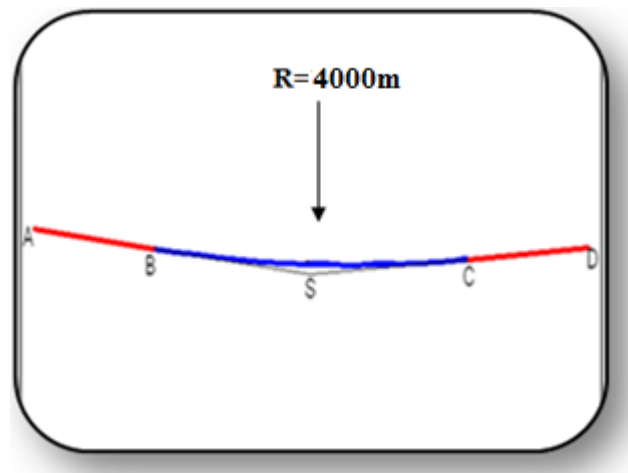
VII.8.b) Cas d'un Raccordements concave :

R= 4000 m

$$A : \begin{cases} S_A = 7162.2252 \text{ m} \\ Z_A = 1380.26661 \text{ m} \end{cases}$$

$$S : \begin{cases} S_S = 7420.7130 \text{ m} \\ Z_S = 1364.75712 \text{ m} \end{cases}$$

$$D : \begin{cases} S_D = 7653.1394 \text{ m} \\ Z_D = 1358.9465 \text{ m} \end{cases}$$



✓ Calcul des pentes :

$$i_1 = \left| (Z_S - Z_A) / (S_S - S_A) \right| = \left| (1364.75712 - 1380.26661) / (7420.7130 - 7162.2252) \right| = -6\%.$$

$$i_1 = -6\%$$

$$i_2 = \left| (Z_S - Z_D) / (S_S - S_D) \right| = \left| (1364.75712 - 1358.9465) / (7420.7130 - 7653.1394) \right| = -2.5\%.$$

$$i_2 = -2.5\%$$

✓ Calcul des tangentes :

$$T = (|i_1| + |i_2|) \times R / 2 = (|-6\%| + |2.5\%|) \times 4000 / 2 = 70 \text{ m.}$$

✓ Calcul des flèches :

$$H = T^2 / 2R = (70)^2 / (2 \times 4000) = 0.613 \text{ m.}$$

✓ Calcul des coordonnées des points de tangentes :

+ Calcul des coordonnées du point B :

$$\begin{cases} S_B = S_s - T = 7420.7130 - 70 = 7350.713 \text{ m} \\ Z_B = Z_s + T \times |i_1\%| = 1364.75712 + 70 \times |-6\%| = 1368.9571 \text{ m} \end{cases}$$

+ Calcul des coordonnées du point C :

$$\begin{cases} S_C = S_s + T = 7420.7130 + 70 = 7490.713 \text{ m} \\ Z_C = Z_s - T \times |i_2\%| = 1364.75712 - 70 \times |-2.5\%| = 1363.007 \text{ m} \end{cases}$$

✓ Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 70 = 140 \text{ m.} \quad \Rightarrow \quad L = 140 \text{ m}$$

Les résultats de calcul sont joints en annexe

CHAPITRE VIII



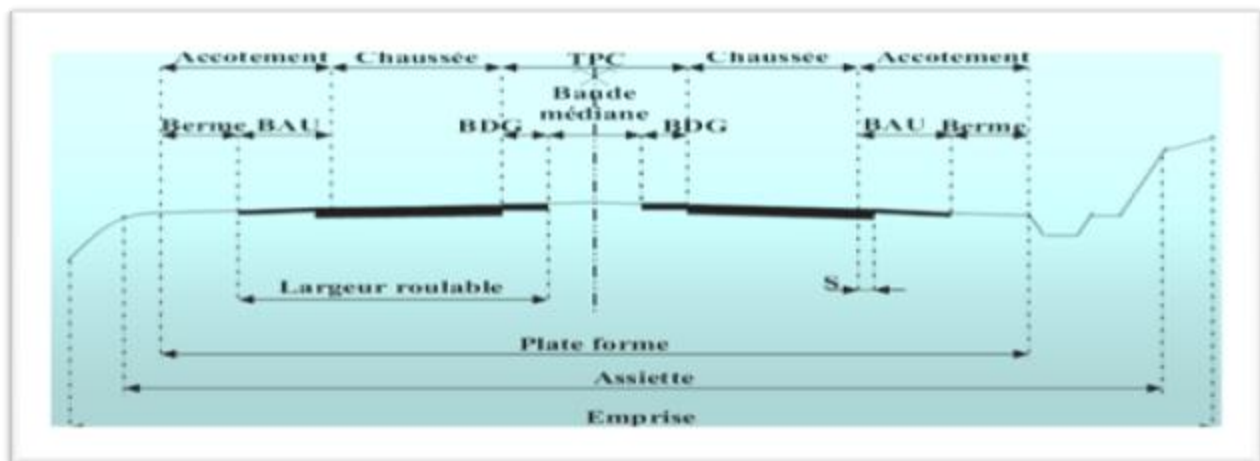
PROFIL EN TRAVERS

CHAPITRE VIII : PROFILE EN TRAVERS

VIII.1) Définition :

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

VIII.2) Les éléments du profil en travers :



- ✓ **L'emprise** : partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.
- ✓ **L'assiette** : surface du terrain réellement occupée par la route.
- ✓ **Plate-forme** : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.
- ✓ **Chaussée** : surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.
- ✓ **Accotements** : zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée.

L'accotement est constitué de la berme et de la bande d'arrêt d'urgence.

- ❖ **Bande d'arrêt d'urgence** : Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.
- ❖ **La berme** : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur qui dépend

tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

- ✓ **Terre- plein central (T.P.C) :** Il assure la séparation matérielles des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.
- ✓ **Couche de surface ou de roulement :** La couche de surface constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné permet d'encaisser les efforts et le cisaillement provoqués par la circulation et d'assurer l'imperméabilisation de la chaussée.
Cette couche peut être simple c'est à dire réalisée en une seule couche d'un matériau, ou multiple, c'est à dire réalisée en plusieurs de matériaux différents.
Dans ce dernier cas, on appelle couche de roulement celle qui est en contact direct avec les roues ; les autres couches sont appelées couches de liaison.
- ✓ **Couche de base :** La couche de base a pour objet de résister aux efforts verticaux et de répartir sur le terrain les pressions qui en résultent .elle est constituée d'un matériau non traité de bonnes caractéristiques mécaniques.
- ✓ **Couche de fondation :** La couche de fondation forme avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base .mais elle est constituée d'un matériau non traité de moindre qualité (le tuf).
- ✓ **Sous couche :** Lorsque le corps de chaussée doit être préservé contre certains effets, on interpose entre celui-ci et le terrain une couche supplémentaire appelée sous couche (anti-contaminant pour empêcher les remontées d'argile, drainante pour assurer le drainage de la fondation, ou anticapillaire pour couper les remontées capillaires).
- ✓ **Couche de forme :** La couche de forme est la surface de terrain préparée sur laquelle est édifiée la chaussée. Dans certains cas, on peut avoir intérêt à remplacer sur certaine épaisseur le sol naturel par un meilleur sol, sélectionné à cet effet on constitue ainsi une couche de forme qui améliore la portance du support en permettant entre autre la circulation des engins de chantier.
- ✓ **Les trottoirs :** dans les agglomérations les accotements sont spécialement aménagés pour la circulation des piétons, ils prennent le nom de trottoir.
- ✓ **Banquettes :** lorsque le bord de l'accotement d'une route en remblai est plus de 1,00m au dessus du sol naturel, on réduit les risques d'accident en établissant une levée de terre appelée banquette .de nos jours les banquettes sont remplacées par des glissières de sécurité.
- ✓ **Descentes de l'eau :** Elles permettent l'évacuation des eaux de ruissellement le long des talus de remblai ou de déblai.

VIII.3) Classification du profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

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

VIII.3.a) Le profil en travers type :

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

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

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

VIII.3.b) Le profil en travers courant :

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

VIII.4) Application au projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour le tronçon, objet de notre étude. sera composé d'une chaussée bidirectionnel.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- ✓ deux voies de 3.5m chacune : $(2 \times 3.5) = 7.00\text{m}$.
- ✓ accotement de 1.80m : $2 \times 1.8 = 3.60\text{m}$.

La largeur de la plate forme est de 10.6m.

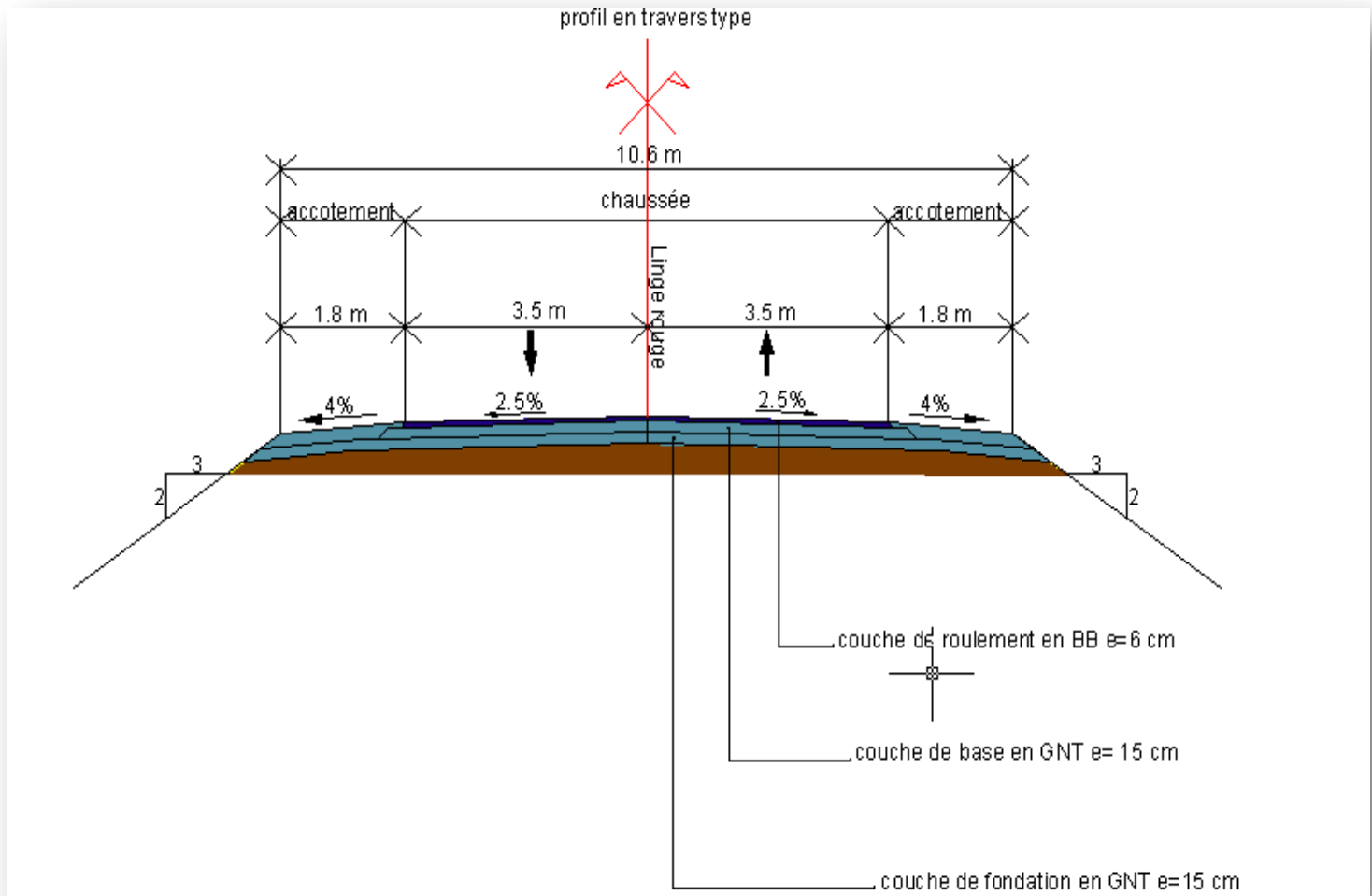


Figure1 : profil en travers type

CHAPITRE IX



ETUDE GEOTECHNIE

CHAPITRE IX : ETUDE GEOTECHNIQUE

IX.1) Introduction:

Avec l'étude géotechnique on peut traiter des problèmes fondamentaux de la route. La chaussée est un élément de répartition des charges roulant sur le terrain, de fondation pour que les roulages s'effectuent rapidement sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet des charges des véhicules, des chocs et intempéries. Sur la base de l'étude du tracé, notamment la ligne rouge, l'étude géotechnique c'est tracé comme objectif :

- La détermination des caractéristiques géotechniques aux moyens d'essai in situ (pressiomètre) et en laboratoire.
- La mise en relief des formations géologiques aux moyens de puits de reconnaissance et des sondages carottés.
- L'interprétation des caractéristiques lithologiques et physico-mécaniques.

IX.2) Les différents essais en laboratoire:

Les essais réalisés au laboratoire sont :

- Analyse granulométrique.
- Equivalent de sable.
- Limites d'Atterberg.
- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Assai Micro Deval.

IX.3) Les essais d'identification (physiques):

IX.3.a) Teneur en eau naturelle :

On définit la teneur en eau, comme étant le rapport exprimé en % du poids d'eau d'un échantillon de sol au poids de la matière solide sèche ; $W = W_w / W_s$.

IX.3.b) Analyses granulométriques :

C'est un essai qui a pour objet de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique, cette analyse se fait en générale par un tamisage.

Suivant la dimension des particules, les dénominations suivantes ont été adoptées :

$d < 2\mu\text{m}$	→	argile
$2\mu\text{m} \leq d < 20\mu\text{m}$	→	limon
$20\mu\text{m} \leq d < 200\mu\text{m}$	→	sable fin
$0,2\text{mm} \leq d < 2\text{mm}$	→	sable grossier
$2\text{mm} \leq d < 20\text{mm}$	→	gravier
$20\text{mm} \leq d < 50\text{mm}$	→	cailloux
$d \geq 50\text{mm}$	→	blocs

L'analyse granulométrique est réalisée par tamisage pour les particules de dimension Supérieure à $80\mu\text{m}$ et par sédimentométrie pour les « fines » de dimension inférieure à $80\mu\text{m}$.

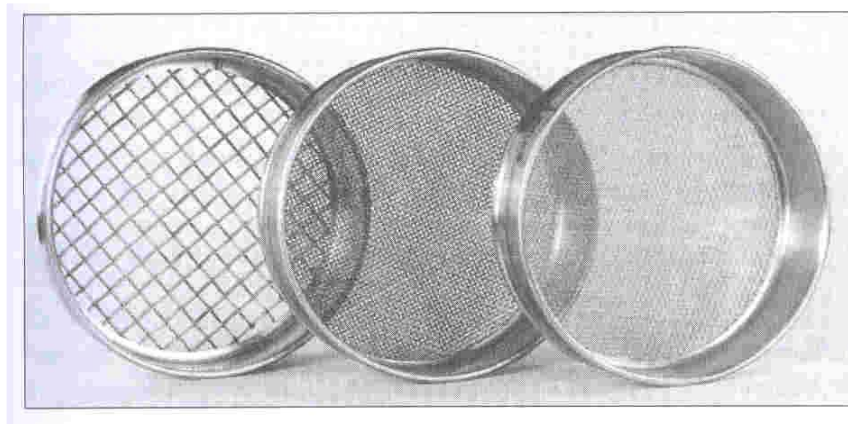


Figure 1 : Schématisation de la colonne de tamis

La courbe granulométrique permet de calculer C_u et C_c dans le but de classer le sol.

$$\begin{cases} C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \cdot D_{60} \\ C_u = D_{60} / D_{10} \end{cases}$$

C_c : coefficient de courbure

C_u : coefficient d'informaté

- Un sol est dit « bien gradué » si $C_u \geq 4$ et $1 \leq C_c < 3$
- Un sol est dit « à granulométrie uniforme » si $C_u < 2$
- Un sol est dit « à granulométrie étalée » si $C_u > 2$

IX.3.c) Limites d'Atterberg :

Lorsqu'on fait croître progressivement la teneur en eau d'un sol préalablement séché et pulvérisé, il passe d'un état solide ou très consistant à rupture fragile à un état plastique (grandes déformations sans rupture) puis à l'état liquide.

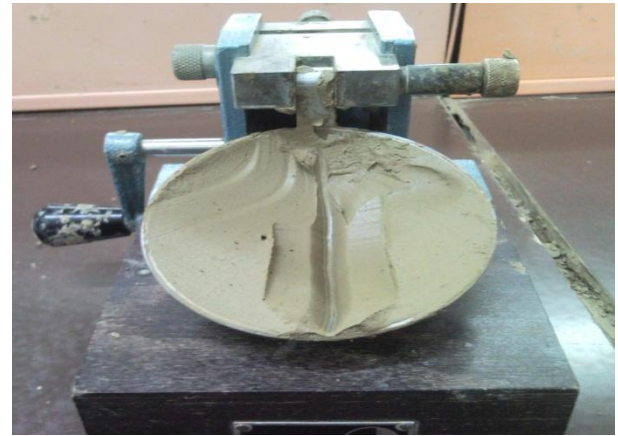
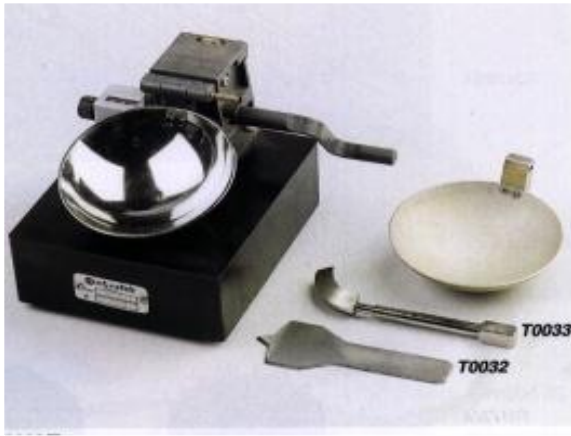


Figure 2 : Schématisation de l'appareil de Casagrande

Les propriétés du sol sont Caractérisées par deux seuils de teneur en eau :

i. la limite de liquidité w_L : qui marque le passage de l'état quasi liquide à l'état plastique. Elle est mesurée à l'aide de la coupelle de Casagrande dans laquelle on place une certaine quantité de sol à une teneur en eau déterminée.

Une rainure est pratiquée sur toute l'épaisseur du sol. Par des chocs normalisés, on amène la rainure à se refermer. La limite de liquidité est la teneur en eau qui correspond à sa fermeture en 25 chocs.

ii- La limite de plasticité w_P : qui est la teneur en eau à partir de laquelle le sol commence à s'émietter lorsqu'on le roule en fils de faible diamètre (environ 3 mm).

On définit alors l'indice de plasticité :

$$IP = w_L - w_P$$

Cet indice est d'autant plus élevé que le matériau est plus « plastique », au sens commun du terme comme du point de vue de son comportement en cours de terrassement.

La classification décrite ci-après distingue les seuils suivants :

$IP < 12$	→	faiblement argileux.
$12 \leq IP < 25$	→	moyennement argileux.
$25 \leq IP < 40$	→	argileux.
$IP \geq 40$	→	très argileux

IX.3.d) Equivalent de sable :

Il est utilisé pour des sols contenant peu d'éléments fins et faiblement plastiques. Il s'effectue sur la fraction inférieure à 2 ou 5 mm. On place un volume donné de l'échantillon dans une éprouvette graduée dans laquelle on verse un mélange d'eau et de solution flocculant destinée à mettre en suspension et à faire gonfler les particules argileuses. Après agitation normalisée, on laisse reposer, puis on mesure la hauteur h_1 du sable et la hauteur h_2 du sommet du flocculat.

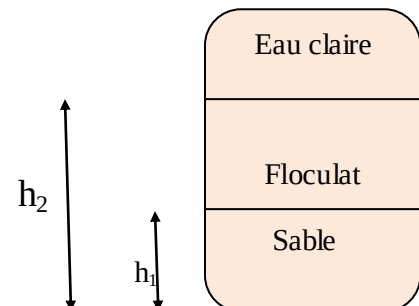
On calcule ensuite :

$$ES = 100 \times \frac{h_2}{h_1}$$

ES = 0 : Argile pure.

ES = 40 : Sol peu plastique.

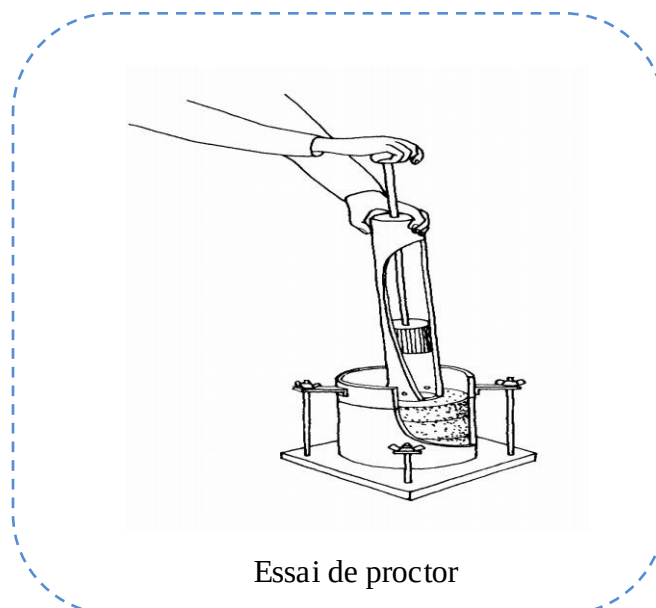
ES = 100 : sable pure.



IX.4) les essais mécaniques :

IX.4.a) Essai Proctor :

L'essai Proctor est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence du compactage et de la teneur en eau ; il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale, afin d'obtenir une densité sèche maximale lors du compactage du sol. Cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée «W optimum Proctor ».



L'essai est répété plusieurs fois de suite pour des échantillons portés à des teneurs en eau croissantes (4%,6%,10% ,14%).

Deux variantes de l'essai Proctor sont couramment pratiquées.

L'essai **Proctor normal** rend assez bien compte des énergies de compactage pratiquées pour les remblais.

Dans l'essai **Proctor modifié**, le compactage est beaucoup plus poussé et correspond aux énergies mises en œuvre pour les couches de forme et les couches de chaussée.

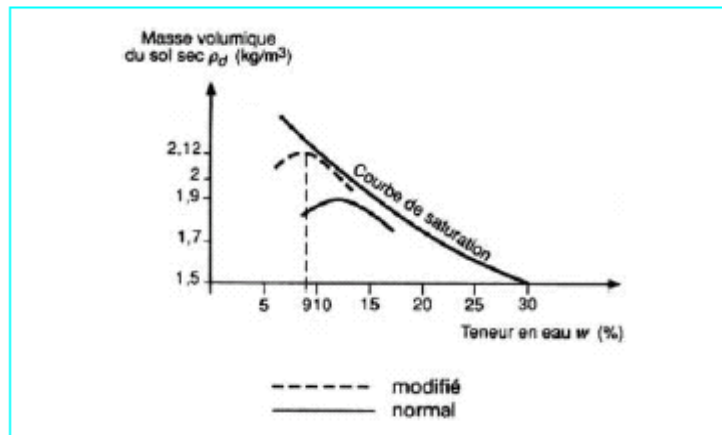


Figure 9 - Exemple de courbes Proctor normal et modifié

Ordre de grandeur : Sur les chantiers de stabilisation, on exige en générale des densités sèches égales à 90% à 95 % de la densité sèche maximum déterminer à l'essai Proctor.

Exploitation des résultats :

- Il est très important d'avoir au moment de compactage une teneur en eau voisine de la teneur optimum
- En période pluvieux la teneur en eau du sol naturel est généralement supérieure à la teneur en eau optimum, il faut aérer le sol pour le faire sécher ou attendre une période plus sèche.
- En période sèche les rapports d'eau sont importants
(la teneur en eau optimum varie entre 6 et 12% selon la nature du sol et l'engin de compactage utilisé).

IX.4.b) Essai C.B.R (California Bearing Ratio):

➤ **But de l'essai :** d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements, et détermination de l'indice **ICBR**.

➤ **Définitions :** L'indice **CBR** (I.CBR) exprime en % le rapport entre les pressions produisant dans le même temps un enfoncement donné dans le sol étudié d'une part et dans un matériau type d'autre part (grave concassée).

➤ **Principe de l'essai :** L'indice CBR est déterminé pour des sols à vocation routière de manière purement empirique.

Après avoir compacté le matériau dans les conditions de l'essai Proctor modifié, on lui applique les conditions hydriques prévues :

- ✓ Immersion pendant 4 jours dans l'eau.
- ✓ Immersion pendant 2 jours dans l'eau.
- ✓ Pas d'immersion : essai immédiat.

Le matériau à étudier étant placé dans un moule dans un état donné de densité et de teneur en eau, on applique ensuite une charge voisine de ce que sera la charge de service, puis on le poinçonne par un piston tout en mesurant les efforts et déplacements résultant.

I _{CBR}	Portance du sol
< 3	Mauvaise
3 à 8	Médiocre
8 à 30	Bonne
> 30	Très bonne

Tableau1 : Interprétation d'essai CBR

IX.4.c) Essai Los Angeles :

Cet essai a pour but de mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier, et leur résistance par frottements réciproques dans la machine dite « Los Angeles ».

L'essai consiste à mesurer la masse P2 d'éléments inférieurs à 1,6 mm, produits par la fragmentation du matériau testé (diamètres compris entre 4 et 50 mm) et que

l'on soumet aux chocs de boulets normalisés, dans le cylindre de la machine Los Angeles en 500 rotations.

$$LA = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

P1 : c'est la prise d'essai.

P2 : le refus sur le tamis 1.6 mm.

LA	Appréciation
≤ 15	Très bon à bon
15-20	Bon à moyen
20-30	Moyen à faible
> 30	Médiocre

Tableau 2 : Interprétation du LA

IX.4.d) Essai Micro Deval :

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau.

Il peut être exécuté à sec (c'est-à-dire le MDS) ou sur des matériau imbibés d'eau (c'est-à-dire MDE).

MDS : coefficient Micro-Deval sèche.

MDE : coefficient Micro-Deval à la présence de l'eau.

Valeur MDE	Appréciation
≤ 13	Très bon à bon
13 – 20	Bon à moyen
20 – 25	Moyen à faible
> 25	Médiocre

Tableau 3 : Caractéristiques des granulats par le MDE

Nota :

Actuellement c'est le MDE qui est de plus en plus pratiqué, son intérêt est de caractériser la résistance d'un matériau dans des conditions proches des conditions de service : régions pluvieuses, drainage défectueux, remontés capillaires.

IX.5) Essais chimique :

L'essai chimique (analyse chimique sommaire ou bien complète) permet de déterminer les constituants minéralogiques d'un sol ainsi que son agressivité.

IX.6) Essais in situ :

IX.6.a) Les carottages :

C'est le seul moyen précis pour reconnaître l'épaisseur et la nature des couches des sols en présence, on y prélève généralement des échantillons de sols remaniés ou intacts pour les besoins d'essais de laboratoire.

Les forages permettent aussi de reconnaître le niveau des nappes éventuelles et le suivi de leur niveau à l'aide de types piézométrique.

Les forages peuvent être réalisés :

- **Manuellement** : ce sont des puits creusés par la main ou par la pelle mécanique, la profondeur ne dépasse pas 3 à 4m.

Ils permettent la reconnaissance visuelle directe des parois du puits et le prélèvement d'échantillons intacts et ou remaniés.

- **Par la tarière** : la tarière est un outil hélicoïdal que l'on enfonce dans le sol et permettent de remonter en surface les terrains traversés à l'état remanié.

La profondeur de la reconnaissance est limitée à une dizaine de mètres et la nature de sols est identifiée visuellement.

- **Par la sondeuse** : on peut atteindre plusieurs dizaines de mètres de profondeur en utilisant des tubes carottiers et couronnes diamantées.

Les couches de sols sont identifiées visuellement, des échantillons intacts ou remaniés sont prélevés pour les essais de laboratoire.

IX.6.b) L'essai pressiométriques :

L'essai pressiométriques est un essai de chargement du terrain in situ de la paroi du forage, jusqu'à la rupture, il consiste à gonfler dans le sol une sonde cylindrique, dilatable radicalement, placée dans un forage préalable ; il permet par conséquence d'étudier la phase des petits déplacements du sol en déterminant un module de déformation du forage.

IX.6.c) Essais pénétrométriques :

- Pénétromètre statique :

L'essai de pénétration statique consiste à fonder de manière continue dans le sol, à vitesse lente et constante, un pieu modèle réduit, dont le diamètre compris entre 30 et 100 mm. La résistance à l'enfoncement est mesurée de façon directe et continue, en fonction de la profondeur.

- Pénétromètre dynamique :

L'enfoncement du train de tiges est provoqué par la chute d'un mouton tombant d'une hauteur normalisée. On mesure le nombre de coups nécessaires pour obtenir un enfoncement donné (10cm). On calcule alors la résistance de pointe en fonction de la profondeur.

IX.7) Conditions d'utilisation des sols en remblais :

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension $> 80\text{mm}$.
- Matériaux plastique $I_p > 20\%$ ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à fort teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactes sur la surface pour laquelle seront exécutés.

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compacté avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

N.B : Vu le manque du rapport géotechnique comme donné nous n'allons pas traiter cette partie.

CHAPITRE X



DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

CHAPITRE X : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

X.1) Introduction :

Le réseau routier joue un rôle vital dans l'économie du pays et l'état de son infrastructure est par conséquent crucial. Si les routes ne sont pas correctement construites ou ne sont pas entretenues en temps opportun elles se dégradent, le dimensionnement de la chaussée est fonction de la politique de gestion du réseau routier. Cette politique est définie par le maître de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier.

Le dimensionnement s'agit en même temps, de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises, et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée.

X.2) La chaussée :

X.2.a) Définition :

D'après l'exécution des terrassements, y'compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet.

A la suite, la chaussée est appelée à :

- Supporter la circulation des véhicules de toute nature
- reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens structurel la chaussée est défini comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

X.2.b) Les différents types de chaussée :

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

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

i. Chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures.

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

❖ Couche de roulement (surface) :

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

❖ Couche de base :

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche de sol, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

❖ Couche de fondation :

Complètement en matériaux non traités (en Algérie) elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer une bonne unie et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

❖ Couche de forme :

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée.

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

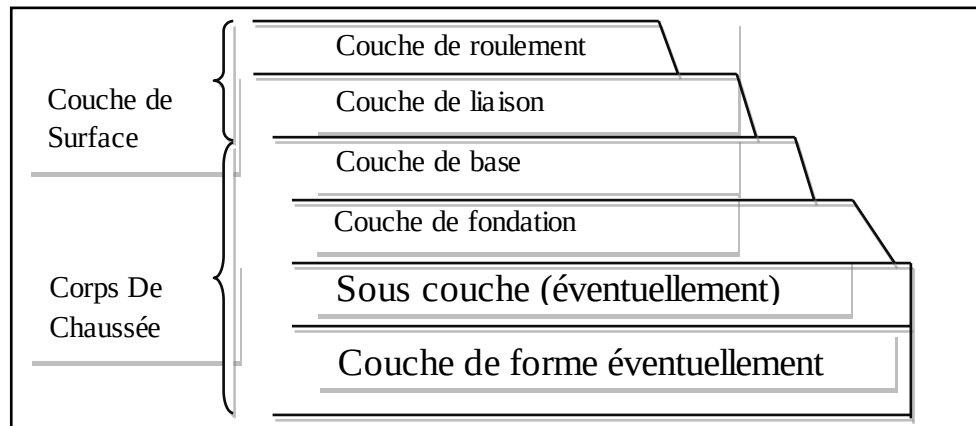


Figure1 : Coupe type d'une chaussée

ii. Chaussée semi-rigide :

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,..). La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé. La couche de liaison minimale doit être de 15 mm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

iii. Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisée mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

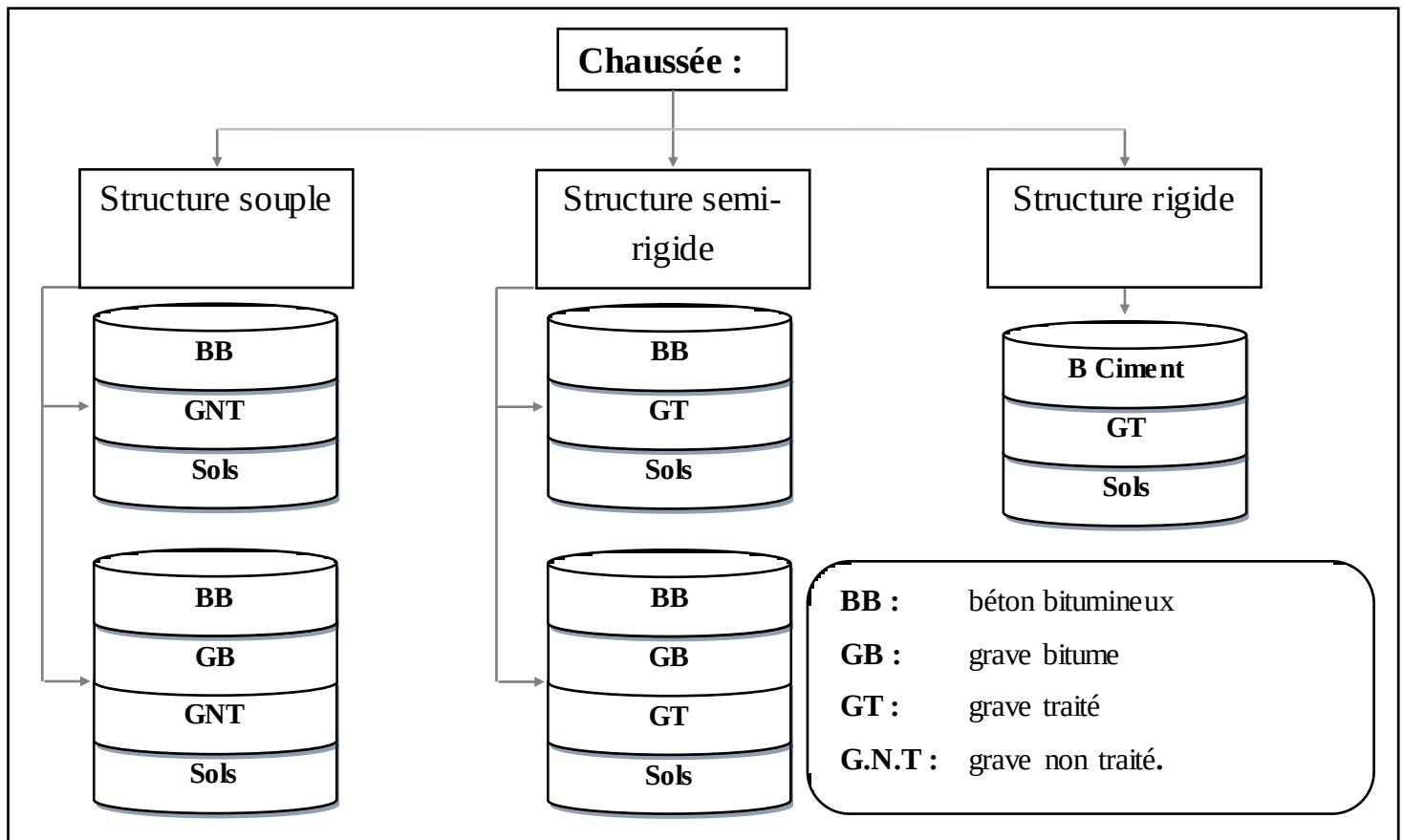


Figure2 : Schéma récapitulatif

X.3) Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée :

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

X.3.a) Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur à 3.5tonnes) .il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes ;De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T.A.C$$

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul

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

τ : Taux de croissance du trafic.

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

X.3.b) Environnement :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi la variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne.

X.3.c) Le Sol Support :

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

Les plates formes sont définies à partir :

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

X.3.d) Matériaux :

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

X.4) Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des méthodes :

Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.

Les méthodes rationnelles, basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

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

X.4.a) Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

Où:

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

c₁, c₂, c₃ : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

❖ Coefficient d'équivalence :

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

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

Tableau 1 : Coefficients d'équivalence

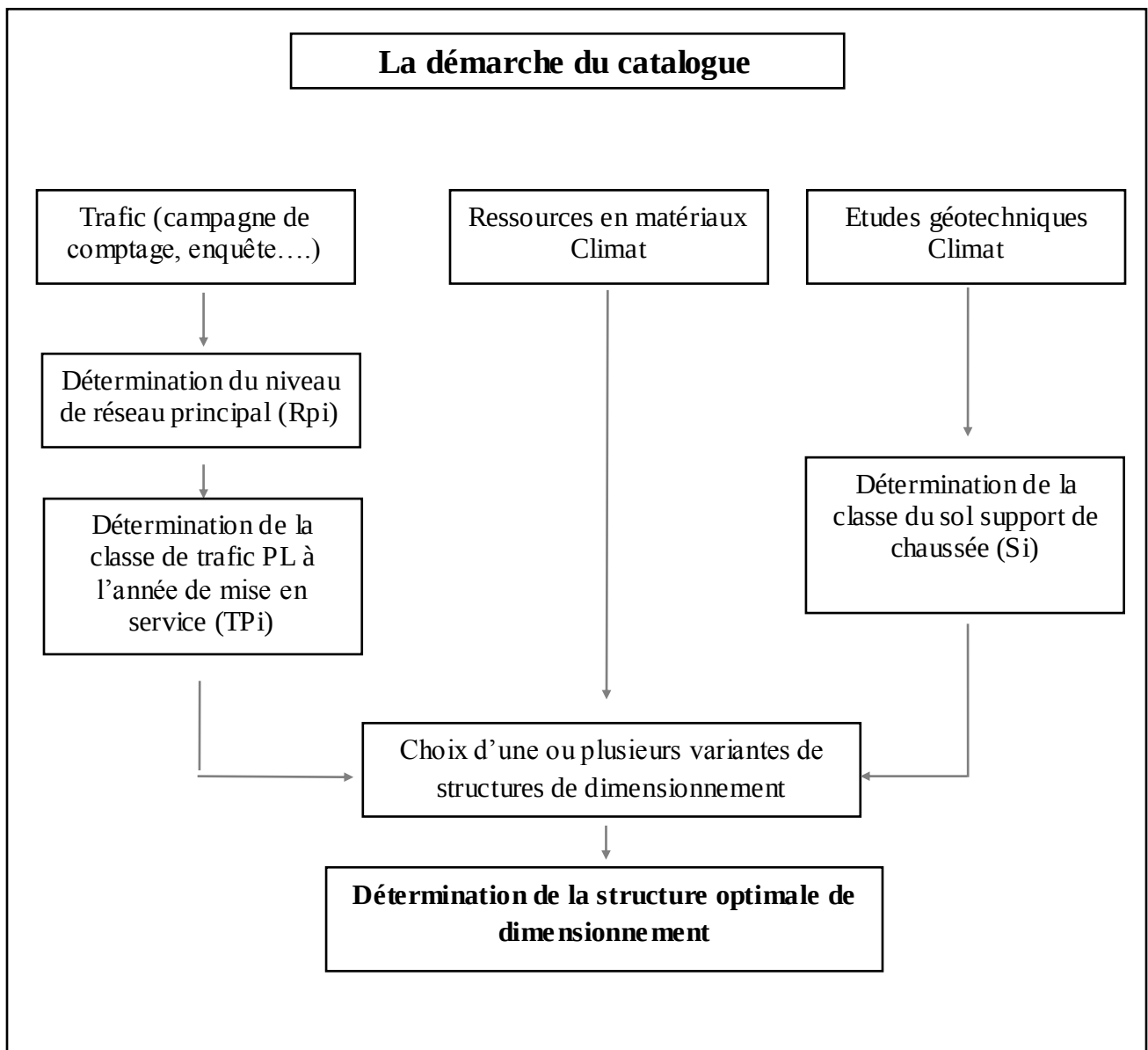
X.4.b) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :

- ❖ Approche théorique.
- ❖ Approche empirique.



X.5. Application au projet : sur la demande du client (DTP-Tamanrasset), et à la disponibilité des matériaux GNT/GNT dans la zone, ils ont l'utilisé pour mieux améliorer la résistance du corps chaussée .

X.5.a) Méthode C.B.R :

❖ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2009.
- $TJMA_{2009}=80 \text{ v/j}$
- Mise en service : 2015
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 3.5 \%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 64 \%$
- $I_{CBR}=10\%$.

❖ Détermination de N_{PL2035} :

$$\begin{aligned} TJMA_{2015} &= TJMA_{2009} (1 + \tau)^6 \\ &= 80 (1 + 0.035)^6 \\ &= 98 \text{ v/j} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{PL2035} &= TJMA_{2015} \times 0.5 \times \%PL \times (1 + \tau)^{20} \\ &= 98 \times 0.5 \times 0.64 \times (1 + 0.035)^{20} \\ &= 63 \text{ PL/j/sens/la voie la plus chargée} \end{aligned}$$

❖ Détermination de l'épaisseur équivalente :

$$E_{\text{équi}} = [100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log_{10} (N/10))] / (ICBR + 5)$$

$$E_{\text{équi}} = [100 + \sqrt{\frac{13}{2}} (75 + 50 \log_{10} (63/10))] / (10 + 5)$$

$$E_{\text{équi}} = 27 \text{ cm}$$

Donc l'épaisseur équivalente : $a_1 \cdot e_1 + a_2 \cdot e_2 + a_3 \cdot e_3 = 27 \text{ cm}$

Où a_i : coefficient d'équivalente des différents matériaux.

❖ Le choix de la structure :

On propose les épaisseurs de la mis en œuvre comme suite :

$$\left. \begin{array}{l} e_1 = 6 \text{ cm} \\ e_2 = 15 \text{ cm} \end{array} \right\} \Rightarrow e_3 = \frac{42 - (2 \cdot 6 + 1 \cdot 15)}{1} = 15 \text{ cm}$$

Structure	Epaisseur réelle	Epaisseur équivalent
BB	6cm	12cm
GNT	15cm	15cm
GNT	15 cm	15cm
TOTAL	36cm	42cm

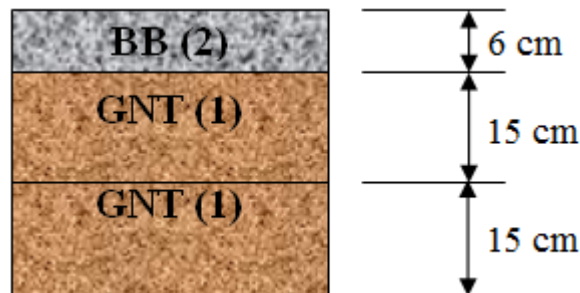


Figure3 : Corps de chaussée méthode CBR.

• Résultats de la simulation :

POSITION DE LA VALEUR MAXIMALE POUR UN JUMELAGE
A SOUS UNE ROUE SIMPLE
B SOUS UNE DES ROUES DU JUMELAGE
C AU CENTRE DU JUMELAGE
A= 12.500 D= 37.500 Q= 6.620
NOMBRE DE COUCHES 4

Z	EPSILONT	SIGMAT	EPSILONZ	SIGMAZ
.00*	.452E-03B*	.198E+02B*	-.262E-03B*	.662E+01A*
6.00*	-.186E-03A*	-.457E+01A*	-.364E-04C*	.484E+01B*
6.00*	-.186E-03A*	.447E+00B*	.926E-03A*	.484E+01B*
21.00*	-.531E-03C*	-.281E+01B*	.475E-03B*	.115E+01B*
21.00*	-.531E-03C*	-.439E+00C*	.105E-02B*	.115E+01B*
36.00*	-.536E-03C*	-.641E+00C*	.677E-03C*	.572E+00C*
36.00*	-.536E-03C*	-.671E-01C*	.119E-02C*	.572E+00C*
D	102.96MM/100	R*D		
R	102.45M	10547.86M*MM/100		

MODULES ET CONTRAINTES EN BARS

	Déformations admissibles	Déformations calculées
ε_z sol support	1612.10^{-6}	677.10^{-6}

Donc La structure **6BB + 15GNT + 15GNT** est donc vérifiée, car :

$$\varepsilon_{z,cal} < \varepsilon_{z,adm}$$

X.5.b) La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

❖ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2009.
- TJMA2009=80 v/j
- Mise en service : 2015
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 3.5 \%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 64 \%$
- CBR =10%.

❖ Détermination du type de réseaux principaux :

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

Réseau principal	Trafic (véhicules/jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

$$TJMA_{2009} = 80 \text{ (V/j)}.$$

$$80(V/j) < 1500(V/j) \longrightarrow \text{le réseau principal est RP2.}$$

❖ **Détermination de la classe de trafic :****Définition du poids lourd :**

Un poids lourd (PL) est un véhicule de plus de 3.5 tonnes de poids total autorisé en charge.

- $TJMA_{2015} = 98 \text{ v/j.}$
- $\tau = 3.5 \%$.
- $Z = 64\%$.
- $TPL = 98 \times 0.64 \times 0.5 = 32 \text{ PL/j/sens.}$

Répartition transversale du trafic :

En l'absence d'informations précises sur la répartition de poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera la valeur suivante :

- chaussée bidirectionnel à 2voies : 50% du trafic PL sur la voie lente de droite.

$$TPL_{2015} = 32 \times 0.5 = 16 \text{ (PL/j/sens).}$$

❖ **Détermination de la classe de trafic (TPL_i) :**

Les classes de trafic (TPL_i) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre PL par jour et par sens à l'année de mise en service.

Classe TPL_i pour RP2 :

TPL _i	TPL ₀	TPL ₁	TPL ₂	TPL ₃
PL/j/sens	0-50	50-100	100-150	150-300

$TPL = 16 \text{ (PL/j/sens).}$ $\longrightarrow$ La classe de trafic est TPL₀.

❖ **Détermination de la portance de sol-support de chaussée :****Présentation des classes de portance des sols :**

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S₄ à S₀. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

Portance (S_i)	CBR
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir :

S_3 , S_2 , S_1 , S_0 . Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E \text{ (MPa)} = 5 \cdot \text{CBR}$$

Classes de sol-support	S_3	S_2	S_1	S_0
Module (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

$$E \text{ (MPa)} = 5 \times 10 = 50 \text{ (MPa)} \longrightarrow S_2.$$

❖ Choix de différentes couches constitue de la chaussée :

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

- Couche de roulement : BB.
- Couche de base : GNT.
- Couche de fondation : GNT.

❖ Détermination de la zone climatique :

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique IV (<100 mm/an).

❖ Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (**RP2**), la zone climatique **IV**, durée de vie de **20 ans**, taux d'accroissement (**3.5%**), portance de sol (**S2**) et une classe de trafic (**TPL₀**).

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule 3) on a proposé la structure suivante:

- couche de roulement : BB = 6 cm.
- couche de base : GNT = 15 cm.
- couche de fondation : GNT = 25 cm.

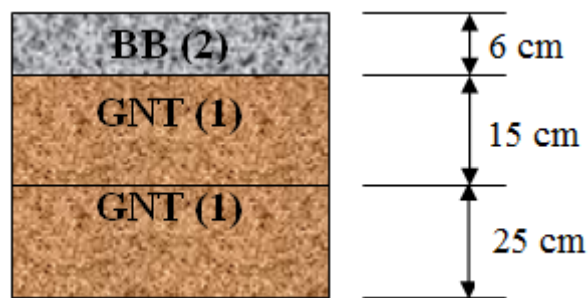


Figure4 : Corps de chaussée méthode catalogue.

1

RESEAU PRINCIPAL DE NIVEAU 2 (RP2) GNT/GNT

FICHE STRUCTURE GRAVE NON TRAITEE/GRAVE NON TRAITEE

TPLi PL/j/sens	Si	S3	S2	S1	S0
		25 MPa	50 MPa	125 MPa	200 MPa
300	TPL3		ES 20 GNT 35 GNT	ES 20 GNT 15 GNT	ES 25 GNT
150					
150		ES 20 GNT 50 GNT	ES 20 GNT 30 GNT	ES 20 GNT 15 GNT	ES 20 GNT
100	TPL2				
100		ES 20 GNT 45 GNT	ES 20 GNT 25 GNT	ES 15 GNT 15 GNT	ES 20 GNT
50					
50	TPL1	ES 15 GNT 40 GNT	ES 15 GNT 25 GNT	ES 20 GNT	ES 15 GNT
0					
0					

Si : Classe de sol support

TPLi : Classe de trafic PL/jour/sens

ES : Enduit superficiel, GNT : Grave non traitée

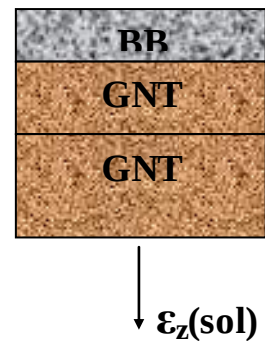
Epaisseurs de mise en œuvre : GNT (min = 15, max = 25)

❖ **Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :**

Dans le cas des matériaux non traités (MNT) la seule vérification est à faire sur le sol-support :

$$\epsilon_{z,cal} < \epsilon_{z,adm}$$

$$\epsilon_{z,ad} = 22 \cdot 10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$$



- **Calcule de la déformation admissible sur le sol support :**

$$\epsilon_{z,ad} = 22 \cdot 10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$$

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

Niveau de réseau principal (RPi)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP2	Chaussées à matériaux non traités : GNT/GNT, TUF/TUF, SG/SG, AG/AG	0,6
	Chaussées à matériaux traités au bitume : SB/SG	0,4

- Coefficient d'agressivité : **A= 0.6**

Donc **TCEi = 0.07 × 10⁶ essieux équivalents de 13 tonnes**

$$\epsilon_{z,ad} = 22 \cdot 10^{-3} \times (1,16 \cdot 10^7)^{-0.235} = 1612 \times 10^{-6}$$

	Epaisseur (cm)	Module(Mpa)	Coef de poisson v
Couche de roulement	6 BB	2500	0.35
Couche de base	15GNT	500	0.25
Couche de fondation	25GNT	500	0.25
Sol support	sol	50	0.35

Tableau2 : Caractéristiques des couches.

- Résultats de calcul par Alize III :
- Résultats de la simulation:

POSITION DE LA VALEUR MAXIMALE POUR UN JUMELAGE A SOUS UNE ROUE SIMPLE B SOUS UNE DES ROUES DU JUMELAGE C AU CENTRE DU JUMELAGE A= 12.500 D= 37.500 Q= 6.620 NOMBRE DE COUCHES 4					

* Z *	* EPSILON T *	* SIGMA T *	* EPSILON Z *	* SIGMA Z *	

* .00*	* .435E-03B*	* .192E+02B*	* -.246E-03B*	* .662E+01A*	
* E= 25000.					
* NU= .35					
* H1= 6.00					
* 6.00*	* -.185E-03A*	* -.450E+01A*	* -.387E-04C*	* .486E+01B*	
* --- COLLE ---					
* 6.00*	* -.185E-03A*	* .473E+00B*	* .929E-03A*	* .486E+01B*	
* E= 5000.					
* NU= .25					
* H2= 15.00					
* 21.00*	* -.487E-03C*	* -.253E+01B*	* .465E-03B*	* .123E+01B*	
* --- COLLE ---					
* 21.00*	* -.487E-03C*	* -.339E+00C*	* .108E-02B*	* .123E+01B*	
* E= 1250.					
* NU= .25					
* H3= 25.00					
* 46.00*	* -.394E-03C*	* -.479E+00C*	* .522E-03C*	* .437E+00C*	
* --- COLLE ---					
* 46.00*	* -.394E-03C*	* -.490E-01C*	* .917E-03C*	* .437E+00C*	
* E= 500.					
* NU= .35					
* H4=INFINI					

* D *	95.87MM/100		R*D		
* R *	107.60M		10315.81M*MM/100		

MODULES ET CONTRAINTES EN BARS					

	Déformations admissibles	Déformations calculées
ε_z sol support	1612.10^{-6}	917.10^{-6}

Donc La structure **6BB + 15GNT + 25GNT** est donc vérifiée, car :

$$\varepsilon_{z,cal} < \varepsilon_{z,adm}$$

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

C.B.R	Catalogue. A
6BB+15GNT+15GNT	6BB+15GNT+25GNT

Tableau3 : Récapitulatifs des résultats.

X.6) Conclusion :

D'après le tableau, on remarque bien que la méthode CBR nous donne le corps de chaussée le plus économique et tout en sachant que cette méthode est la plus utilisée en Algérie, donc on choisit les résultats de la méthode CBR.

CHAPITRE XI



LES CUBATURS

CHAPITRE XI : LES CUBATURES

XI.1) Introduction :

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

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

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

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

XI.2) Définition :

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprocher et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet.

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

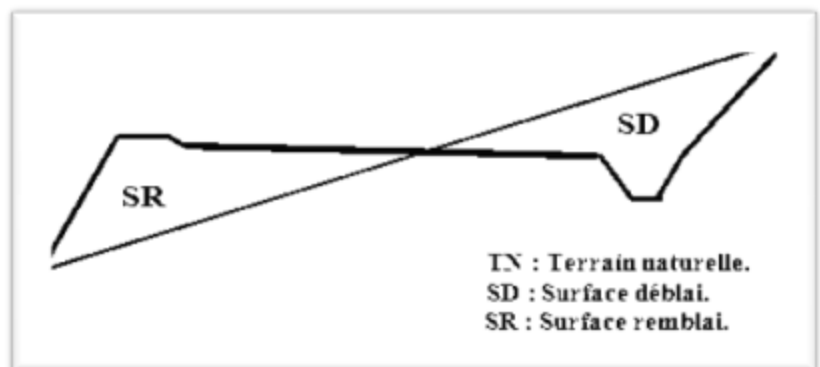
XI.3) Méthode de calcul des cubatures :

Les cubatures sont Les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais

Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.

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

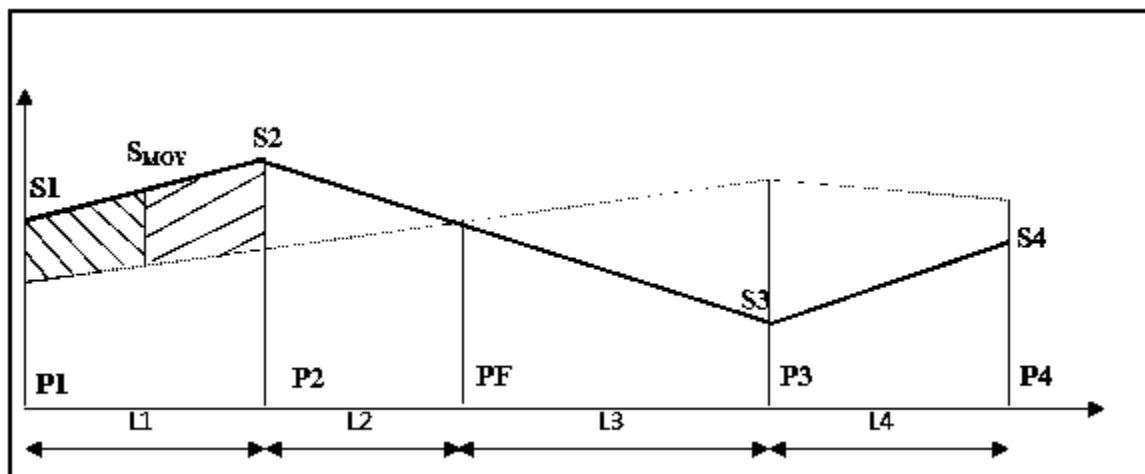
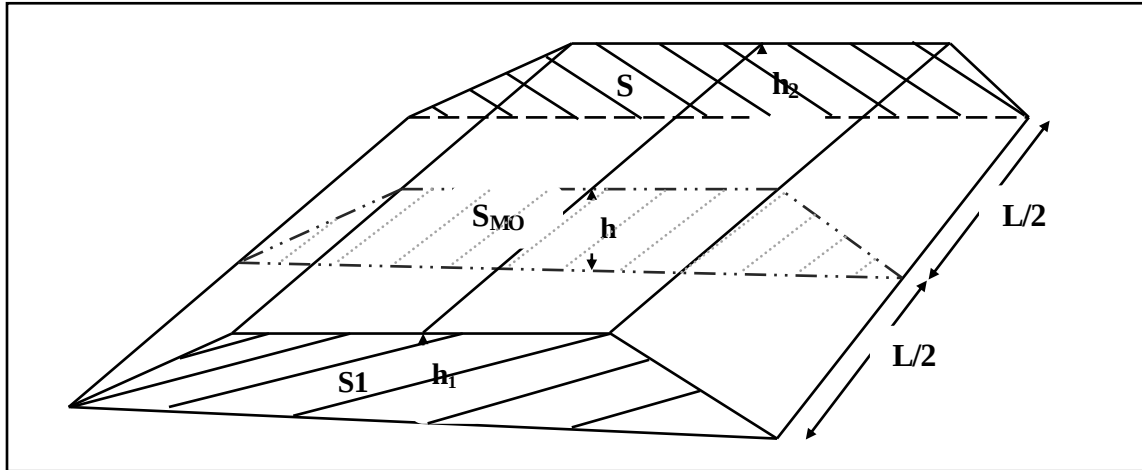
On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.



Formule de Mr SARRAUS :

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

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



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

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{MOY} et $\frac{(S_1 + S_2)}{2}$.

Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

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

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

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

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

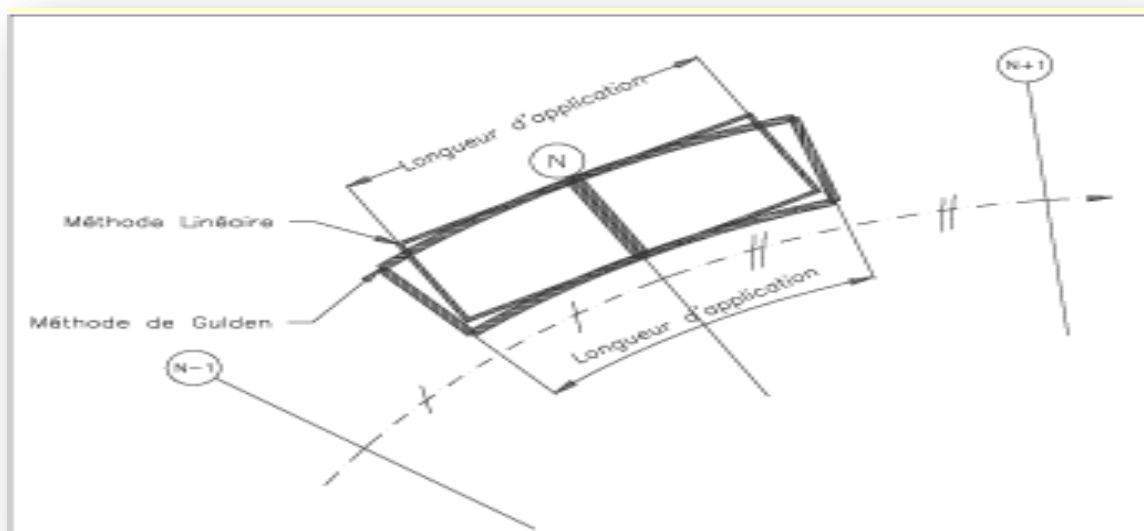
En additionnant membres à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

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

XI.4) Calcul des cubatures de terrassement :

Pour notre calcul automatique des cubatures en utilisent le logiciel **Piste 5.06** tel que le calcul se fait par la méthode de GULDEN.

Dans cette méthode, les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée. Pour obtenir les volumes et les surfaces, ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné. Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée.



Résultat :

✚ Le volume de déblais est de: $V_d = V_{d(\text{route})} + V_{d(\text{carrefour})}$

$$V_d = 17083 \text{ m}^3$$

✚ Le volume de remblais est de: $V_r = V_{r(\text{route})} + V_{r(\text{carrefour})}$

$$V_r = 101627 \text{ m}^3$$

Les résultats obtenus des cubatures sont affichés dans l'annexe

CHAPITRE XII



ASSAINISSEMENT

CHAPITRE XII : ASSAINISSEMENT

XII.1) Introduction :

L'évacuation des eaux pluviales est l'une des préoccupations fondamentales dans le domaine des routes, car la présence d'eau provoque plusieurs inconvénients tel que les problèmes d'inondation ; glissement des terrains, ainsi que les problèmes d'érosion, stabilité des talus, et la dégradation des chaussées par défaut de portance du sol.

Donc une solution à ses problèmes fut adaptée, c'est de prévoir des dispositions adéquates pour évacuer l'eau loin de la route, l'ensemble de ses travaux porte le nom d'Assainissement.

XII.2) Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

XII.3) Assainissement de la chaussée :

L'emprise de la voie express doit être assainie et ce conformément aux normes du B40 du Ministère de l'Equipement.

Des ouvrages d'assainissement ont été projetés dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de l'autoroute dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

A- Fossé de pied du talus de déblai :

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

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

B- Fossé de crête de déblai :

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

C- Fossé de pied de talus de remblai :

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

D- Drain :

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant longeant l'autoroute. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

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

E- Descentes d'eau :

Dans les sections d'autoroute en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m.

F-Le regard :

Il est constitué d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

G-Collecteur principal (canalisation):

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

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

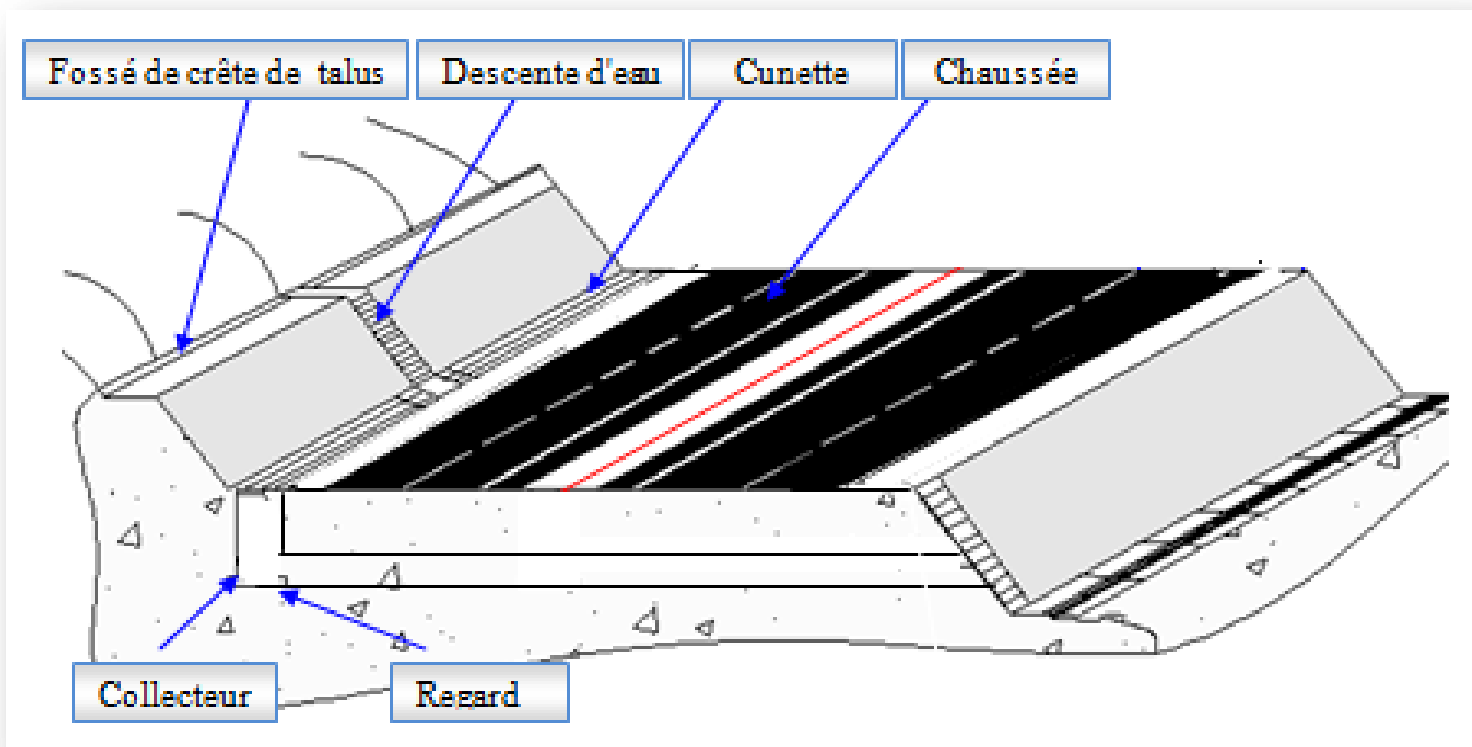


Figure 1 : les éléments de l'assainissement de la chaussée routière.

XII.4) Choix des ouvrages d'évacuation :

Le choix des ouvrages d'évacuation des eaux superficielles doit s'appuyer sur les deux principes de base suivante :

- L'utilisation d'ouvrage superficiel dont les coûts d'investissement et d'entretiens est plus faible que ceux des ouvrages enterrés.
- Rejeter les eaux hors de la plate forme chaque fois que cela est possible, afin de diminuer les déblais de transit.

XII.5) Dimensionnement des ouvrages d'évacuations :

La méthode de dimensionnement consiste à choisir un ouvrage, sa pente puis à vérifier sa capacité à évacuer le débit d'apport, et pour cela on utilise la formule :

$$Q_a = Q_s$$

Q_a : Débit d'apport en provenance du bassin (m^3/s).

Q_s : Débit d'écoulement au point de saturation (m^3/s).

Le débit d'apport est calculé en appliquons la formule de la méthode Rationnelle :

$$Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A$$

Avec :

K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s).

I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

C : coefficient de ruissellement.

A : aire du bassin versant (m^2).

XII.5.a) Détermination de l'intensité :

➤ Calcul de la précipitation :

D'après GALTON, le calcul de la pluie journalier maximal annuel de fréquence donnée s'effectue par la formule suivante :

$$p_j(\%) = \frac{p_j}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \times e^{u\sqrt{\ln(c_v^2 + 1)}}$$

Avec :

P_j : Pluie moyenne journalier

C_v : coefficient de variation climatique.

U : variation de Gauss, donnée par le tableau suivant :

Fréquence (%)	50	20	10	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	50	100
Variable de Gauss (U)	0,00	0,84	1,28	2,05	2,372

Tableau 1 : les valeurs de en fonction de la fréquence

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

➤ Calcul de la fréquence d'averse :

On la détermine par la formule :

$$P_t(\%) = P_J(\%) (t/24)^b$$

P_t : hauteur de pluie de durée t (mm)

P_J : pluie journalière maximale annuelle.

b : l'exposant climatique de la région.

Le temps de concentration : (T)

La durée t de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration.

Dépendant des caractéristiques du bassin drainé ; Le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandoth, comme suit :

1) Lorsque : $A < 5 \text{ km}^2$:

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

2) Lorsque : $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$:

$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

3) Lorsque : $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

- T_c : Temps de concentration (heure).
- A : Superficie du bassin versant (km^2).
- L : Longueur de bassin versant (km).
- P : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).
- H : La différence entre la cote moyenne et la cote

➤ Intensité de l'averse :

$$I_t = I \left(\frac{t}{24} \right)^{b-1}$$

Avec : $I = \frac{P_I(\%)}{t}$

XII.5.b) Coefficient de ruissellement :

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau tombe sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après :

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtu en enrobés	0.80 à 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.40
Talus	0.10 à 0.30	0.30
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

Tableau 2 : Coefficient de ruissellement 'c'

XII.5.c) Calcul de débit de saturation :

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

$$Q_s = S \times K \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}}$$

Tel que :

- ✓ S : section mouillée.
- ✓ K : coefficient de STRECKLER qui dépend de la nature des parois de l'ouvrage pris, égale à :
 - **K=30** : Paroi en terre.
 - **K =70** : Paroi en bétons (dalots).
 - **K =80** : Paroi en bétons (buses préfabriquées).

R : rayon hydraulique (m).

J : la pente moyenne de l'ouvrage.

XII.6) Application au projet :

Notre projet étant situé dans une zone désertique où la pluviométrie est rare et la nature du sol support est constituée de sable très propre, l'assainissement de notre route ne concernera que le traitement de l'évacuation des eaux de ruissèlement (météorites) sur la chaussée, l'évacuation des eaux nécessite pas de collecteur ni d'ouvrages hydraulique particuliers (buse, dalot). En effet, la capacité d'absorption du sol support est tellement grande que l'évacuation des eaux des fossés se fera directement selon les pentes (dévers) du terrain naturel.

Pour les oueds, dans notre projet nous avons utilisée un ouvrage particulier très utilisé dans les routes sahariennes qui appelé le **passage submersible** au **PK 02+425** sur une longueur de **70 m**.

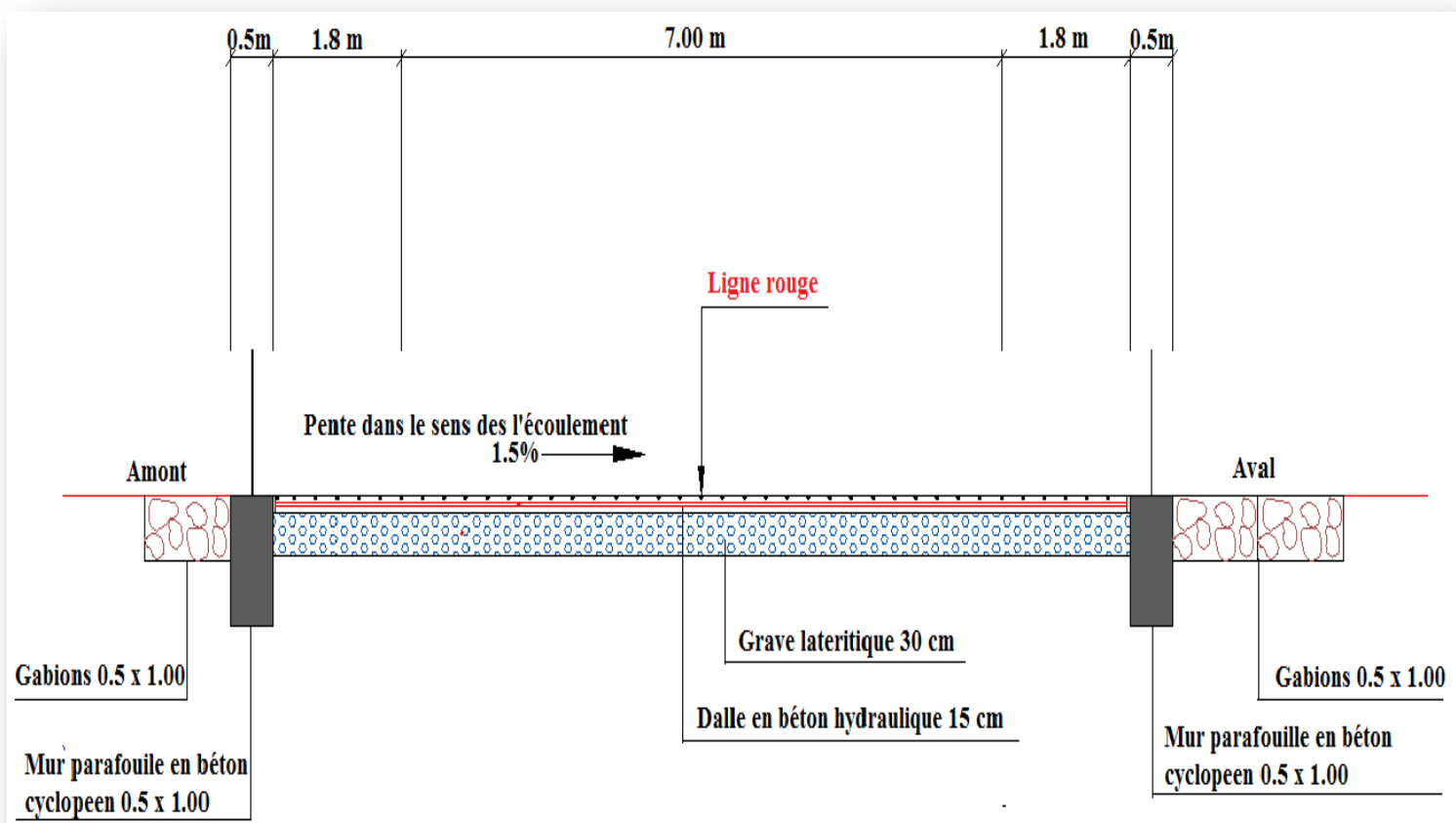


Figure2 : passage submersible

La description :

– Grave latéritique de 30cm d'épaisseur :

Elle est exécuter sur un terrassement uniformément réglés et compacter puis on étalé en une couche uniatiffié et compacté énergiquement, puis l'arase a la cote topographique du fil rouge moins 15cm.

– Dalle en béton hydraulique de 15 cm :

Elle est couler sur place sur un trillé soudé placé sous la fibre moyenne réglé suivante une pente transversal suivant le sens d'écoulement 1 à 2 %, elle est humidifié durant toute la période de prise et de crue.

– Murs para fouille :

Sont exécuter de part et d'autre en épaisseur de 50cm et d'une hauteur variable entre 1m et 2m selon le type du passage (A ou B) arasée à la cote et pente de la chaussée transversal (dalle). Le tiers inferieur est coulé en plein fouille.

– Gabions amont :

Les assises gabions amont seront exécuter en caisson de gréage galvanisé a maille losange posé sur un béton de propreté ou à défaut une feuille de polyanne, la couche sera fermer et arasé à la cote chaussée amont, les interstices de la face supérieur seront colmater en béton cyclopéen.

– Gabions aval :

Les assises sont plus importantes en étend et en profondeur, le mode d'exécution reste identique a l'amont.

1) le profil en long :

- Respecter les caractéristiques géométriques de la route empruntant l'ouvrage.
- Epouser la forme du lit autant que possible et présenter une forme assez incurvée pour canaliser l'Oued.

2) le profil en Travers :

- Respecter le mieux possible .le profil en travers de l'Oued ; de même pour le profil en travers de l'ouvrage.
- Suivre le profil en long de l'Oued.

3) Les avantage et l'inconvénient de passage submersible :

a) Avantage :

- Réalisation simple et rapide
- Moins Coûteux
- Entretien facile

b) Inconvénient :

- En cas de forte crue, la circulation est bloquée pour des durées assez longues.

CHAPITRE XIII



ETUDE DE CARREFOUR

CHAPITRE XIII : ETUDE DE CARREFOUR

XIII.1) Introduction :

Un carrefour est un lieu d'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours, car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables.

L'analyse des carrefours sera basée sur les données recueillies lors des enquêtes directionnelles, qui doivent fournir les éléments permettant de faire le diagnostic de leur fonctionnement.

XIII.2) Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour :

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

- Les valeurs de débit de circulation sur les différentes branches, l'intensité des mouvements tournant et leur évolution prévisible dans le futur.
- Les types et les causes des accidents constatés dans les cas de l'aménagement d'un carrefour existant (point accidentogènes).
- Des caractéristiques de sections adjacentes et des carrefours voisins.
- Respect de l'homogénéité du tracé.
- De la surface neutralisée par l'aménagement.

XIII.3) Choix de l'aménagement :

Le choix du type d'aménagement se fait en fonction de multiples critères :

- L'environnement et la topographie du terrain d'implantation.
- L'intensité et la nature du trafic d'échange dans les différents sens de parcours.
- Objectif de fonctionnement privilégié pour un type d'usager.
- Objectif de la capacité choisie.
- Objectif de sécurité.

XIII.4) Les types de carrefours :

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

XIII.4.a) Carrefour à trois branches (en T) :

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

XIII.4.b) Carrefour à trois branches (en Y):

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°).

XIII.4.c) Carrefour à quatre branches (en croix) :

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi).

XIII.4.d) Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :

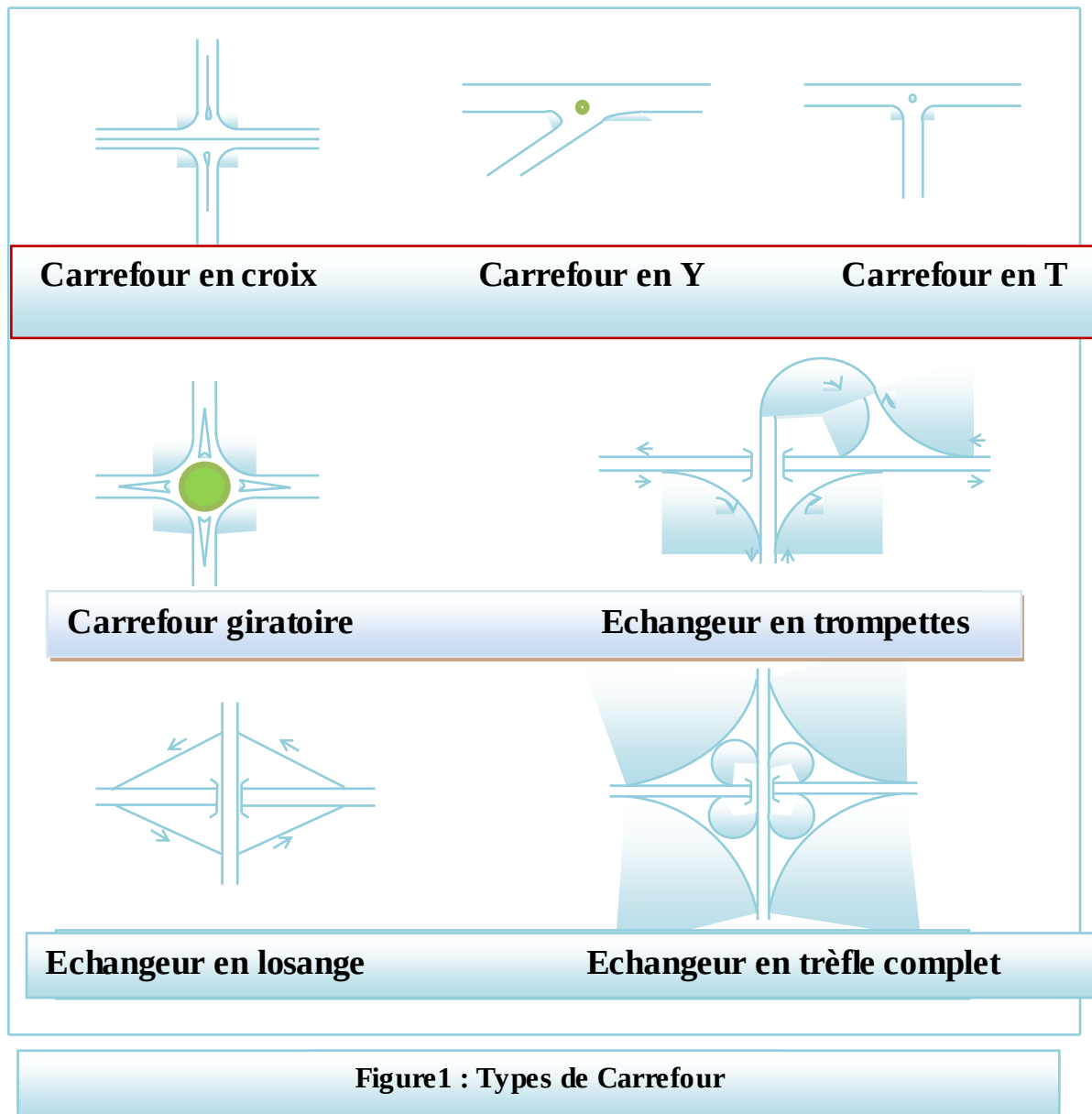
C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinturé par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique.

Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale). Aucune intersection ne subsiste; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rond point.

Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30 à 40°). En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé.



XIII.5) Principes généraux d'aménagements d'un carrefour :

- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de 90 ± 20 à fin d'obtenir de meilleure condition de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale.
- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- Regrouper les points d'accès à la route principale.
- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.
- Eviter si possible les carrefours à feux bicolores.

XIII.5.a) La visibilité :

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

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

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

XIII.5.b) Triangle de visibilité :

Un triangle de visibilité peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommets :

- Le point de conflit.
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse.

XIII.5.c) Données de base :

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.
- La vitesse d'approche à vide (V_0) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de base.
- Les conditions topographiques.

XIII.5.d) Les îlots :

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

Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont :

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

XIII.5.e) Ilot directionnel:

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

XIII.5.f) Les couloirs d'entrée et de sortie:

Largeur de couloirs :

- Entrée 4m.
- Sortie 4.5m.

XIII.6) Application au projet :

Le carrefour actuel est situé dans un endroit stratégique, que converge vers trois pôles :

- Idles vers bordj el haoasse (RN55).
- Idles vers la ville de Idles.
- Idles vers in amguel.



Figure2 : Zone d'implantation de carrefour giratoire.

XIII.6.a) Choix de type de l'aménagement:

Vus les convergences du carrefour actuel, notre choix de type d'aménagement est:

Un Carrefour giratoire a trois branches pour les raisons suivantes :

- la future liaison routière.
- Supporter un trafic important.
- Pour des raisons de sécurité.
- le but esthétique de la ville.

XIII.6.b) Caractéristique géométrique :

i. Forme et dimension de l'îlot central :

▪ La forme :

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

▪ Dimensions :

Pour notre cas, on prend un rayon de 12 m au rayon intérieur et 20 m pour le rayon extérieur.

ii. Chaussée annulaire :

▪ Largeur :

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

Il faut éviter les voies supplémentaires de tourné à droite, direction qui pose des problèmes de priorité.

▪ Dévers :

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

iii. Géométrie de l'entrée :

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

- Un rayon d'entrée de 15 m
- largeur d'entrée de 4 m
- le rayon de raccordement 80 m.

iv. Géométrie de sortie :

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

- Un rayon de sortie de 20 m
- Une largeur de sortie de 4.5 m
- le rayon de raccordement 80 m.

v. Diagrammes de visibilité :

Dans toute zone d'approche du carrefour, on doit assurer d'excellentes conditions de visibilité entre véhicules et sur les îlots.

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

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

D'après le B40 :

En catégorie C1 et environnement E1 sur un alignement: $V_A = 80\text{km/h}$ (pour $V_B=80\text{km/h}$) $a = 2.5\text{m}$ (distance entre l'œil de conducteur du véhicule non prioritaire et la ligne d'arrêt)

- Carrefour giratoire On a les deux itinéraires :

A : prioritaire à (2) voies, C1 et E1.

B : non prioritaire à (02) voies, C1 et E1.

- Itinéraires **A** :

$V_0=80\text{ km/h}$.

Traversée (V.P) =130m.

Traversée (PL) =175m.

Tourné à gauche =175m.

Tourné à droite = 165m.

Distance de visibilité sur la voie prioritaire =110m.

- Itinéraires **B** :

$V_0=80\text{ km/h}$.

Distance de visibilité sur la voie non prioritaire =110m.

Donc le triangle de visibilité est comme suit :

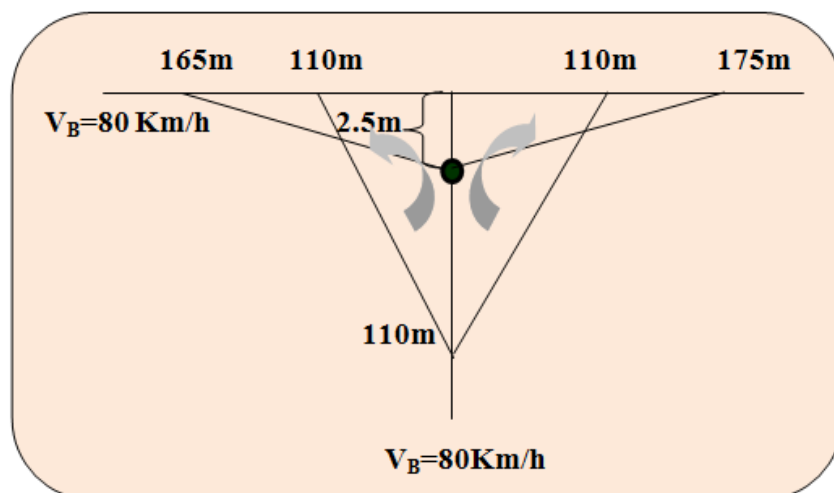


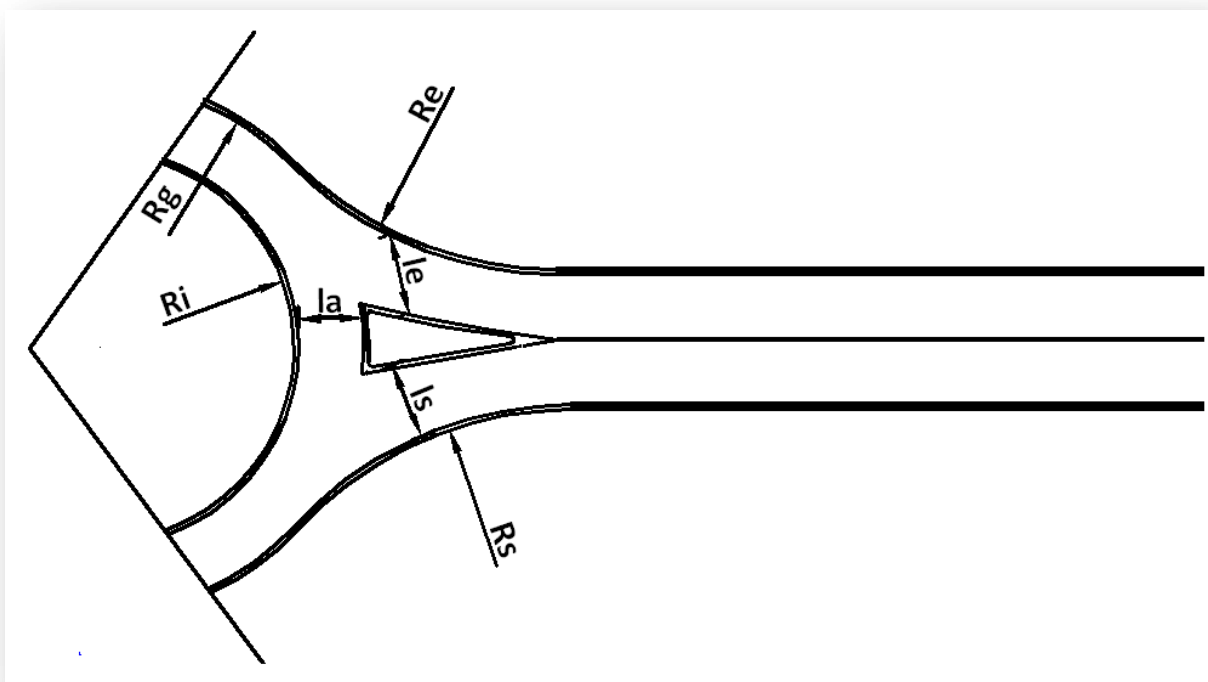
Figure3 : Diagramme de visibilité

Récapitulatif :

Le tableau ci-dessous récapitule les différents paramètres de construction donnés aux paragraphes précédents, avec la valeur du rayon de giratoire (**Rg**).

Rg	Rayon du giratoire	paramétrage	Rg=20m
La	Largeur de l'anneau	$6m \leq La \leq 9m$	8
Ri	Rayon intérieur	$Rg - La$	12
Re	Rayon d'entrée	$10m \leq Re \leq 15m, et \leq Rg$	15
Le	Largeur de la voie entrante	$Le = 4m$	4
Rs	Rayon de sortie	$15 \leq Rs \leq 30m, et > Ri$	20
La	Largeur de la voie sortante	$4m \leq Ls \leq 8m$	4.5
Rr	Rayon de raccordement	$Rr = 4rg$	80

Le schéma ci-dessous donne un exemple de construction à partir des données fournies aux paragraphes précédents :



Les ilots séparateurs :

L'îlot séparateur a généralement la forme d'un triangle (son dessin est réalisé à partir d'un triangle dit de «**construction**»).

Les ilots séparateurs remplissent divers fonctions principales comme :

- En situation d'approche, ils favorisent la perception du carrefour.
- Ils offrent une surface séparant les mouvements entrants et sortants, ils permettent d'éviter des collisions entre les deux sens de circulation.
- Ils permettent l'implantation de la signalisation de direction.
- Enfin, ils évitent les « prises à contre sens » de l'anneau...etc.

Le tableau ci-après récapitule les différents paramètres de construction des ilots séparateurs pour un rayon **Rg** :

Rg : rayon du giratoire	Paramétrage	Rg=20
L : Longueur du triangle de constriction	$L=Rg$	20
H : hauteur du triangle de construction	$H=Rg/4$	5
d : déport de l'îlot sur l'axe	$d=(0.5+Rg/50)/2$	0.45
r : rayon des raccordements de bordures	$r=Rg/50$	0.4

Le schéma ci-après donne un mode de construction pour les ilots séparateurs de rayon **Rg** supérieur à quinze mètres :

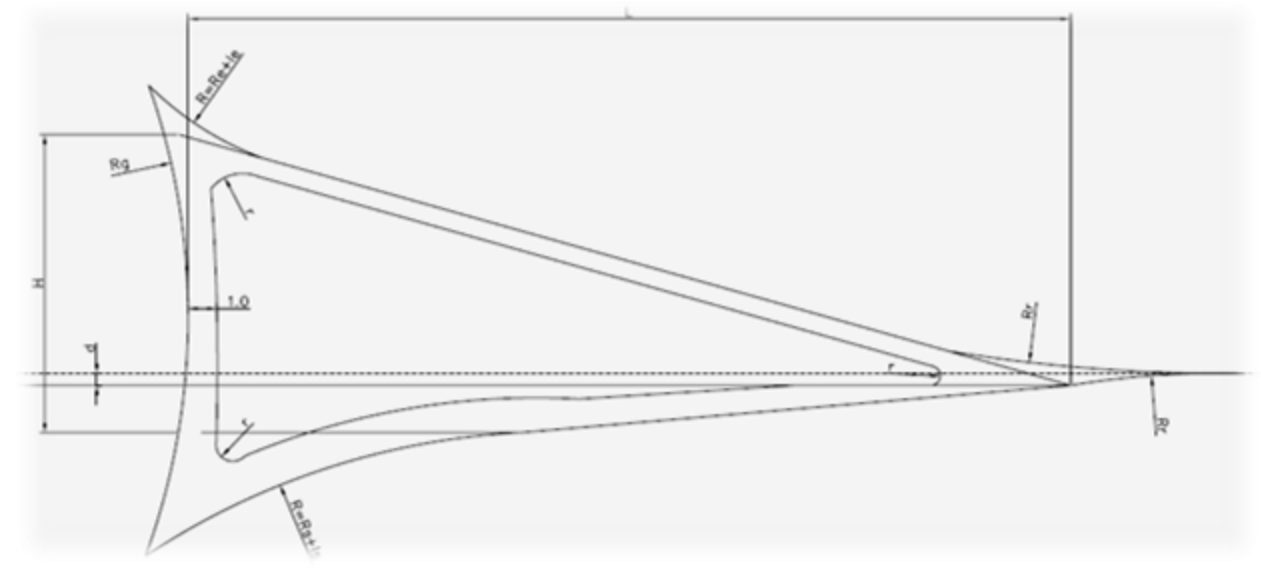


Schéma du carrefour giratoire :

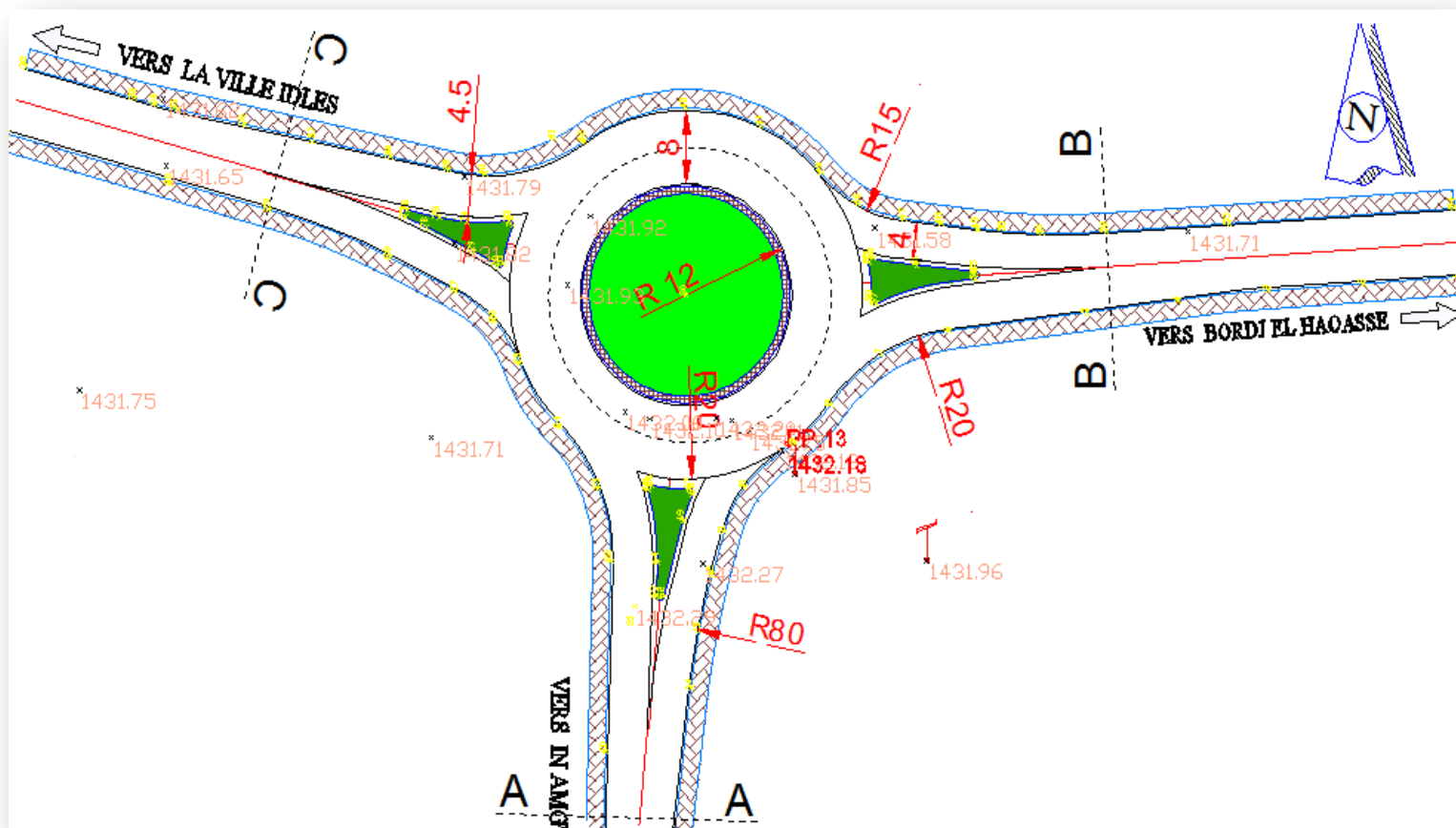


Figure4 : schéma de carrefour giratoire

CHAPITRE XIV



SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

CHAPITRE XIV : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1^{ER} PARTIE : SIGNALISATION

XIV.1) Introduction :

Parmi, les principales composantes de l'environnement routier, on trouve la signalisation.

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'usager de la route.

XIV.2) L'objet de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûr la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

XIV.3) Critères à respecter pour les signalisations :

Il est indispensable avant d'entamer la conception de la signalisation de respecter certains critères, afin que celle-ci soit bien vue, lue, et comprise :

- Homogénéité entre la géométrie de la route et la signalisation.
- Respecter les règles d'implantation
- Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- Eviter la multiplication des signaux et des super signaux, car la surabondance nuit à l'efficacité.

XIV.4) Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

XIV.4.1) Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

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

b) Signaux comportant une prescription absolue : Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.

c) Signaux à simple indication : Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- Signaux divers.

d) Signaux de position des dangers : Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

XIV.4.2) Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées, et pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions suivantes :

❖ **Le jaune pour**

- les marques interdisant l'arrêt ou le stationnement.
- le marquage temporaire.

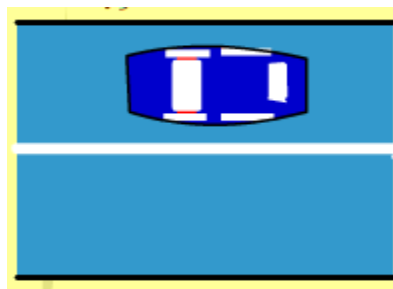
❖ **Le bleu :** éventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue.

❖ **Le rouge :** pour les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse.

XIV.4.2.1) Marquages longitudinales :

✓ **Lignes continues :**

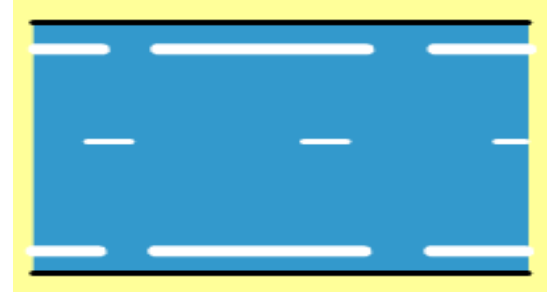
Elles ont un caractère impératif (non franchissables sauf du côté où elles sont doublées par une ligne discontinue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit.



✓ Lignes discontinues :

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles. On distingue :

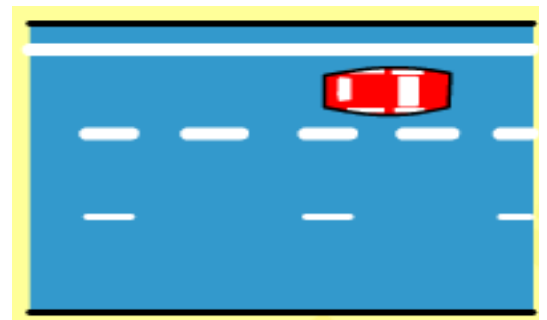
- ✓ Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.



- ✓ Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.



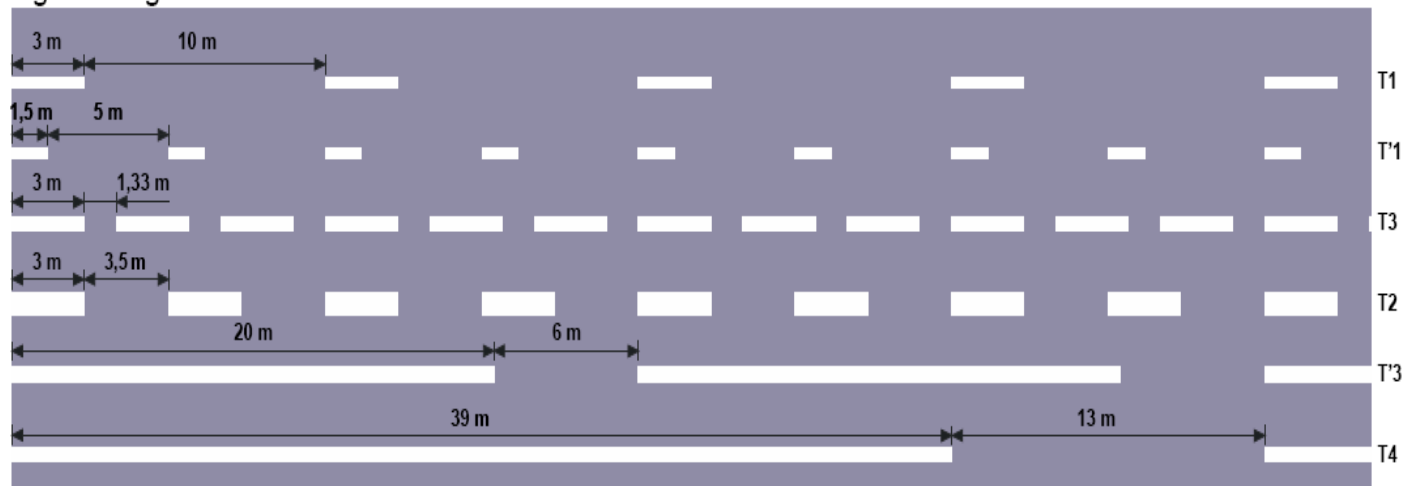
- ✓ Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, par lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.



Le tableau ci-après donne les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues selon les normes européennes :

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs (m)	Rapport Pleins/vides
Axial longitudinal	T₁	3,00	10,00	1/3
	T'₁	1,50	5,00	1/3
	T₃	3,00	1,33	3
	T₂	3,00	3,50	1
	T'₃	20,00	6,00	3
	T₄	39,00	13,00	3
transversal	T'₂	0,50	0,50	3

Lignes longitudinales



Lignes transversales

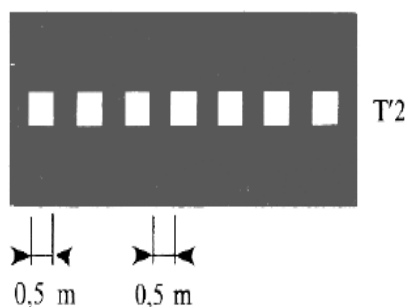


Figure1 : Modulation des lignes.

Largeur Des Lignes:

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité “ **u** ” différente selon le type de route. On adopte les valeurs suivantes pour “ **u** ”.

u = 7,5 cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase campagne.

u = 6 cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation.

u = 5 cm sur toutes les autres routes ;

u = 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

La valeur de “ **u** ” doit être homogène sur tout un itinéraire. En particulier, elle ne doit pas varier au passage d'un département à l'autre.

XIV.4.2.1) Marquages transversales :

- ✓ **Lignes transversales continue** : éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- ✓ **Lignes transversales discontinue** : éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

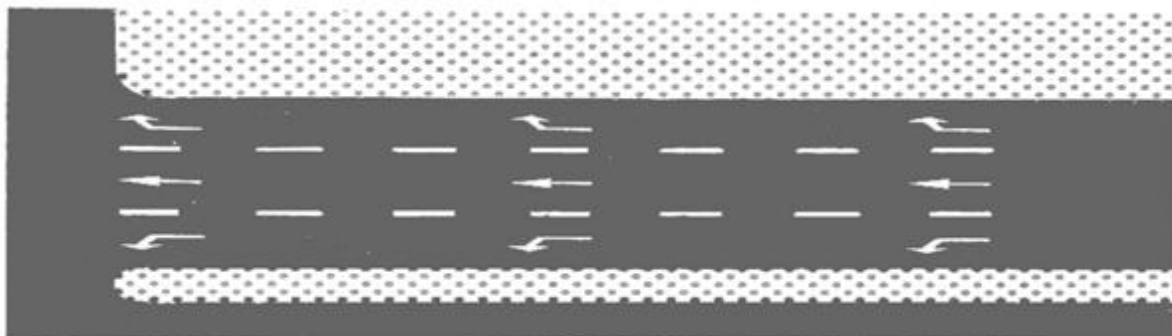
XIV.4.3) Autres signalisation :

- ✓ **Les flèches de rabattement :**

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

- ✓ **Les flèches de sélection :**

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.



- ✓ **Pour piétons.**
- ✓ **Pour cyclistes.**
- ✓ **Pour le stationnement.**

XIV.5) Choix des modulations et largeurs des lignes:

Le tableau ci-après indique pour chaque type de marquage la modulation et la largeur à adopter.

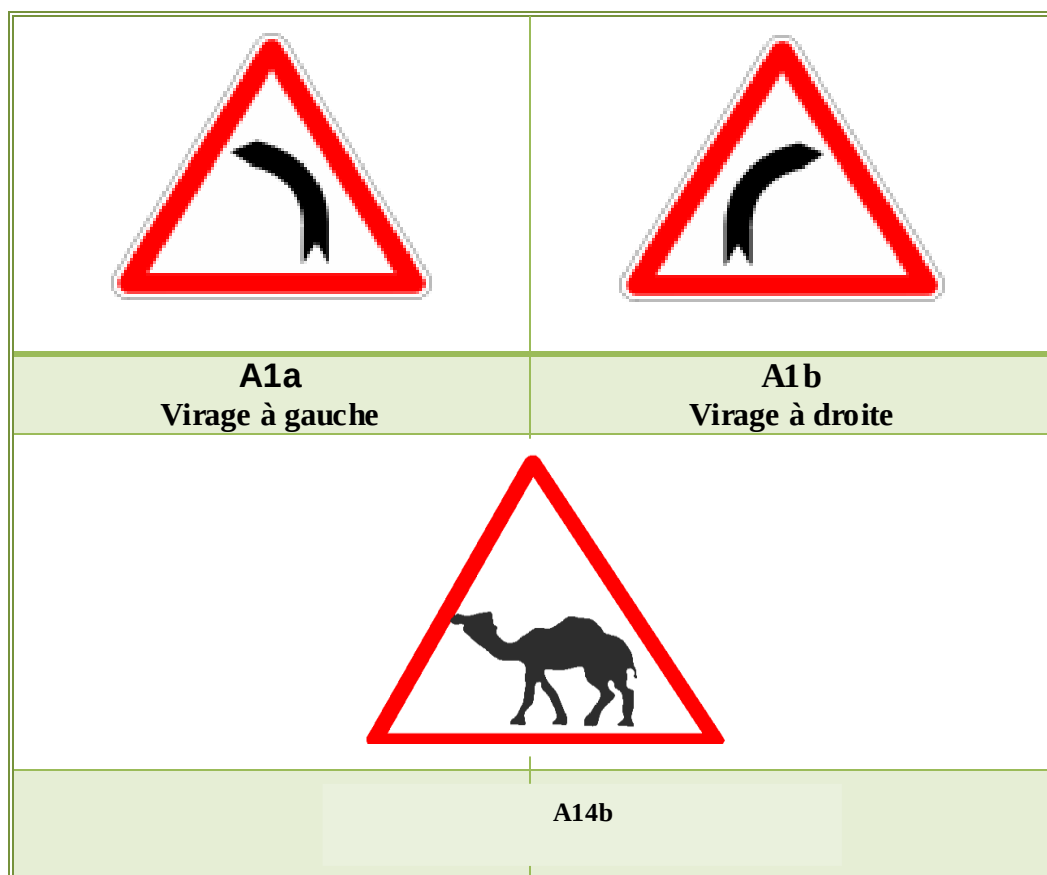
Désignation des marques	Modulation	Largeur
A - Lignes longitudinales axiales		
1-Lignes continues cas général		
Ligne axiale ou de délimitation des voies	Continue	2u (1)
Ligne axiale sur chaussée à 4 voies	Continue	5u
Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies situées hors agglomération, avec deux voies affectées à un sens de circulation et ligne oblique marquant un rétrécissement de route de trois à deux voies	Continue	3u
2- lignes discontinues de type T1		
Ligne axiale ou de délimitation de voie en rase campagne	T1	2u
Ligne axiale ou de délimitation de voie en agglomération ou de piste cyclable	T1, T'1 ou T3	2u
3- lignes discontinues de type T3		
Ligne d'annonce d'une ligne continue	T3	2u
Ligne de dissuasion en remplacement d'une ligne continue	T3	2u
Ligne d'annonce d'une ligne continue sur les routes à trois voies situées hors agglomération, avec deux voies affectées à un sens de circulation	T3	3u
4 - Lignes mixtes :		
La ligne mixte est constituée par une ligne continue doublée par une ligne discontinue de type T1 ou T3	T1 ou T3	2u (3)
5- Interruption d'une ligne continue pour permettre l'accès direct aux propriétés riveraines.	T'2	2u-3u
(1) A porter à 3u à l'approche d'un îlot (2) Cela se produit par exemple aux abords d'un point d'inflexion ou d'un point bas entre deux dos-d'âne rapprochés (schémas A1 et A2 en annexe). (3) Chacune (espacement entre les lignes : 2u).		
B - Lignes longitudinales de rives ou de délimitation de certaines voies		
1 - Lignes discontinues de type T2		
Ligne de rive de chaussée	T2	3u
Ligne de délimitation des voies de décélération, d'insertion ou d'entrecroisement	T2	5u
Ligne d'entrée et de sortie des voies pour véhicules lents	T2	5u

XIV.6) Application au projet :

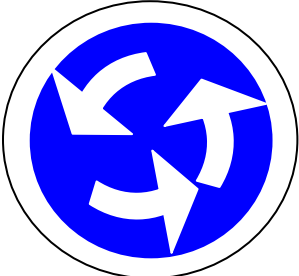
Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

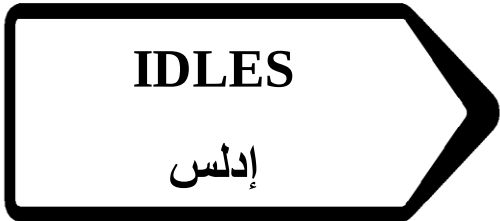
XIV.6.a) Signalisation verticale :

- Les signaux routiers qui sont utilisé pour la route sont :

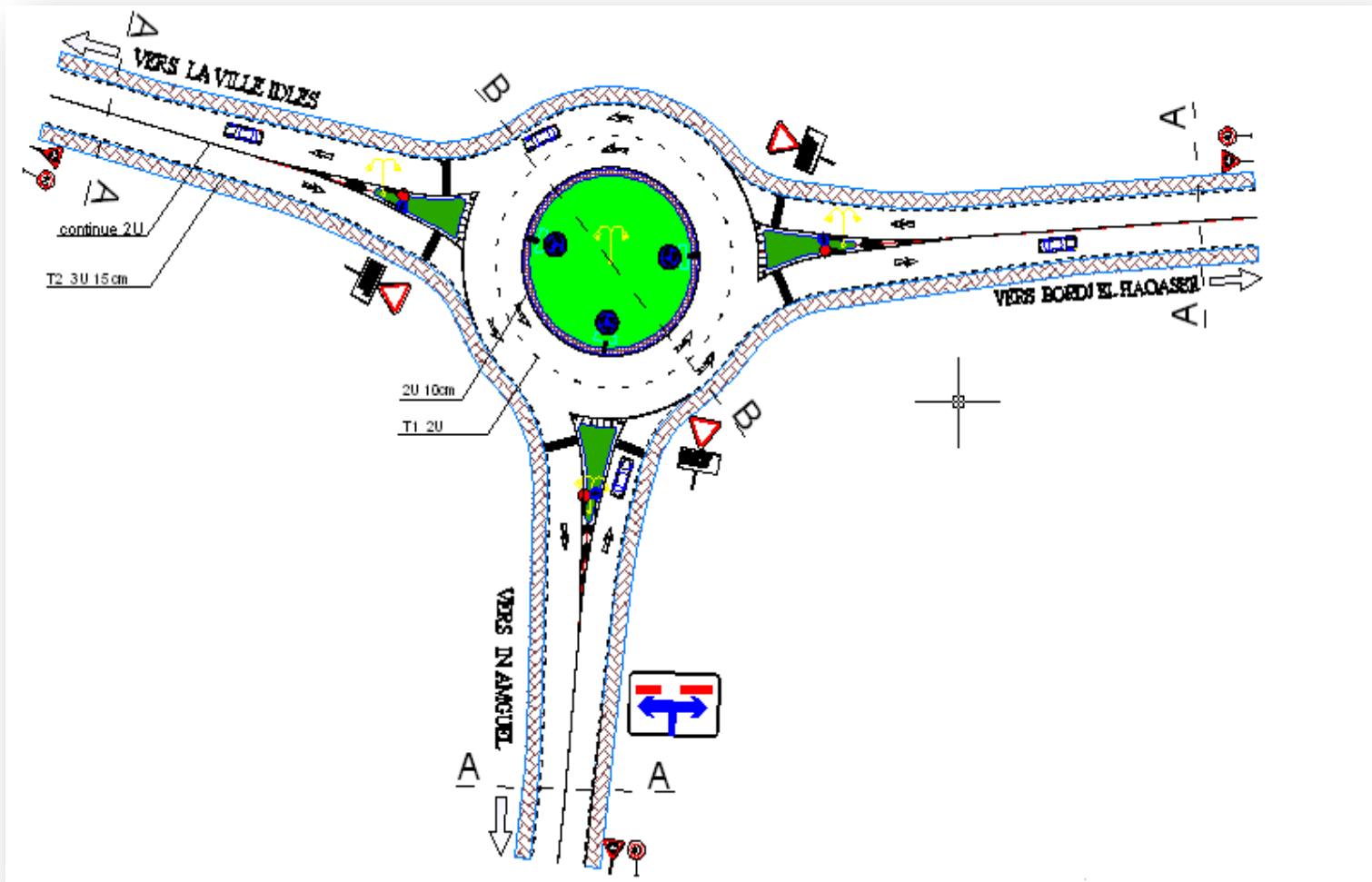


➤ Les signaux routiers qui sont utilisé pour le carrefour sont :

		
C1 Sens interdit à tout véhicule	D1 Obligation de tourner à droite avant le panneau.	B1 Cédez le passage à l'intersection. Signal de position
		
Ab25 Carrefour à sens giratoire	D3 Obligation de tourne à gauche	D1 Obligation de tourner à gauche avant le panneau.

	
	
Signalisation de direction (E)	

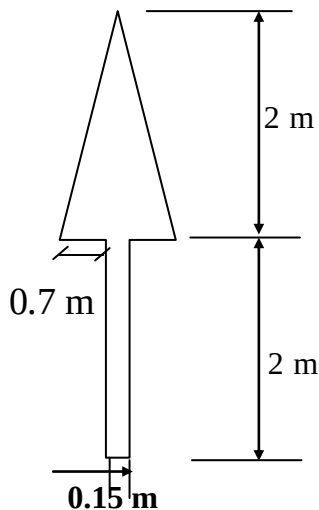
Détail de signalisation de Carrefour (PK 00+000):



XIV.6.b) Signalisation horizontale

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un $U=5\text{cm}$. et les lignes de délimitation des voies sont de type T_1 et de largeur $2U$.

❖ Flèche de sélection



2^{EME} PARTIE : ECLAIRAGE

XIV.1) Introduction :

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

XIV.2) Catégories d'éclairage :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

XIV.3) Paramètres de l'implantation des luminaires :

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

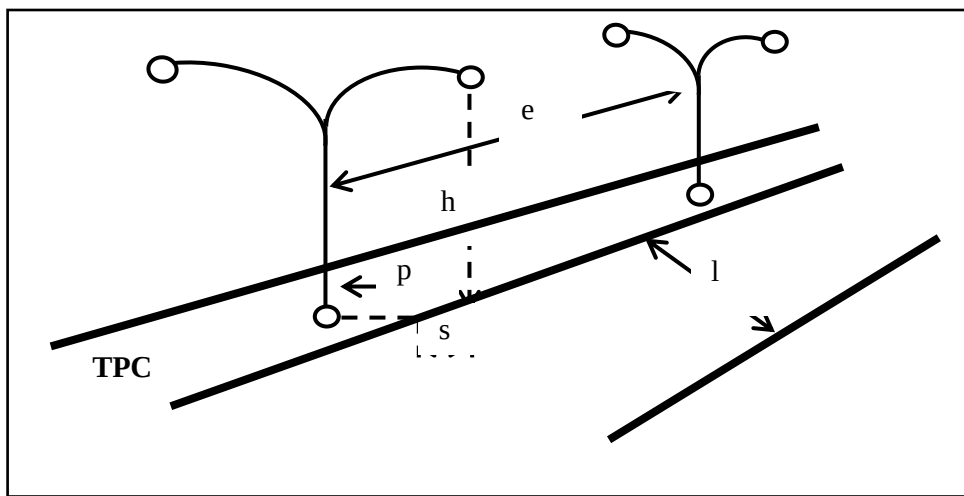


Figure2 : Paramètres de l'implantation des luminaires

XIV.4) Application au projet :

XIV.4.a) Eclairage des trottoirs et passage pour piétons:(La ville de Idles)

La bordure du trottoir doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs réfléchissants ou lumineux et on place des foyers de d'ordre de 12m de hauteur pour tous les sens. On prévoit aussi plusieurs foyers pour assurer un bon éclairage aux passages pour piétons placés de part et d'autre.

XIV.4.b) Eclairage des carrefours:

Pour les carrefours dont les îlots centraux sont importants, on place en retrait de leurs courbures des foyers A, dans l'alignement de foyers B sur la bordure extérieure, pour que les usagers identifient les différentes voies d'accès (appareil défilé).

CHAPITRE XV



DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

CHAPITRE XV : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DESIGNATION	U	QTE	P.U EN CHIFFRES (DA)	MONTANT GLOBAL(DA)
SECTION 1 : INSTALLATION DU CHANTIER				
Forfait d'amenée du matériel et d'installation de chantier	FORFAIT (4%)	1		7 738 906.00
Forfait de repli du matériel et des installations de chantier	FORFAIT (2%)	1		3 869 453.00
TOTAL				11 608 359.00

SECTION 2 : TERRASSEMENT				
Décapage de terre (e = 20 cm)	m ²	29237	200,00	5 847 400,00
Déblais excédentaires en terrain meuble mis en dépôts	m ³	0	300,00	0
Déblai en terrain meuble mis en remblais	m ³	17083	450,00	7 687 350.00
Remblais en provenance d'emprunts	m ³	84544	600,00	50 726 400,00
TOTAL				64 261 150.00

SECTION 3 : CHAUSSEE				
Couche de fondation en GNT	m ³	12534	1 600,00	20 054 400,00
Couche d'imprégnation en Cut buck 0.8kg/m2	T	60	8 000,00	480 000,00
Couche de base en GNT	m ³	12430	1 600,00	19 888 000,00
Couche d'accrochage 0,3 kg/m2	T	23	7000,00	161 000,00
Couche de revêtement en béton bitumineux (BB)	T	10997	7 000,00	76 977 600,00
Matériaux sélectionnés pour accotement.	m ³	12945	900.00	11 650 500.00
TOTAL				129 211 500.00

SECTION 4 : ASSAINISSEMENT			
ASSAINISSEMENT	F (2%)	Du totale (2+3)	3 869 453.00
TOTAL			3 869 453.00

SECTION 5 : SIGNALISATION		
Eclairage, Signalisation et équipements routiers	F(5%) Du total (3+4)	9 673 632.50
TOTAL		9 673 632.50

SECTION 6 : Contrôles (LABO et BRU)		
Contrôles (LABO et BRU)	F(5%) Du total (3+4)	9 673 632.50
TOTAL		9 673 632.50

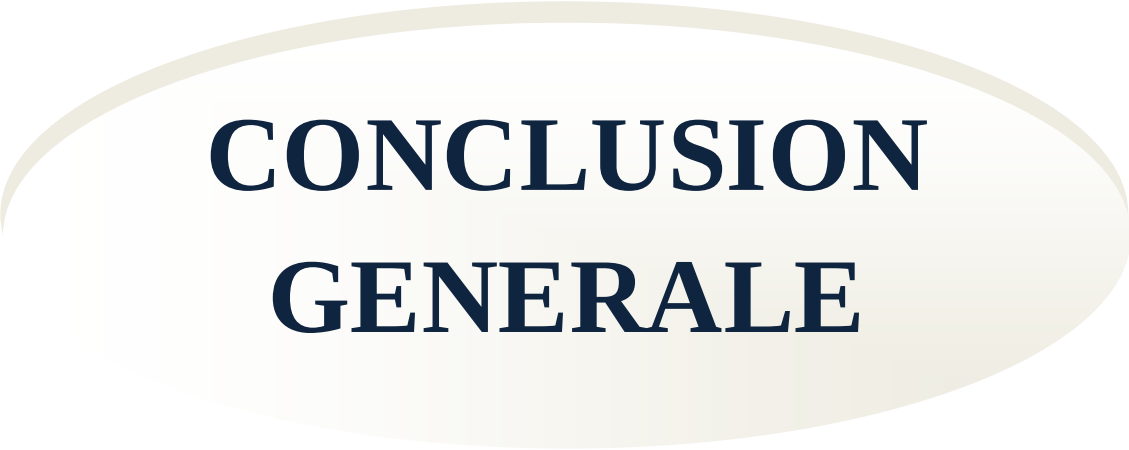
SECTION	DESTINATION	PRIX TOTAL (DA)
section 1	Installation du chantier	11 608 359.00
section 2	Terrassement	64 261 150.00
section 3	Chaussée	129 211 500.00
section 4	Assainissement	3 869 453.00
section 6	Signalisation	9 673 632,50
section 7	Contrôles (LABO et BRU)	9 673 632,50
TOTAL		228 297 727.00

TOTAL (1)= 228 297 727.00 (DA)

TVA (17%) (2) =38 810 614.00(DA)

TOTAL TTC =267 108 341.00 (DA)

Le montant total du projet est de : Deux cents Quatre-vingts et un millions deux cents cinquante-neuf mille et deux cents quinze dinars Algérien.



CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale :

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter tout les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie. Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation.

Ainsi une occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels de PISTE et l'AUTO CAD.



BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

-  Cours de routes de 4^{ème} année ENSTP.
-  Cours de 5^{ème} année ENSTP.
-  Cours d'hydraulique de 4^{ème} année ENSTP.
-  B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
-  Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P).
-  Les Signaux Routiers (SETRA).
-  ENSTP : anciens mémoires de Fin d'étude.
-  Aménagement des carrefours (SETRA).
-  Site internet :
www.SETRA.com.
www.google.com.



ANNEXE

CALCUL AUTOMATIQUE DE L'AXE PRINCIPAL DE LE TRONCON DE LA RN 55 SUR 10 Km AU NIVEAU DE LA VILLE DE IDLES

AXE EN PLAN

ELMENT D'AXE	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0	188333.014	2637593.23
Alignement droit	GIS = 86.277°	878.454			
			878.454	189209.615	2637650.274
Clothoïde	A = 268.328				
	Rf= 600.000				
	L = 120.000				
			998.454	189328.982	2637662.047
Arc de cercle	XC= 189230.441				
	YC= 2638253.900				
	R = 600.000				
	L = 404.603				
			1403.057	189676.954	2637853.118
Clothoïde	Rd= 600.000				
	A = 268.328				
	L = 120.000	644.602			
			1523.056	189750.95	2637947.521
Alignement droit	GIS = 36.181°	196.521			
			1719.577	189866.964	2638106.144
Arc de cercle	XC= 188656.229				
	YC= 2638991.650				
	R = 1500.000	390.748			
			2110.325	190054.189	2638447.859
Alignement droit	GIS = 21.255°	525.509			
			2635.835	190244.7	2638937.62
Arc de cercle	XC= 188380.754				
	YC= 2639662.674				
	R = 2000.000	422.648			
			3058.482	190355.319	2639344.72

Alignement droit	GIS = 9.148°	291.029			
			3349.511	190401.585	2639632.048
Arc de cercle	XC= 192178.694				
	YC= 2639345.889				
	R = -1800.000	624.796			
			3974.307	190604.917	2640219.519
Alignement droit	GIS = 29.035°	310.466			
			4284.773	190755.602	2640490.966
Arc de cercle	XC= 193378.562				
	YC= 2639034.916				
	R = -3000.000	819.519			
			5104.292	191245.687	2641144.618
Alignement droit	GIS = 44.687°	205.539			
			5309.831	191390.229	2641290.748
Clothoïde	A = 332.940				
	Rf= -800.000				
	L = 138.561				
			5448.392	191490.439	2641386.374
Arc de cercle	XC= 192008.415				
	YC= 2640776.701				
	R = -800.000				
	L = 266.774				
			5715.166	191718.531	2641522.333
Clothoïde	Rd= -800.000				
	A = 332.940				
	L = 138.561	543.896			
			5853.727	191850.314	2641564.992
Alignement droit	GIS = 73.717°	520.064			
			6373.791	192349.518	2641710.808
Arc de cercle	XC= 193751.426				
	YC= 2636911.365				
	R = -5000.000	397.342			
			6771.133	192734.945	2641806.951
Alignement droit	GIS = 78.270°	332.436			
			7103.569	193060.439	2641874.534
Arc de cercle	XC= 192755.494				
	YC= 2643343.210				

	R = 1500.000	804.513			
			7908.082	193768.106	2642236.585
Alignement droit	GIS = 47.540°	136.579			
			8044.661	193868.867	2642328.786
Clothoïde	A = 268.328				
	Rf= -600.000				
	L = 120.000				
			8164.66	193960.006	2642406.765
Arc de cercle	XC= 194318.836				
	YC= 2641925.890				
	R = -600.000				
	L = 424.336				
			8588.996	194358.504	2642524.577
Clothoïde	Rd= -600.000				
	A = 268.328				
	L = 120.000	664.336			
			8708.996	194477.394	2642508.691
Alignement droit	GIS = 99.520°	385.281			
			9094.278	194857.369	2642444.967
Clothoïde	A = 268.328				
	Rf= 600.000				
	L = 120.000				
			9214.277	194976.259	2642429.081
Arc de cercle	XC= 195015.926				
	YC= 2643027.768				
	R = 600.000				
	L = 150.769				
			9365.047	195126.366	2642438.02
Clothoïde	Rd= 600.000				
	A = 268.328				
	L = 120.000	390.769			
			9485.047	195242.53	2642467.903
Alignement droit	GIS = 73.664°	356.152			
			9841.199	195584.304	2642568.079
Arc de cercle	XC= 195190.520				
	YC= 2643911.558				
	R = 1400.000	670.526			

			10511.725	196159.131	2642900.72
Alignement droit	GIS = 46.222°	128.725			
			10640.45	196252.074	2642989.78
LONGUEUR DE L'AXE 10640.45 m					

PROFIL EN LONG

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0	1431.969
Rampe	0.500%	58.05		
			58.05	1432.26
Arc de parabole	S= 133.0500 Z=1432.4472			
	R = -15000.00	150		
			208.05	1432.26
PENTE	-0.500%	179.063		
			387.113	1431.364
Arc de parabole	S= 487.1129 Z=1431.1144			
	R = 20000.00	225.774		
			612.887	1431.51
Rampe	0.629%	846.838		
			1459.725	1436.835
Arc de parabole	S= 1333.9505 Z=1436.4399			
	R = 20000.00	327.518		
			1787.242	1441.577
Arc de parabole	S= 2920.4712 Z=1454.4189			
	R = -50000.00	595.403		
			2382.645	1451.526
Arc de parabole	S= 2355.7536 Z=1451.3817			
	R = 2500.00	69.127		
			2451.771	1453.226
Arc de parabole	S= 2835.8431 Z=1460.6011			
	R = -10000.00	105.612		
			2557.384	1456.724

Rampe	2.785%	151.901		
			2709.285	1460.954
Arc de parabole	S= 2834.5915 Z=1462.6986			
	R = -4500.00	216.878		
			2926.162	1461.767
Arc de parabole	S= 2975.0000 Z=1461.2700			
	R = 2400.00	82.775		
			3008.938	1461.51
Arc de parabole	S= 3072.5709 Z=1461.9599			
	R = -4500.00	141.299		
			3150.236	1461.29
Arc de parabole	S= 3191.6580 Z=1460.9322			
	R = 2400.00	117.065		
			3267.302	1462.124
Arc de parabole	S= 3409.1341 Z=1464.3594			
	R = -4500.00	141.645		
			3408.947	1464.359
Arc de parabole	S= 3408.3215 Z=1464.3594			
	R = 15000.00	188.33		
			3597.277	1465.55
Arc de parabole	S= 3653.9632 Z=1465.9066			
	R = -4500.00	218.993		
			3816.269	1462.98
Arc de parabole	S= 3902.8325 Z=1461.4185			
	R = 2400.00	129.056		
			3945.326	1461.795
Arc de parabole	S= 4025.0000 Z=1462.5000			
	R = -4500.00	165.61		
			4110.935	1461.679
PENTE	-1.910%	775		
			4885.935	1446.879
Arc de parabole	S= 4800.0000 Z=1447.7000			
	R = -4500.00	57.253		
			4943.189	1445.422
Arc de parabole	S= 5019.5557 Z=1444.2069			
	R = 2400.00	67.348		

			5010.537	1444.224
PENTE	-0.376%	230.245		
			5240.782	1443.359
Arc de parabole	S= 5221.9920 Z=1443.3939			
	R = -5000.00	231.103		
			5471.885	1437.149
PENTE	-4.998%	260.565		
			5732.449	1424.127
Arc de parabole	S= 5982.3422 Z=1417.8820			
	R = 5000.00	111.037		
			5843.487	1419.81
Arc de parabole	S= 5718.5164 Z=1421.5453			
	R = -4500.00	122.53		
			5966.016	1414.739
PENTE	-5.500%	213.234		
			6179.25	1403.011
Arc de parabole	S= 6729.2500 Z=1387.8862			
	R = 10000.00	400		
			6579.25	1389.011
PENTE	-1.500%	481.722		
			7060.972	1381.785
Arc de parabole	S= 6993.4722 Z=1382.2917			
	R = -4500.00	202.5		
			7263.472	1374.192
PENTE	-6.000%	87.242		
			7350.714	1368.957
Arc de parabole	S= 7590.7143 Z=1361.7571			
	R = 4000.00	140		
			7490.714	1363.007
PENTE	-2.500%	162.425		
			7653.139	1358.947
Arc de parabole	S= 7540.6394 Z=1360.3528			
	R = -4500.00	129.625		
			7782.764	1353.839
Arc de parabole	S= 7944.1809 Z=1349.4964			
	R = 3000.00	101.417		

			7884.181	1350.096
PENTE	-2.000%	167.153		
			8051.334	1346.753
Arc de parabole	S= 7931.3335 Z=1347.9533			
	R = -6000.00	415.595		
			8466.928	1324.048
Arc de parabole	S= 8681.1664 Z=1314.4861			
	R = 2400.00	228.423		
			8695.352	1314.528
Rampe	0.591%	84.262		
			8779.614	1315.026
Arc de parabole	S= 8809.1667 Z=1315.1134			
	R = -5000.00	269.91		
			9049.523	1309.336
Arc de parabole	S= 9164.8945 Z=1306.5633			
	R = 2400.00	128.156		
			9177.679	1306.597
Arc de parabole	S= 9230.9483 Z=1306.7392			
	R = -10000.00	114.335		
			9292.014	1306.553
Pente	-0.611%	928.78		
			10220.794	1300.881
Arc de parabole	S= 10190.2611 Z=1300.9743			
	R = -5000.00	155.183		
			10375.977	1297.525
Arc de parabole	S= 10465.1211 Z=1295.8697			
	R = 2400.00	72.299		
			10448.277	1295.929
Pente	-0.702%	192.173		
			10640.45	1294.58
LONGUEUR DE L'AXE 10640.450 m				

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	1431.970	1431.969	188333.014	2637593.230	176.277°	2.50	-2.50
2	25.000	1431.655	1432.094	188357.962	2637594.854	176.277°	2.50	-2.50
3	50.000	1431.726	1432.219	188382.909	2637596.477	176.277°	2.50	-2.50
4	75.000	1431.698	1432.335	188407.856	2637598.100	176.277°	2.50	-2.50
5	100.000	1431.642	1432.411	188432.803	2637599.724	176.277°	2.50	-2.50
6	125.000	1431.431	1432.445	188457.751	2637601.347	176.277°	2.50	-2.50
7	150.000	1431.592	1432.438	188482.698	2637602.971	176.277°	2.50	-2.50
8	175.000	1431.504	1432.389	188507.645	2637604.594	176.277°	2.50	-2.50
9	200.000	1431.126	1432.298	188532.592	2637606.217	176.277°	2.50	-2.50
10	225.000	1431.057	1432.175	188557.540	2637607.841	176.277°	2.50	-2.50
11	250.000	1431.370	1432.050	188582.487	2637609.464	176.277°	2.50	-2.50
12	275.000	1431.489	1431.925	188607.434	2637611.088	176.277°	2.50	-2.50
13	300.000	1431.194	1431.800	188632.381	2637612.711	176.277°	2.50	-2.50
14	325.000	1431.027	1431.675	188657.329	2637614.335	176.277°	2.50	-2.50
15	350.000	1430.939	1431.550	188682.276	2637615.958	176.277°	2.50	-2.50
16	375.000	1430.892	1431.425	188707.223	2637617.581	176.277°	2.50	-2.50
17	400.000	1430.838	1431.304	188732.170	2637619.205	176.277°	2.50	-2.50
18	425.000	1430.824	1431.211	188757.117	2637620.828	176.277°	2.50	-2.50
19	450.000	1430.817	1431.149	188782.065	2637622.452	176.277°	2.50	-2.50
20	475.000	1431.004	1431.118	188807.012	2637624.075	176.277°	2.50	-2.50
21	500.000	1431.053	1431.119	188831.959	2637625.698	176.277°	2.50	-2.50
22	525.000	1430.879	1431.150	188856.906	2637627.322	176.277°	2.50	-2.50
23	550.000	1430.891	1431.213	188881.854	2637628.945	176.277°	2.50	-2.50
24	575.000	1430.849	1431.307	188906.801	2637630.569	176.277°	2.50	-2.50
25	600.000	1430.915	1431.433	188931.748	2637632.192	176.277°	2.50	-2.50
26	625.000	1430.970	1431.586	188956.695	2637633.815	176.277°	2.50	-2.50
27	650.000	1430.806	1431.743	188981.643	2637635.439	176.277°	2.50	-2.50
28	675.000	1430.861	1431.901	189006.590	2637637.062	176.277°	2.50	-2.50
29	700.000	1430.933	1432.058	189031.537	2637638.686	176.277°	2.50	-2.50
30	725.000	1430.943	1432.215	189056.484	2637640.309	176.277°	2.50	-2.50
31	750.000	1431.013	1432.372	189081.432	2637641.933	176.277°	2.50	-2.50
32	775.000	1430.995	1432.529	189106.379	2637643.556	176.277°	2.50	-2.50

33	800.000	1431.010	1432.687	189131.326	2637645.179	176.277°	2.50	-2.50
34	825.000	1431.155	1432.844	189156.273	2637646.803	176.277°	2.50	-2.50
35	850.000	1431.270	1433.001	189181.220	2637648.426	176.277°	2.50	-2.50
36	878.454	1431.362	1433.180	189209.615	2637650.274	176.277°	2.50	-2.50
37	900.000	1431.513	1433.315	189231.113	2637651.696	176.092°	2.50	-1.36
38	925.000	1431.691	1433.473	189256.046	2637653.529	175.415°	2.50	-0.03
39	950.000	1431.882	1433.630	189280.945	2637655.765	174.240°	2.50	1.29
40	975.000	1432.062	1433.787	189305.781	2637658.619	172.568°	2.62	2.62
41	998.454	1432.316	1433.935	189328.982	2637662.047	170.547°	3.86	3.86
42	1025.000	1432.645	1434.102	189355.062	2637666.985	168.012°	3.86	3.86
43	1050.000	1432.870	1434.259	189379.402	2637672.685	165.625°	3.86	3.86
44	1075.000	1433.052	1434.416	189403.483	2637679.395	163.238°	3.86	3.86
45	1100.000	1433.259	1434.573	189427.264	2637687.101	160.850°	3.86	3.86
46	1125.000	1433.388	1434.730	189450.703	2637695.792	158.463°	3.86	3.86
47	1150.000	1433.508	1434.888	189473.759	2637705.451	156.076°	3.86	3.86
48	1175.000	1433.709	1435.045	189496.393	2637716.062	153.688°	3.86	3.86
49	1200.000	1433.933	1435.202	189518.566	2637727.607	151.301°	3.86	3.86
50	1225.000	1434.109	1435.359	189540.238	2637740.066	148.914°	3.86	3.86
51	1250.000	1434.305	1435.516	189561.373	2637753.416	146.526°	3.86	3.86
52	1275.000	1434.573	1435.674	189581.933	2637767.635	144.139°	3.86	3.86
53	1300.000	1434.792	1435.831	189601.883	2637782.699	141.752°	3.86	3.86
54	1325.000	1434.993	1435.988	189621.189	2637798.580	139.364°	3.86	3.86
55	1350.000	1435.269	1436.145	189639.816	2637815.252	136.977°	3.86	3.86
56	1375.000	1435.546	1436.303	189657.732	2637832.685	134.590°	3.86	3.86
57	1403.057	1435.866	1436.479	189676.954	2637853.118	131.911°	3.86	3.86
58	1425.000	1436.109	1436.617	189691.329	2637869.697	130.007°	2.70	2.70
59	1450.000	1436.438	1436.774	189707.100	2637889.094	128.305°	2.50	1.37
60	1475.000	1436.752	1436.937	189722.374	2637908.884	127.100°	2.50	0.05
61	1500.000	1436.982	1437.129	189737.316	2637928.927	126.392°	2.50	-1.28
62	1523.056	1437.234	1437.334	189750.950	2637947.521	126.181°	2.50	-2.50
63	1550.000	1437.537	1437.607	189766.856	2637969.268	126.181°	2.47	-2.38
64	1575.000	1437.750	1437.893	189781.615	2637989.447	126.181°	2.44	-2.27
65	1600.000	1437.991	1438.209	189796.373	2638009.626	126.181°	2.41	-2.16
66	1625.000	1438.319	1438.558	189811.131	2638029.805	126.181°	2.39	-2.05
67	1650.000	1438.579	1438.937	189825.890	2638049.984	126.181°	2.36	-1.94

68	1675.000	1438.796	1439.348	189840.648	2638070.163	126.181°	2.33	-1.83
69	1700.000	1438.972	1439.790	189855.407	2638090.342	126.181°	2.30	-1.72
70	1719.577	1439.098	1440.158	189866.964	2638106.144	126.181°	2.28	-1.63
71	1725.000	1439.127	1440.263	189870.157	2638110.526	125.974°	2.28	-1.60
72	1750.000	1439.356	1440.767	189884.673	2638130.880	125.019°	2.25	-1.49
73	1775.000	1440.321	1441.303	189898.848	2638151.473	124.064°	2.22	-1.38
74	1800.000	1441.377	1441.864	189912.678	2638172.299	123.109°	2.19	-1.27
75	1825.000	1442.333	1442.418	189926.159	2638193.352	122.154°	2.17	-1.16
76	1850.000	1442.726	1442.960	189939.287	2638214.628	121.199°	2.14	-1.05
77	1875.000	1443.248	1443.489	189952.058	2638236.119	120.244°	2.11	-0.94
78	1900.000	1443.422	1444.005	189964.470	2638257.820	119.289°	2.08	-0.83
79	1925.000	1443.807	1444.509	189976.518	2638279.725	118.334°	2.05	-0.72
80	1950.000	1444.322	1445.001	189988.200	2638301.828	117.379°	2.03	-0.61
81	1975.000	1444.197	1445.480	189999.511	2638324.122	116.425°	2.00	-0.50
82	2000.000	1444.208	1445.946	190010.449	2638346.602	115.470°	1.97	-0.38
83	2025.000	1444.528	1446.400	190021.012	2638369.261	114.515°	1.94	-0.27
84	2050.000	1444.973	1446.842	190031.195	2638392.092	113.560°	1.92	-0.16
85	2075.000	1445.495	1447.271	190040.996	2638415.091	112.605°	1.89	-0.05
86	2100.000	1446.108	1447.687	190050.413	2638438.249	111.650°	1.86	0.06
87	2110.325	1446.510	1447.855	190054.189	2638447.859	111.255°	1.85	0.10
88	2125.000	1446.962	1448.091	190059.509	2638461.535	111.255°	1.83	0.17
89	2150.000	1447.567	1448.483	190068.572	2638484.835	111.255°	1.80	0.28
90	2175.000	1447.973	1448.862	190077.635	2638508.134	111.255°	1.78	0.39
91	2200.000	1449.648	1449.228	190086.698	2638531.433	111.255°	1.75	0.50
92	2225.000	1450.849	1449.582	190095.762	2638554.733	111.255°	1.72	0.61
93	2250.000	1451.838	1449.924	190104.825	2638578.032	111.255°	1.69	0.72
94	2275.000	1451.198	1450.253	190113.888	2638601.331	111.255°	1.67	0.83
95	2300.000	1450.684	1450.569	190122.951	2638624.631	111.255°	1.64	0.95
96	2325.000	1450.630	1450.873	190132.014	2638647.930	111.255°	1.61	1.06
97	2348.184	1450.636	1451.144	190140.419	2638669.537	111.255°	1.59	1.16
98	2375.000	1451.125	1451.443	190150.141	2638694.529	111.255°	1.56	1.28
99	2400.000	1451.666	1451.773	190159.204	2638717.828	111.255°	1.53	1.39
100	2425.000	1452.294	1452.341	190168.267	2638741.127	111.255°	1.50	1.50
101	2450.000	1453.016	1453.158	190177.330	2638764.427	111.255°	1.51	1.47
102	2475.000	1453.982	1454.091	190186.393	2638787.726	111.255°	1.52	1.43

103	2500.000	1454.288	1454.962	190195.457	2638811.025	111.255°	1.53	1.40
104	2525.000	1454.935	1455.770	190204.520	2638834.325	111.255°	1.53	1.36
105	2550.000	1455.548	1456.516	190213.583	2638857.624	111.255°	1.54	1.33
106	2575.000	1456.706	1457.215	190222.646	2638880.923	111.255°	1.55	1.29
107	2600.000	1457.329	1457.911	190231.709	2638904.223	111.255°	1.56	1.26
108	2625.000	1458.226	1458.607	190240.773	2638927.522	111.255°	1.57	1.22
109	2635.835	1458.647	1458.909	190244.700	2638937.620	111.255°	1.57	1.21
110	2650.000	1459.165	1459.303	190249.789	2638950.839	110.850°	1.58	1.19
111	2675.000	1459.794	1459.999	190258.541	2638974.257	110.133°	1.59	1.15
112	2700.000	1460.405	1460.695	190266.999	2638997.783	109.417°	1.60	1.12
113	2725.000	1461.123	1461.364	190275.162	2639021.412	108.701°	1.60	1.08
114	2750.000	1461.705	1461.904	190283.030	2639045.142	107.985°	1.61	1.05
115	2775.000	1462.311	1462.304	190290.600	2639068.968	107.269°	1.62	1.01
116	2800.000	1462.932	1462.566	190297.872	2639092.887	106.552°	1.63	0.98
117	2825.000	1463.550	1462.688	190304.845	2639116.895	105.836°	1.64	0.95
118	2850.000	1463.989	1462.672	190311.516	2639140.988	105.120°	1.65	0.91
119	2875.000	1463.140	1462.517	190317.886	2639165.162	104.404°	1.66	0.88
120	2900.000	1463.057	1462.223	190323.954	2639189.415	103.688°	1.66	0.84
121	2925.000	1461.188	1461.790	190329.718	2639213.741	102.972°	1.67	0.81
122	2950.000	1460.276	1461.400	190335.177	2639238.138	102.255°	1.68	0.77
123	2975.000	1459.274	1461.270	190340.331	2639262.600	101.539°	1.69	0.74
124	3000.000	1459.701	1461.400	190345.178	2639287.126	100.823°	1.70	0.70
125	3025.000	1461.750	1461.708	190349.719	2639311.710	100.107°	1.71	0.67
126	3050.000	1462.569	1461.903	190353.952	2639336.349	99.391°	1.72	0.63
127	3058.482	1462.433	1461.938	190355.319	2639344.720	99.148°	1.72	0.62
128	3075.000	1461.865	1461.959	190357.945	2639361.028	99.148°	1.73	0.60
129	3100.000	1461.710	1461.876	190361.919	2639385.710	99.148°	1.73	0.56
130	3125.000	1462.527	1461.654	190365.893	2639410.392	99.148°	1.74	0.53
131	3150.000	1463.002	1461.294	190369.868	2639435.074	99.148°	1.75	0.49
132	3175.000	1461.630	1460.990	190373.842	2639459.756	99.148°	1.76	0.46
133	3191.658	1458.932	1460.932	190376.490	2639476.202	99.148°	1.77	0.44
134	3200.000	1458.695	1460.947	190377.817	2639484.438	99.148°	1.77	0.43
135	3225.000	1461.247	1461.164	190381.791	2639509.120	99.148°	1.78	0.39
136	3250.000	1461.247	1461.641	190385.766	2639533.802	99.148°	1.79	0.36
137	3273.158	1461.366	1462.305	190389.447	2639556.666	99.148°	1.79	0.32

138	3300.000	1463.293	1463.036	190393.714	2639583.166	99.148°	1.80	0.29
139	3325.000	1463.643	1463.573	190397.689	2639607.848	99.148°	1.81	0.25
140	3349.511	1464.827	1463.964	190401.585	2639632.048	99.148°	1.82	0.22
141	3375.000	1465.326	1464.230	190405.816	2639657.183	99.959°	1.83	0.18
142	3400.000	1465.613	1464.350	190410.310	2639681.775	100.755°	1.84	0.15
143	3425.000	1465.309	1464.369	190415.146	2639706.303	101.550°	1.85	0.11
144	3452.689	1460.960	1464.425	190420.898	2639733.388	102.432°	1.86	0.08
145	3475.000	1463.877	1464.508	190425.836	2639755.145	103.142°	1.86	0.04
146	3500.000	1462.525	1464.640	190431.689	2639779.450	103.938°	1.87	0.01
147	3525.000	1460.627	1464.813	190437.879	2639803.672	104.734°	1.88	-0.03
148	3550.000	1465.740	1465.029	190444.405	2639827.805	105.529°	1.89	-0.06
149	3575.000	1468.991	1465.286	190451.265	2639851.845	106.325°	1.90	-0.09
150	3600.000	1467.457	1465.583	190458.459	2639875.787	107.121°	1.91	-0.13
151	3625.000	1466.358	1465.813	190465.984	2639899.628	107.917°	1.92	-0.16
152	3650.000	1466.489	1465.905	190473.840	2639923.361	108.712°	1.92	-0.20
153	3675.000	1466.237	1465.857	190482.025	2639946.983	109.508°	1.93	-0.23
154	3700.000	1465.737	1465.671	190490.536	2639970.489	110.304°	1.94	-0.27
155	3725.000	1464.647	1465.346	190499.374	2639993.875	111.100°	1.95	-0.30
156	3747.329	1463.774	1464.938	190507.541	2640014.656	111.810°	1.96	-0.33
157	3775.000	1464.392	1464.279	190518.019	2640040.267	112.691°	1.97	-0.37
158	3800.000	1463.691	1463.537	190527.823	2640063.264	113.487°	1.98	-0.41
159	3825.000	1462.618	1462.681	190537.946	2640086.123	114.283°	1.99	-0.44
160	3850.000	1461.537	1462.000	190548.384	2640108.839	115.079°	1.99	-0.48
161	3875.000	1460.516	1461.580	190559.138	2640131.408	115.874°	2.00	-0.51
162	3900.000	1459.392	1461.420	190570.204	2640153.825	116.670°	2.01	-0.55
163	3925.000	1458.555	1461.521	190581.580	2640176.086	117.466°	2.02	-0.58
164	3950.000	1458.828	1461.875	190593.264	2640198.188	118.262°	2.03	-0.61
165	3974.307	1460.047	1462.214	190604.917	2640219.519	119.035°	2.04	-0.65
166	4000.000	1461.839	1462.431	190617.388	2640241.983	119.035°	2.05	-0.68
167	4025.000	1461.961	1462.500	190629.521	2640263.841	119.035°	2.05	-0.72
168	4050.000	1461.524	1462.431	190641.655	2640285.699	119.035°	2.06	-0.75
169	4075.000	1460.288	1462.222	190653.789	2640307.557	119.035°	2.07	-0.79
170	4100.000	1459.304	1461.875	190665.923	2640329.415	119.035°	2.08	-0.82
171	4125.000	1459.234	1461.411	190678.056	2640351.273	119.035°	2.09	-0.86
172	4150.000	1459.382	1460.933	190690.190	2640373.131	119.035°	2.10	-0.89

173	4175.000	1459.403	1460.456	190702.324	2640394.989	119.035°	2.11	-0.93
174	4200.000	1459.344	1459.979	190714.458	2640416.847	119.035°	2.12	-0.96
175	4225.000	1458.973	1459.501	190726.591	2640438.705	119.035°	2.12	-1.00
176	4250.000	1458.187	1459.024	190738.725	2640460.563	119.035°	2.13	-1.03
177	4275.000	1457.440	1458.546	190750.859	2640482.421	119.035°	2.14	-1.07
178	4284.773	1457.240	1458.360	190755.602	2640490.966	119.035°	2.14	-1.08
179	4300.000	1456.931	1458.069	190763.026	2640504.260	119.326°	2.15	-1.10
180	4325.000	1456.313	1457.592	190775.362	2640526.005	119.804°	2.16	-1.13
181	4350.000	1455.712	1457.114	190787.878	2640547.646	120.281°	2.17	-1.17
182	4375.000	1455.167	1456.637	190800.573	2640569.182	120.759°	2.18	-1.20
183	4400.000	1454.684	1456.159	190813.448	2640590.612	121.236°	2.18	-1.24
184	4425.000	1454.166	1455.682	190826.501	2640611.934	121.714°	2.19	-1.27
185	4450.000	1453.664	1455.204	190839.732	2640633.146	122.191°	2.20	-1.31
186	4475.000	1453.211	1454.727	190853.138	2640654.247	122.668°	2.21	-1.34
187	4500.000	1452.888	1454.250	190866.720	2640675.236	123.146°	2.22	-1.38
188	4525.000	1452.510	1453.772	190880.477	2640696.111	123.623°	2.23	-1.41
189	4550.000	1452.190	1453.295	190894.406	2640716.870	124.101°	2.24	-1.45
190	4575.000	1451.731	1452.817	190908.509	2640737.513	124.578°	2.25	-1.48
191	4600.000	1451.257	1452.340	190922.783	2640758.037	125.056°	2.25	-1.52
192	4625.000	1450.577	1451.862	190937.227	2640778.442	125.533°	2.26	-1.55
193	4650.000	1449.909	1451.385	190951.841	2640798.726	126.011°	2.27	-1.59
194	4675.000	1449.048	1450.908	190966.624	2640818.887	126.488°	2.28	-1.62
195	4700.000	1448.522	1450.430	190981.574	2640838.924	126.966°	2.29	-1.65
196	4725.000	1448.067	1449.953	190996.690	2640858.836	127.443°	2.30	-1.69
197	4750.000	1447.763	1449.475	191011.972	2640878.622	127.921°	2.31	-1.72
198	4775.000	1447.461	1448.998	191027.418	2640898.279	128.398°	2.31	-1.76
199	4800.000	1447.209	1448.521	191043.028	2640917.807	128.875°	2.32	-1.79
200	4825.000	1446.980	1448.043	191058.799	2640937.204	129.353°	2.33	-1.83
201	4850.000	1446.779	1447.566	191074.732	2640956.469	129.830°	2.34	-1.86
202	4875.000	1446.556	1447.088	191090.825	2640975.601	130.308°	2.35	-1.90
203	4900.000	1445.634	1446.589	191107.076	2640994.598	130.785°	2.36	-1.93
204	4925.000	1443.519	1445.964	191123.486	2641013.459	131.263°	2.37	-1.97
205	4950.000	1442.956	1445.215	191140.052	2641032.182	131.740°	2.38	-2.00
206	4975.000	1442.553	1444.620	191156.773	2641050.767	132.218°	2.38	-2.04
207	5000.000	1442.897	1444.287	191173.649	2641069.211	132.695°	2.39	-2.07

208	5025.000	1443.285	1444.170	191190.678	2641087.515	133.173°	2.40	-2.11
209	5050.000	1443.815	1444.076	191207.858	2641105.676	133.650°	2.41	-2.14
210	5075.000	1443.940	1443.982	191225.190	2641123.693	134.128°	2.42	-2.17
211	5100.000	1444.013	1443.888	191242.671	2641141.565	134.605°	2.43	-2.21
212	5104.292	1444.011	1443.871	191245.687	2641144.618	134.687°	2.43	-2.22
213	5125.000	1443.788	1443.794	191260.250	2641159.341	134.687°	2.44	-2.24
214	5150.000	1443.552	1443.700	191277.830	2641177.115	134.687°	2.44	-2.28
215	5175.000	1443.366	1443.606	191295.411	2641194.889	134.687°	2.45	-2.31
216	5200.000	1443.154	1443.512	191312.992	2641212.663	134.687°	2.46	-2.35
217	5225.000	1443.046	1443.418	191330.573	2641230.437	134.687°	2.47	-2.38
218	5250.000	1442.949	1443.315	191348.154	2641248.211	134.687°	2.48	-2.42
219	5275.000	1442.736	1443.113	191365.735	2641265.985	134.687°	2.49	-2.45
220	5300.000	1442.298	1442.785	191383.316	2641283.759	134.687°	2.50	-2.49
221	5309.831	1442.109	1442.622	191390.229	2641290.748	134.687°	2.50	-2.50
222	5325.000	1441.837	1442.333	191400.900	2641301.529	134.747°	1.90	-2.50
223	5350.000	1441.567	1441.755	191418.546	2641319.238	135.104°	0.90	-2.50
224	5375.000	1440.090	1441.053	191436.352	2641336.786	135.785°	-0.09	-2.50
225	5400.000	1438.644	1440.225	191454.414	2641354.071	136.788°	-1.09	-2.50
226	5425.000	1437.424	1439.273	191472.823	2641370.984	138.115°	-2.08	-2.50
227	5448.392	1437.005	1438.268	191490.439	2641386.374	139.649°	-3.01	-3.01
228	5475.000	1435.220	1436.994	191510.999	2641403.262	141.555°	-3.01	-3.01
229	5500.000	1433.671	1435.744	191530.819	2641418.497	143.345°	-3.01	-3.01
230	5525.000	1432.546	1434.495	191551.105	2641433.106	145.136°	-3.01	-3.01
231	5550.000	1431.796	1433.245	191571.838	2641447.074	146.926°	-3.01	-3.01
232	5575.000	1430.979	1431.996	191592.997	2641460.388	148.717°	-3.01	-3.01
233	5600.000	1429.696	1430.746	191614.561	2641473.034	150.507°	-3.01	-3.01
234	5625.000	1428.759	1429.497	191636.510	2641485.000	152.298°	-3.01	-3.01
235	5650.000	1426.992	1428.247	191658.823	2641496.274	154.088°	-3.01	-3.01
236	5675.000	1425.382	1426.998	191681.476	2641506.846	155.879°	-3.01	-3.01
237	5700.000	1424.492	1425.748	191704.449	2641516.704	157.669°	-3.01	-3.01
238	5715.166	1423.911	1424.990	191718.531	2641522.333	158.755°	-3.01	-3.01
239	5725.000	1423.521	1424.499	191727.719	2641525.842	159.435°	-2.62	-2.62
240	5750.000	1422.579	1423.280	191751.242	2641534.305	160.936°	-1.62	-2.50
241	5775.000	1421.586	1422.181	191774.957	2641542.216	162.115°	-0.63	-2.50
242	5800.000	1420.562	1421.207	191798.809	2641549.704	162.971°	0.36	-2.50

243	5825.000	1419.916	1420.358	191822.750	2641556.903	163.504°	1.36	-2.50
244	5853.727	1419.188	1419.514	191850.314	2641564.992	163.717°	2.50	-2.50
245	5875.000	1418.736	1418.825	191870.734	2641570.956	163.717°	2.50	-2.50
246	5900.000	1418.070	1417.886	191894.731	2641577.966	163.717°	2.50	-2.50
247	5925.000	1416.913	1416.808	191918.728	2641584.975	163.717°	2.50	-2.50
248	5950.000	1415.345	1415.592	191942.726	2641591.985	163.717°	2.50	-2.50
249	5975.000	1413.041	1414.245	191966.723	2641598.994	163.717°	2.50	-2.50
250	6000.000	1411.235	1412.870	191990.720	2641606.004	163.717°	2.50	-2.50
251	6025.000	1409.985	1411.495	192014.717	2641613.013	163.717°	2.50	-2.50
252	6050.000	1408.672	1410.120	192038.715	2641620.023	163.717°	2.50	-2.50
253	6075.000	1407.368	1408.745	192062.712	2641627.033	163.717°	2.50	-2.50
254	6100.000	1405.780	1407.370	192086.709	2641634.042	163.717°	2.50	-2.50
255	6125.000	1403.818	1405.995	192110.706	2641641.052	163.717°	2.50	-2.50
256	6133.831	1403.438	1405.509	192119.183	2641643.528	163.717°	2.50	-2.50
257	6150.000	1402.677	1404.620	192134.703	2641648.061	163.717°	2.50	-2.50
258	6175.000	1402.044	1403.245	192158.701	2641655.071	163.717°	2.50	-2.50
259	6200.000	1401.379	1401.891	192182.698	2641662.080	163.717°	2.50	-2.50
260	6225.000	1400.110	1400.600	192206.695	2641669.090	163.717°	2.50	-2.50
261	6250.000	1398.954	1399.370	192230.692	2641676.099	163.717°	2.50	-2.50
262	6275.000	1396.907	1398.203	192254.690	2641683.109	163.717°	2.50	-2.50
263	6300.000	1395.095	1397.099	192278.687	2641690.118	163.717°	2.50	-2.50
264	6325.000	1394.242	1396.057	192302.684	2641697.128	163.717°	2.50	-2.50
265	6350.000	1394.100	1395.078	192326.681	2641704.137	163.717°	2.50	-2.50
266	6373.791	1393.576	1394.204	192349.518	2641710.808	163.717°	2.50	-2.50
267	6400.000	1392.897	1393.307	192374.695	2641718.091	164.017°	2.50	-2.50
268	6425.000	1392.065	1392.515	192398.745	2641724.914	164.304°	2.50	-2.50
269	6450.000	1391.506	1391.785	192422.830	2641731.617	164.590°	2.50	-2.50
270	6475.000	1390.826	1391.118	192446.948	2641738.200	164.877°	2.50	-2.50
271	6500.000	1389.860	1390.514	192471.098	2641744.662	165.163°	2.50	-2.50
272	6525.000	1389.213	1389.972	192495.281	2641751.003	165.450°	2.50	-2.50
273	6550.000	1388.552	1389.493	192519.494	2641757.223	165.736°	2.50	-2.50
274	6575.000	1388.165	1389.076	192543.739	2641763.322	166.023°	2.50	-2.50
275	6600.000	1387.907	1388.700	192568.014	2641769.300	166.309°	2.50	-2.50
276	6625.000	1387.594	1388.325	192592.318	2641775.157	166.596°	2.50	-2.50
277	6650.000	1386.955	1387.950	192616.651	2641780.891	166.882°	2.50	-2.50

278	6675.000	1386.302	1387.575	192641.013	2641786.504	167.169°	2.50	-2.50
279	6700.000	1385.953	1387.200	192665.403	2641791.995	167.455°	2.50	-2.50
280	6725.000	1385.636	1386.825	192689.819	2641797.364	167.742°	2.50	-2.50
281	6750.000	1385.384	1386.450	192714.262	2641802.611	168.028°	2.50	-2.50
282	6771.133	1385.190	1386.133	192734.945	2641806.951	168.270°	2.50	-2.50
283	6775.000	1385.146	1386.075	192738.731	2641807.738	168.270°	2.50	-2.50
284	6800.000	1384.859	1385.700	192763.209	2641812.820	168.270°	2.50	-2.50
285	6825.000	1384.578	1385.325	192787.687	2641817.902	168.270°	2.50	-2.50
286	6850.000	1384.314	1384.950	192812.165	2641822.985	168.270°	2.50	-2.50
287	6875.000	1384.029	1384.575	192836.643	2641828.067	168.270°	2.50	-2.50
288	6900.000	1383.691	1384.200	192861.121	2641833.150	168.270°	2.50	-2.50
289	6925.000	1383.347	1383.825	192885.599	2641838.232	168.270°	2.50	-2.50
290	6950.000	1382.929	1383.450	192910.077	2641843.314	168.270°	2.50	-2.50
291	6975.000	1382.467	1383.075	192934.555	2641848.397	168.270°	2.50	-2.50
292	7000.000	1382.093	1382.700	192959.033	2641853.479	168.270°	2.50	-2.50
293	7025.000	1381.780	1382.325	192983.511	2641858.562	168.270°	2.50	-2.50
294	7050.000	1381.361	1381.950	193007.988	2641863.644	168.270°	2.50	-2.50
295	7075.000	1380.860	1381.553	193032.466	2641868.726	168.270°	2.50	-2.50
296	7103.569	1380.193	1380.945	193060.439	2641874.534	168.270°	2.50	-2.50
297	7125.000	1379.702	1380.370	193081.390	2641879.041	167.452°	2.50	-2.50
298	7150.000	1378.649	1379.569	193105.747	2641884.676	166.497°	2.50	-2.50
299	7175.000	1377.099	1378.630	193130.006	2641890.715	165.542°	2.50	-2.50
300	7200.000	1376.922	1377.552	193154.161	2641897.159	164.587°	2.50	-2.50
301	7225.000	1376.390	1376.336	193178.205	2641904.004	163.632°	2.50	-2.50
302	7250.000	1374.723	1374.980	193202.132	2641911.248	162.677°	2.50	-2.50
303	7275.000	1373.033	1373.500	193225.935	2641918.891	161.722°	2.50	-2.50
304	7300.000	1371.557	1372.000	193249.608	2641926.929	160.767°	2.50	-2.50
305	7325.000	1369.731	1370.500	193273.143	2641935.361	159.812°	2.50	-2.50
306	7350.000	1368.366	1369.000	193296.534	2641944.183	158.857°	2.50	-2.50
307	7375.000	1367.003	1367.574	193319.775	2641953.394	157.902°	2.50	-2.50
308	7400.000	1365.217	1366.304	193342.859	2641962.992	156.947°	2.50	-2.50
309	7425.000	1363.838	1365.190	193365.780	2641972.972	155.992°	2.50	-2.50
310	7450.000	1362.832	1364.232	193388.531	2641983.334	155.038°	2.50	-2.50
311	7475.000	1362.582	1363.431	193411.107	2641994.073	154.083°	2.50	-2.50
312	7500.000	1362.178	1362.775	193433.500	2642005.186	153.128°	2.50	-2.50

313	7525.000	1361.793	1362.150	193455.706	2642016.672	152.173°	2.50	-2.50
314	7550.000	1361.207	1361.525	193477.716	2642028.526	151.218°	2.50	-2.50
315	7575.000	1360.353	1360.900	193499.526	2642040.745	150.263°	2.50	-2.50
316	7600.000	1359.553	1360.275	193521.130	2642053.326	149.308°	2.50	-2.50
317	7625.000	1358.862	1359.650	193542.521	2642066.265	148.353°	2.50	-2.50
318	7650.000	1358.497	1359.025	193563.693	2642079.559	147.398°	2.50	-2.50
319	7675.000	1358.058	1358.347	193584.640	2642093.203	146.443°	2.50	-2.50
320	7700.000	1357.574	1357.531	193605.358	2642107.195	145.488°	2.50	-2.50
321	7725.000	1357.025	1356.576	193625.839	2642121.531	144.533°	2.50	-2.50
322	7750.000	1355.621	1355.483	193646.078	2642136.206	143.578°	2.50	-2.50
323	7775.000	1353.752	1354.250	193666.071	2642151.216	142.623°	2.50	-2.50
324	7800.000	1352.145	1352.961	193685.810	2642166.557	141.669°	2.50	-2.50
325	7825.000	1351.192	1351.864	193705.291	2642182.225	140.714°	2.50	-2.50
326	7850.000	1350.279	1350.975	193724.507	2642198.215	139.759°	2.50	-2.50
327	7875.000	1349.509	1350.294	193743.455	2642214.524	138.804°	2.50	-2.50
328	7900.000	1349.054	1349.780	193762.129	2642231.146	137.849°	2.50	-2.50
329	7908.082	1348.917	1349.618	193768.106	2642236.585	137.540°	2.50	-2.50
330	7925.000	1348.511	1349.280	193780.587	2642248.006	137.540°	2.50	-2.50
331	7950.000	1348.198	1348.780	193799.031	2642264.883	137.540°	2.50	-2.50
332	7975.000	1347.780	1348.280	193817.475	2642281.760	137.540°	2.50	-2.50
333	8000.000	1347.319	1347.780	193835.918	2642298.637	137.540°	2.50	-2.50
334	8025.000	1346.852	1347.280	193854.362	2642315.514	137.540°	2.50	-2.50
335	8044.661	1346.452	1346.887	193868.867	2642328.786	137.540°	2.50	-2.50
336	8050.000	1346.334	1346.780	193872.806	2642332.390	137.551°	2.22	-2.50
337	8075.000	1345.784	1346.233	193891.293	2642349.220	137.906°	0.89	-2.50
338	8100.000	1345.349	1345.583	193909.956	2642365.853	138.759°	-0.43	-2.50
339	8125.000	1343.288	1344.828	193928.935	2642382.125	140.108°	-1.76	-2.50
340	8150.000	1342.791	1343.969	193948.360	2642397.861	141.955°	-3.08	-3.08
341	8164.660	1342.783	1343.417	193960.006	2642406.765	143.270°	-3.86	-3.86
342	8175.000	1342.295	1343.005	193968.346	2642412.877	144.257°	-3.86	-3.86
343	8200.000	1341.008	1341.938	193988.935	2642427.054	146.644°	-3.86	-3.86
344	8225.000	1339.536	1340.767	194010.098	2642440.361	149.032°	-3.86	-3.86
345	8250.000	1337.990	1339.491	194031.796	2642452.775	151.419°	-3.86	-3.86
346	8275.000	1336.813	1338.111	194053.992	2642464.274	153.806°	-3.86	-3.86
347	8300.000	1335.592	1336.627	194076.648	2642474.839	156.194°	-3.86	-3.86

348	8325.000	1334.701	1335.039	194099.724	2642484.450	158.581°	-3.86	-3.86
349	8350.000	1333.162	1333.347	194123.181	2642493.093	160.968°	-3.86	-3.86
350	8375.000	1331.156	1331.550	194146.978	2642500.750	163.356°	-3.86	-3.86
351	8400.000	1328.635	1329.649	194171.072	2642507.410	165.743°	-3.86	-3.86
352	8425.000	1325.927	1327.644	194195.424	2642513.060	168.130°	-3.86	-3.86
353	8450.000	1323.303	1325.535	194219.989	2642517.691	170.518°	-3.86	-3.86
354	8475.000	1321.018	1323.341	194244.726	2642521.295	172.905°	-3.86	-3.86
355	8500.000	1319.541	1321.324	194269.592	2642523.865	175.292°	-3.86	-3.86
356	8525.000	1318.000	1319.567	194294.543	2642525.398	177.680°	-3.86	-3.86
357	8550.000	1317.046	1318.070	194319.536	2642525.889	180.067°	-3.86	-3.86
358	8575.000	1316.218	1316.834	194344.529	2642525.339	182.454°	-3.86	-3.86
359	8588.996	1315.860	1316.256	194358.504	2642524.577	183.791°	-3.86	-3.86
360	8600.000	1315.326	1315.859	194369.476	2642523.752	184.793°	-3.28	-3.28
361	8625.000	1314.519	1315.143	194394.347	2642521.228	186.713°	-1.95	-2.50
362	8650.000	1314.329	1314.688	194419.135	2642517.980	188.135°	-0.63	-2.50
363	8675.000	1314.168	1314.494	194443.851	2642514.224	189.060°	0.70	-2.50
364	8700.000	1314.065	1314.556	194468.521	2642510.178	189.488°	2.02	-2.50
365	8708.996	1314.131	1314.609	194477.394	2642508.691	189.520°	2.50	-2.50
366	8725.000	1314.288	1314.703	194493.177	2642506.044	189.520°	2.50	-2.50
367	8750.000	1314.292	1314.851	194517.833	2642501.909	189.520°	2.50	-2.50
368	8775.000	1314.425	1314.999	194542.489	2642497.774	189.520°	2.50	-2.50
369	8800.000	1314.266	1315.105	194567.144	2642493.639	189.520°	2.50	-2.50
370	8825.000	1314.258	1315.088	194591.800	2642489.504	189.520°	2.50	-2.50
371	8850.000	1314.244	1314.947	194616.456	2642485.370	189.520°	2.50	-2.50
372	8875.000	1314.183	1314.680	194641.111	2642481.235	189.520°	2.50	-2.50
373	8900.000	1314.239	1314.288	194665.767	2642477.100	189.520°	2.50	-2.50
374	8925.000	1313.744	1313.772	194690.423	2642472.965	189.520°	2.50	-2.50
375	8950.000	1312.638	1313.130	194715.078	2642468.830	189.520°	2.50	-2.50
376	8975.000	1310.347	1312.363	194739.734	2642464.695	189.520°	2.50	-2.50
377	9000.000	1309.006	1311.472	194764.390	2642460.560	189.520°	2.50	-2.50
378	9025.000	1308.488	1310.455	194789.045	2642456.425	189.520°	2.50	-2.50
379	9050.000	1307.974	1309.313	194813.701	2642452.290	189.520°	2.50	-2.50
380	9075.000	1307.490	1308.247	194838.357	2642448.155	189.520°	2.50	-2.50
381	9094.278	1307.053	1307.602	194857.369	2642444.967	189.520°	2.50	-2.50
382	9100.000	1306.988	1307.441	194863.012	2642444.021	189.507°	2.50	-2.20

383	9125.000	1306.799	1306.895	194887.679	2642439.951	189.145°	2.50	-0.87
384	9150.000	1306.138	1306.609	194912.387	2642436.146	188.285°	2.50	0.45
385	9175.000	1305.700	1306.584	194937.164	2642432.819	186.928°	2.50	1.78
386	9200.000	1306.328	1306.691	194962.024	2642430.188	185.073°	3.10	3.10
387	9214.277	1306.481	1306.725	194976.259	2642429.081	183.791°	3.86	3.86
388	9225.000	1306.704	1306.737	194986.963	2642428.468	182.767°	3.86	3.86
389	9250.000	1306.226	1306.721	195011.952	2642427.781	180.379°	3.86	3.86
390	9275.000	1305.715	1306.642	195036.948	2642428.137	177.992°	3.86	3.86
391	9300.000	1305.453	1306.504	195061.907	2642429.533	175.605°	3.86	3.86
392	9325.000	1305.132	1306.351	195086.786	2642431.967	173.218°	3.86	3.86
393	9350.000	1304.891	1306.199	195111.543	2642435.436	170.830°	3.86	3.86
394	9365.047	1304.730	1306.107	195126.366	2642438.020	169.393°	3.86	3.86
395	9375.000	1304.606	1306.046	195136.134	2642439.931	168.482°	3.33	3.33
396	9400.000	1304.263	1305.893	195160.537	2642445.354	166.542°	2.50	2.01
397	9425.000	1304.024	1305.741	195184.770	2642451.496	165.098°	2.50	0.68
398	9450.000	1303.839	1305.588	195208.871	2642458.141	164.152°	2.50	-0.64
399	9475.000	1303.553	1305.435	195232.888	2642465.080	163.704°	2.50	-1.97
400	9485.047	1303.434	1305.374	195242.530	2642467.903	163.664°	2.50	-2.50
401	9500.000	1303.293	1305.283	195256.880	2642472.109	163.664°	2.50	-2.50
402	9525.000	1303.100	1305.130	195280.870	2642479.141	163.664°	2.50	-2.50
403	9550.000	1302.819	1304.977	195304.861	2642486.173	163.664°	2.50	-2.50
404	9575.000	1302.370	1304.825	195328.852	2642493.205	163.664°	2.50	-2.50
405	9600.000	1302.237	1304.672	195352.842	2642500.236	163.664°	2.50	-2.50
406	9625.000	1302.158	1304.519	195376.833	2642507.268	163.664°	2.50	-2.50
407	9650.000	1301.972	1304.367	195400.824	2642514.300	163.664°	2.50	-2.50
408	9675.000	1301.769	1304.214	195424.815	2642521.332	163.664°	2.50	-2.50
409	9700.000	1301.911	1304.061	195448.805	2642528.364	163.664°	2.50	-2.50
410	9725.000	1301.956	1303.909	195472.796	2642535.396	163.664°	2.50	-2.50
411	9750.000	1302.029	1303.756	195496.787	2642542.428	163.664°	2.50	-2.50
412	9775.000	1302.169	1303.603	195520.777	2642549.459	163.664°	2.50	-2.50
413	9800.000	1302.302	1303.451	195544.768	2642556.491	163.664°	2.50	-2.50
414	9825.000	1302.417	1303.298	195568.759	2642563.523	163.664°	2.50	-2.50
415	9841.199	1302.436	1303.199	195584.304	2642568.079	163.664°	2.50	-2.50
416	9850.000	1302.447	1303.145	195592.742	2642570.581	163.304°	2.50	-2.50
417	9875.000	1302.431	1302.993	195616.622	2642577.977	162.280°	2.50	-2.50

418	9900.000	1302.349	1302.840	195640.367	2642585.799	161.257°	2.50	-2.50
419	9925.000	1302.236	1302.687	195663.968	2642594.042	160.234°	2.50	-2.50
420	9950.000	1302.061	1302.535	195687.418	2642602.707	159.211°	2.50	-2.50
421	9975.000	1301.859	1302.382	195710.710	2642611.788	158.188°	2.50	-2.50
422	10000.000	1301.613	1302.229	195733.836	2642621.284	157.165°	2.50	-2.50
423	10025.000	1301.288	1302.077	195756.789	2642631.191	156.142°	2.50	-2.50
424	10050.000	1300.971	1301.924	195779.561	2642641.507	155.118°	2.50	-2.50
425	10075.000	1300.585	1301.771	195802.146	2642652.227	154.095°	2.50	-2.50
426	10100.000	1300.303	1301.619	195824.535	2642663.349	153.072°	2.50	-2.50
427	10125.000	1300.195	1301.466	195846.722	2642674.869	152.049°	2.50	-2.50
428	10150.000	1299.971	1301.313	195868.700	2642686.784	151.026°	2.50	-2.50
429	10175.000	1299.826	1301.161	195890.462	2642699.089	150.003°	2.50	-2.50
430	10200.000	1299.683	1301.008	195912.000	2642711.780	148.980°	2.50	-2.50
431	10225.000	1299.535	1300.854	195933.309	2642724.854	147.956°	2.50	-2.50
432	10250.000	1299.399	1300.617	195954.380	2642738.307	146.933°	2.50	-2.50
433	10275.000	1299.165	1300.256	195975.208	2642752.134	145.910°	2.50	-2.50
434	10300.000	1299.276	1299.770	195995.786	2642766.330	144.887°	2.50	-2.50
435	10325.000	1297.894	1299.159	196016.107	2642780.892	143.864°	2.50	-2.50
436	10350.000	1296.705	1298.423	196036.165	2642795.814	142.841°	2.50	-2.50
437	10375.000	1296.228	1297.561	196055.953	2642811.092	141.818°	2.50	-2.50
438	10400.000	1295.757	1296.753	196075.465	2642826.720	140.795°	2.50	-2.50
439	10425.000	1295.584	1296.205	196094.695	2642842.695	139.771°	2.50	-2.50
440	10450.000	1295.467	1295.917	196113.637	2642859.011	138.748°	2.50	-2.50
441	10475.000	1295.391	1295.741	196132.284	2642875.662	137.725°	2.50	-2.50
442	10500.000	1295.278	1295.566	196150.631	2642892.643	136.702°	2.50	-2.50
443	10511.725	1295.129	1295.484	196159.131	2642900.720	136.222°	2.50	-2.50
444	10525.000	1294.963	1295.390	196168.716	2642909.904	136.222°	2.50	-2.50
445	10550.000	1294.709	1295.215	196186.766	2642927.201	136.222°	2.50	-2.50
446	10575.000	1294.506	1295.039	196204.817	2642944.498	136.222°	2.50	-2.50
447	10600.000	1294.302	1294.864	196222.868	2642961.794	136.222°	2.50	-2.50
448	10625.000	1294.177	1294.688	196240.919	2642979.091	136.222°	2.50	-2.50
449	10640.450	1294.084	1294.580	196252.074	2642989.780	136.222°	2.50	-2.50

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME
1	0	0	0	0
2	25	0	0	0
3	50	0	0	0
4	75	0	0	0
5	100	160	0	60.9
6	125	247.3	0	65.1
7	150	188.5	0	62.5
8	175	199.3	0	62.8
9	200	297.9	0	67
10	225	280.3	0	66.4
11	250	133.2	0	59.8
12	275	58.2	0	56.2
13	300	109.6	0	58.7
14	325	122.7	0	59.3
15	350	111.2	0	58.8
16	375	86.8	0	57.6
17	400	66.9	0	56.6
18	425	43.6	0	55.4
19	450	28.4	0	54.6
20	475	2.9	39.5	64.9
21	500	6.1	62.8	76.3
22	525	13.4	1.1	53.7
23	550	25.5	0	54.4
24	575	64.4	0	56.5
25	600	82.5	0	57.4
26	625	113	0	58.8
27	650	216.9	0	63.6
28	675	252.1	0	65.1
29	700	281.9	0	66.4
30	725	334.8	0	68.6
31	750	366.7	0	69.9
32	775	432.6	0	72.5

33	800	487.7	0	74.6
34	825	492.6	0	74.8
35	850	544.8	0	80.7
36	878.454	543.7	0	76.7
37	900	506.8	0	71.4
38	925	538.3	0	76.2
39	950	536	0	76.2
40	975	508.8	0	73.3
41	998.454	472.8	0	73.6
42	1025	428.8	0	73.5
43	1050	386.8	0	70.1
44	1075	359.4	0	68.5
45	1100	384.2	0	70.3
46	1125	390.7	0	71.3
47	1150	403.7	0	71.6
48	1175	386.5	0	70.7
49	1200	366.5	0	70.3
50	1225	356.9	0	69.8
51	1250	341	0	69.1
52	1275	300.8	0	67.4
53	1300	278.9	0	66.5
54	1325	263.9	0	65.8
55	1350	222.9	0	64
56	1375	193.9	0	66.1
57	1403.057	135.8	0	60.1
58	1425	95.9	0	54.9
59	1450	45.4	0	55.7
60	1475	4	4.9	53.2
61	1500	0	14.7	50.1
62	1523.056	4.1	51.1	72.3
63	1550	6.3	56.3	77.4
64	1575	2.1	28.8	61.9
65	1600	3.9	4.1	53
66	1625	7.4	1.9	53.3
67	1650	38.5	0	55.2

68	1675	96.9	0	58.1
69	1700	162.8	0	55.4
70	1719.577	132.5	0	32.9
71	1725	177.7	0	40.7
72	1750	393.6	0	71
73	1775	240.3	0	64.7
74	1800	81.5	0	57.5
75	1825	0.8	44.5	66.3
76	1850	18.2	14.7	66.5
77	1875	12.5	1.5	53.7
78	1900	111.7	0	58.8
79	1925	150.6	0	60.7
80	1950	144.3	0	60.7
81	1975	352.6	0	69.4
82	2000	538.7	0	77.1
83	2025	585.5	0	78.4
84	2050	586.7	0	78.6
85	2075	548.6	0	77.1
86	2100	332.9	0	52.4
87	2110.325	191.3	0	35.4
88	2125	242.5	0	53.7
89	2150	231.3	0	64.5
90	2175	202.4	0	61.8
91	2200	0.5	225.4	83.5
92	2225	0.5	595.8	96
93	2250	0.5	915.4	105.7
94	2275	0.5	447.9	91.5
95	2300	0.3	108.4	74.9
96	2325	22.1	0.9	52.5
97	2348.184	99.9	0	58.4
98	2375	44.7	0	57.7
99	2400	3.4	23.2	65.6
100	2425	2.4	40.1	65.5
101	2450	6.6	15.9	66.1
102	2475	3.4	22.4	65.7

103	2500	154.4	0	60.9
104	2525	208.5	0	63.5
105	2550	247.9	0	64.8
106	2575	104.6	0	58.8
107	2600	127.9	0	60
108	2625	52.4	8.6	51
109	2635.835	22.3	13.3	35.6
110	2650	18	39.2	55.9
111	2675	29.6	30.4	70.3
112	2700	46	15.9	70
113	2725	32.3	17.9	69.1
114	2750	23.7	24.1	68.7
115	2775	1.2	70.8	68.4
116	2800	2.6	207	81.3
117	2825	0.4	412.8	89.8
118	2850	0.3	624	96.9
119	2875	0.6	328.3	89.4
120	2900	0.5	410.7	90.3
121	2925	82.6	87.5	78.1
122	2950	301	0	66.1
123	2975	638.2	0	78.7
124	3000	672.2	0	79.5
125	3025	128	277.8	92.8
126	3050	0.1	196.5	49.8
127	3058.482	0.1	129.4	39.5
128	3075	11.6	46.3	57.7
129	3100	30.2	67	71.6
130	3125	0.5	437.4	91.7
131	3150	0.1	854.9	102.8
132	3175	0.1	368.7	74.6
133	3191.658	252.9	0	33.8
134	3200	408.4	0	48.1
135	3225	99.3	201.2	84.5
136	3250	62.6	126.8	79.3
137	3273.158	316.3	49.1	88.2

138	3300	61.9	333.9	95.1
139	3325	95.8	314	96.9
140	3349.511	0.2	528.8	85.5
141	3375	0.4	458.7	88.1
142	3400	0.5	598.3	96.2
143	3425	0.3	445.5	91.7
144	3452.689	1366.5	0	103
145	3475	233.3	107.9	90.7
146	3500	1018.2	0	98.1
147	3525	1862.6	0	115.1
148	3550	3.5	363.3	87.7
149	3575	0.4	1971.4	131.4
150	3600	0.7	968	112
151	3625	0.7	388.6	95
152	3650	0.6	386.1	93.4
153	3675	0.4	235.1	80.9
154	3700	4.6	118.3	72.1
155	3725	151.2	0	58.1
156	3747.329	314.5	0	68
157	3775	4.8	117.2	74
158	3800	1.3	129.8	76.2
159	3825	2	50	66.3
160	3850	79.9	0	57.4
161	3875	273.7	0	66.1
162	3900	643.3	0	80.3
163	3925	1080.6	0	94.8
164	3950	1106	0	94.8
165	3974.307	706.8	0	82.5
166	4000	115.8	0	59.7
167	4025	106	0	59
168	4050	218.1	0	63.7
169	4075	605.6	0	79.1
170	4100	867.6	0	86.4
171	4125	702.8	0	82.1
172	4150	449.6	0	73.1

173	4175	268.4	0	65.9
174	4200	129	0	59.9
175	4225	94	0	58.1
176	4250	193.5	0	62.6
177	4275	194.5	0	46
178	4284.773	144.7	0	33.3
179	4300	238.1	0	54
180	4325	348.4	0	69.4
181	4350	392.8	0	71.1
182	4375	416.3	0	72
183	4400	425.3	0	72.6
184	4425	435	0	72.8
185	4450	443.4	0	72.8
186	4475	424.1	0	71.7
187	4500	375	0	70.1
188	4525	338.7	0	68.8
189	4550	282.2	0	66.4
190	4575	274.8	0	66
191	4600	273.2	0	65.9
192	4625	346	0	69.1
193	4650	416.7	0	71.9
194	4675	562	0	77.1
195	4700	588.4	0	78.5
196	4725	579.4	0	78.1
197	4750	508.4	0	75.5
198	4775	439.5	0	72.9
199	4800	354.7	0	69.5
200	4825	265.6	0	65.8
201	4850	171.4	0	61.6
202	4875	90.2	0	57.7
203	4900	218.6	0	62.9
204	4925	794.2	0	85.3
205	4950	752.4	0	85.1
206	4975	647.1	0	80.5
207	5000	389.7	0	71.3

208	5025	199.6	0	62.9
209	5050	12.2	1.3	53.6
210	5075	4.3	69	75.9
211	5100	0.5	74.8	46.8
212	5104.292	0.4	66.7	40.1
213	5125	4.1	74.5	71.3
214	5150	2.1	27.2	62.2
215	5175	6.6	2.1	53.3
216	5200	36.1	0	55
217	5225	40	0	55.2
218	5250	38.2	0	55.1
219	5275	41.6	0	55.4
220	5300	51	0	39.6
221	5309.831	41.1	0	28.8
222	5325	64.9	0	46.3
223	5350	9.6	2.4	54.3
224	5375	254.3	0	65.8
225	5400	465.4	0	73.3
226	5425	571.9	0	75.8
227	5448.392	453	0	76.3
228	5475	586.3	0	80.5
229	5500	684.2	0	81.9
230	5525	615.8	0	78.9
231	5550	429	0	72.6
232	5575	270.4	0	66.1
233	5600	275.2	0	65.7
234	5625	190.6	0	63.3
235	5650	358.8	0	70.2
236	5675	493.4	0	75
237	5700	286.3	0	56
238	5715.166	146.2	0	33.5
239	5725	178.8	0	45.6
240	5750	159.5	0	61.1
241	5775	118.2	0	58.6
242	5800	117.8	0	58.5

243	5825	71.5	0	60.5
244	5853.727	32.1	2.8	54.6
245	5875	1.7	58.2	63.8
246	5900	1	162.7	77.9
247	5925	0.3	130.3	75.9
248	5950	18.3	18.5	66.9
249	5975	310.5	0	67.2
250	6000	433.4	0	70.6
251	6025	425.3	0	72.5
252	6050	379.1	0	70.3
253	6075	374.2	0	70.3
254	6100	453.8	0	73.4
255	6125	423.7	0	51.4
256	6133.831	296.1	0	37.4
257	6150	459.9	0	61.2
258	6175	316.4	0	68.1
259	6200	90.4	0	58
260	6225	75	0	56.9
261	6250	80	0	58.1
262	6275	302.1	0	63.6
263	6300	512.6	0	70.6
264	6325	479	0	68.4
265	6350	219.7	0	60.4
266	6373.791	116.6	0	59
267	6400	51.3	0	57.1
268	6425	61.5	0	56.3
269	6450	15.1	0.8	53.8
270	6475	9.6	4.2	53.2
271	6500	130.7	0	60
272	6525	184.4	0	63.5
273	6550	223.8	0	64.2
274	6575	209.4	0	63.3
275	6600	170	0	61.5
276	6625	150.6	0	60.7
277	6650	238.1	0	64.6

278	6675	338.3	0	69.1
279	6700	328.3	0	68.6
280	6725	306.9	0	67.6
281	6750	243.4	0	60.7
282	6771.133	109.4	0	31.9
283	6775	123.2	0	36.6
284	6800	186.6	0	62.3
285	6825	155.8	0	60.8
286	6850	119.7	0	59.1
287	6875	91.4	0	57.8
288	6900	84.1	0	57.5
289	6925	77.9	0	57.3
290	6950	89.9	0	58.1
291	6975	112.2	0	58.8
292	7000	105.7	0	58.6
293	7025	90.1	0	57.9
294	7050	105.2	0	58.6
295	7075	146.9	0	64.3
296	7103.569	153.8	0	60.6
297	7125	119.8	0	55.3
298	7150	223.7	0	64.9
299	7175	438.6	0	73
300	7200	127.6	0	60.2
301	7225	0.2	95.9	68.5
302	7250	42	62.5	74.6
303	7275	79.8	11.4	70.2
304	7300	70.8	0	58.1
305	7325	162.1	0	61.2
306	7350	118.6	0	59.1
307	7375	105.7	0	58.9
308	7400	268.5	0	65.8
309	7425	366.2	0	70.1
310	7450	382.3	0	70.6
311	7475	188	0	62.3
312	7500	107.5	0	58.5

313	7525	37.4	0	55.3
314	7550	27.9	0	54.8
315	7575	100.3	0	58.5
316	7600	152.6	0	61
317	7625	166.2	0	61.3
318	7650	102.6	0	59.3
319	7675	23.6	4.7	54.3
320	7700	0.5	102.6	74.7
321	7725	0.4	250.1	83.7
322	7750	0.2	112.4	67.1
323	7775	82	0	58.6
324	7800	172	0	61.3
325	7825	130.3	0	59.7
326	7850	137.7	0	59.9
327	7875	166.7	0	61.3
328	7900	97.7	0	40
329	7908.082	71.6	0	30.2
330	7925	135.5	0	51.2
331	7950	101.9	0	58.3
332	7975	77.7	0	57.1
333	8000	66.2	0	56.6
334	8025	52	0	50.4
335	8044.661	29.3	0	28.2
336	8050	38	0	34.3
337	8075	69.5	0	56.8
338	8100	15	2	53.9
339	8125	442.1	0	72
340	8150	276	0	55.7
341	8164.66	76.9	0	30.9
342	8175	122.1	0	44.1
343	8200	240.8	0	64.9
344	8225	346.8	0	69.3
345	8250	448.7	0	73.3
346	8275	373.4	0	70.5
347	8300	277.7	0	66.4

348	8325	75.8	28.9	71.9
349	8350	48.2	58.1	72
350	8375	72.9	1.1	57
351	8400	273.3	0	66.3
352	8425	541.8	0	77
353	8450	763.3	0	85
354	8475	802.4	0	86.2
355	8500	584.5	0	79.2
356	8525	477.1	0	74.4
357	8550	273.8	0	66.2
358	8575	106.5	0	46.9
359	8588.996	38.2	0	28.9
360	8600	78.7	0	42.4
361	8625	136.6	0	60.2
362	8650	49	0	55.9
363	8675	34.7	0.1	55
364	8700	52.7	0	38.9
365	8708.996	35.7	0	28.4
366	8725	44.9	0	46.1
367	8750	92.6	0	57.6
368	8775	94.4	0	58.1
369	8800	162.5	0	60.5
370	8825	184.6	0	62.3
371	8850	148.8	0	60.8
372	8875	90.6	12.5	71.2
373	8900	7	90.2	71.5
374	8925	8.3	77.3	69.5
375	8950	77	0	57.3
376	8975	634.8	0	80.4
377	9000	817.8	0	86
378	9025	605.1	0	79
379	9050	359.2	0	69.6
380	9075	140.3	0	54.1
381	9094.278	44.8	0	28.7
382	9100	39.3	0	34.7

383	9125	2.6	33.7	63.3
384	9150	82.9	0	57.7
385	9175	208.1	0	62.1
386	9200	41	0	43.4
387	9214.277	19.7	13.8	34
388	9225	8.9	26.3	45.5
389	9250	97.4	0	58.3
390	9275	238.3	0	64.4
391	9300	283.4	0	66.6
392	9325	342.4	0	69
393	9350	302	0	56.5
394	9365.047	201.5	0	35.8
395	9375	298.3	0	50.7
396	9400	496.9	0	75.1
397	9425	523.2	0	76.1
398	9450	528.4	0	76.3
399	9475	401.9	0	54.6
400	9485.047	296.7	0	39.3
401	9500	490.8	0	63.4
402	9525	634.4	0	80.4
403	9550	691.3	0	82
404	9575	797.8	0	85.4
405	9600	801.9	0	85.5
406	9625	774.3	0	84.9
407	9650	789.1	0	85.4
408	9675	806.8	0	85.8
409	9700	682.5	0	81.8
410	9725	599	0	78.8
411	9750	507.8	0	75.4
412	9775	394.5	0	71
413	9800	290.6	0	66.8
414	9825	163.5	0	51.7
415	9841.199	80.4	0	30.6
416	9850	96.1	0	40.9
417	9875	103.3	0	58.8

418	9900	80.1	0	57.7
419	9925	66.2	0	56.9
420	9950	69.2	0	56.9
421	9975	83.7	0	57.4
422	10000	112.6	0	58.8
423	10025	167.8	0	61.4
424	10050	222.8	0	63.9
425	10075	303.6	0	67.2
426	10100	350.3	0	69.5
427	10125	340.9	0	69.2
428	10150	362.4	0	70
429	10175	359	0	69.8
430	10200	354.3	0	69.4
431	10225	351.8	0	69.3
432	10250	320	0	68.3
433	10275	272	0	66.1
434	10300	84.2	0.6	57.8
435	10325	336	0	68.8
436	10350	505.6	0	75.4
437	10375	359.6	0	69.8
438	10400	238.2	0	64.6
439	10425	114.8	0	59
440	10450	63.2	0	56.4
441	10475	35.5	0.8	54.9
442	10500	18.2	9.9	46.4
443	10511.725	19.2	0.5	27.7
444	10525	45.8	0	43.2
445	10550	84.9	0	57.7
446	10575	84.3	0	57.5
447	10600	95.2	0	57.8
448	10625	64.9	0	46.3
449	10640.45	23.4	0	17.6
SOMME		101080	16972	28878

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0				
2	25				
3	50				
4	75				
5	100	27.1	28.9	10.5	32
6	125	27.1	28.9	10.5	32
7	150	27.1	28.9	10.5	32
8	175	27.1	28.9	10.5	32
9	200	27.1	28.9	10.5	32
10	225	27.1	28.9	10.5	32
11	250	27.1	28.9	10.5	32
12	275	27.1	28.9	10.5	31.3
13	300	27.1	28.9	10.5	32
14	325	27.1	28.9	10.5	32
15	350	27.1	28.9	10.5	32
16	375	27.1	28.9	10.5	32
17	400	27.1	28.9	10.5	31.8
18	425	27.1	28.9	10.5	31.1
19	450	27.1	28.9	10.5	30.1
20	475	27.1	28.9	10.5	28
21	500	27.1	28.9	10.5	30.5
22	525	27.1	28.9	10.5	28.8
23	550	27.1	28.9	10.5	30
24	575	27.1	28.9	10.5	31.7
25	600	27.1	28.9	10.5	31.9
26	625	27.1	28.9	10.5	32
27	650	27.1	28.9	10.5	32
28	675	27.1	28.9	10.5	32
29	700	27.1	28.9	10.5	32
30	725	27.1	28.9	10.5	32
31	750	27.1	28.9	10.5	32
32	775	27.1	28.9	10.5	32

33	800	27.1	28.9	10.5	32
34	825	27.1	28.9	10.5	32
35	850	29	30.9	11.2	34.2
36	878.454	27.1	28.9	10.5	32
37	900	25.2	26.9	9.8	29.1
38	925	27.1	28.8	10.5	30.5
39	950	27.1	28.8	10.5	29.7
40	975	26.3	27.9	10.2	28.1
41	998.454	27.1	28.8	10.5	29.1
42	1025	27.9	29.7	10.8	30
43	1050	27.1	28.8	10.5	29.1
44	1075	27.1	28.8	10.5	29.1
45	1100	27.1	28.8	10.5	29.1
46	1125	27.1	28.8	10.5	29.1
47	1150	27.1	28.8	10.5	29.1
48	1175	27.1	28.8	10.5	29.1
49	1200	27.1	28.8	10.5	29.1
50	1225	27.1	28.8	10.5	29.1
51	1250	27.1	28.8	10.5	29.1
52	1275	27.1	28.8	10.5	29.1
53	1300	27.1	28.8	10.5	29.1
54	1325	27.1	28.8	10.5	29.1
55	1350	27.1	28.8	10.5	29.1
56	1375	28.7	30.5	11.1	30.9
57	1403.057	27.1	28.8	10.5	29.1
58	1425	25.4	27	9.9	27.2
59	1450	27.1	28.8	10.5	28.8
60	1475	27.1	28.8	10.5	26.8
61	1500	26.1	27.7	10.1	23.9
62	1523.056	27.1	28.9	10.5	30.5
63	1550	28.2	30	10.9	31.6
64	1575	27.1	28.9	10.5	27.7
65	1600	27.1	28.9	10.5	27.2
66	1625	27.1	28.9	10.5	27.9
67	1650	27.1	28.9	10.5	30.4

68	1675	27.1	28.8	10.5	31.5
69	1700	24.2	25.7	9.4	28
70	1719.577	13.6	14.4	5.2	15.7
71	1725	16.5	17.5	6.4	19
72	1750	27.1	28.8	10.5	31.2
73	1775	27.1	28.8	10.5	31.1
74	1800	27.1	28.8	10.5	30.9
75	1825	27.1	28.8	10.5	28.4
76	1850	27.1	28.8	10.5	29.9
77	1875	27.1	28.8	10.5	28
78	1900	27.1	28.8	10.5	30.7
79	1925	27.1	28.8	10.5	30.6
80	1950	27.1	28.8	10.5	30.5
81	1975	27.1	28.8	10.5	30.4
82	2000	27.1	28.8	10.5	30.3
83	2025	27.1	28.8	10.5	30.3
84	2050	27.1	28.8	10.5	30.2
85	2075	27.1	28.8	10.5	30.1
86	2100	19.1	20.3	7.4	21.2
87	2110.325	13.5	14.4	5.2	15
88	2125	21.5	22.9	8.3	23.7
89	2150	27.1	28.8	10.5	29.8
90	2175	27.1	28.8	10.5	29.8
91	2200	27.1	28.8	10.5	28.5
92	2225	27.1	28.8	10.5	28.5
93	2250	27.1	28.8	10.5	28.4
94	2275	27.1	28.8	10.5	28.3
95	2300	27.1	28.8	10.5	28.3
96	2325	26.1	27.7	10.1	26.4
97	2348.184	27.1	28.8	10.5	29.2
98	2375	28.1	29.8	10.9	29.8
99	2400	27.1	28.8	10.5	27.3
100	2425	27.1	28.8	10.5	26.3
101	2450	27.1	28.8	10.5	28
102	2475	27.1	28.8	10.5	27.4

103	2500	27.1	28.8	10.5	29
104	2525	27.1	28.8	10.5	29
105	2550	27.1	28.8	10.5	29.1
106	2575	27.1	28.8	10.5	28.8
107	2600	27.1	28.8	10.5	29
108	2625	19.4	20.6	7.5	20.6
109	2635.835	13.5	14.4	5.2	14.4
110	2650	21.2	22.5	8.2	22.5
111	2675	27.1	28.8	10.5	28.8
112	2700	27.1	28.8	10.5	28.8
113	2725	27.1	28.8	10.5	28.8
114	2750	27.1	28.8	10.5	28.8
115	2775	27.1	28.8	10.5	28.3
116	2800	27.1	28.8	10.5	28.2
117	2825	27.1	28.8	10.5	28.3
118	2850	27.1	28.8	10.5	28.3
119	2875	27.1	28.8	10.5	28.3
120	2900	27.1	28.8	10.5	28.3
121	2925	27.1	28.8	10.5	28.8
122	2950	27.1	28.8	10.5	29.5
123	2975	27.1	28.8	10.5	29.5
124	3000	27.1	28.8	10.5	26.8
125	3025	27.1	28.8	10.5	28.9
126	3050	18.1	19.3	7	18.8
127	3058.482	13.5	14.4	5.2	14.2
128	3075	22.5	23.9	8.7	24
129	3100	27.1	28.8	10.5	29
130	3125	27.1	28.8	10.5	28.5
131	3150	27.1	28.8	10.5	28.5
132	3175	22.6	24	8.7	23.8
133	3191.658	13.5	14.4	5.2	14.9
134	3200	18.1	19.2	7	19.8
135	3225	27.1	28.8	10.5	29.1
136	3250	26.1	27.7	10.1	28
137	3273.158	27.1	28.8	10.5	29.1

138	3300	28.1	29.9	10.9	30.2
139	3325	26.8	28.5	10.4	28.9
140	3349.511	27.1	28.8	10.5	28.4
141	3375	27.4	29.1	10.6	29
142	3400	27.1	28.8	10.5	28.8
143	3425	28.6	30.4	11.1	30.3
144	3452.689	27.1	28.8	10.5	30
145	3475	25.6	27.3	9.9	27.8
146	3500	27.1	28.8	10.5	30
147	3525	27.1	28.8	10.5	30.1
148	3550	27.1	28.8	10.5	28.9
149	3575	27.1	28.8	10.5	28.9
150	3600	27.1	28.8	10.5	29
151	3625	27.1	28.8	10.5	29
152	3650	27.1	28.8	10.5	29
153	3675	27.1	28.8	10.5	29
154	3700	27.1	28.8	10.5	29.5
155	3725	25.7	27.3	9.9	28.1
156	3747.329	27.1	28.8	10.5	30.3
157	3775	28.6	30.4	11.1	31.2
158	3800	27.1	28.8	10.5	29.1
159	3825	27.1	28.8	10.5	29
160	3850	27.1	28.8	10.5	29.2
161	3875	27.1	28.8	10.5	30.4
162	3900	27.1	28.8	10.5	30.5
163	3925	27.1	28.8	10.5	30.5
164	3950	26.7	28.4	10.4	30.1
165	3974.307	27.1	28.8	10.5	30.5
166	4000	27.5	29.2	10.6	31
167	4025	27.1	28.8	10.5	30.6
168	4050	27.1	28.8	10.5	30.6
169	4075	27.1	28.8	10.5	30.6
170	4100	27.1	28.8	10.5	30.7
171	4125	27.1	28.8	10.5	30.7
172	4150	27.1	28.8	10.5	30.7

173	4175	27.1	28.8	10.5	30.8
174	4200	27.1	28.8	10.5	30.8
175	4225	27.1	28.8	10.5	30.8
176	4250	27.1	28.8	10.5	30.8
177	4275	18.9	20.1	7.3	21.5
178	4284.773	13.6	14.4	5.2	15.4
179	4300	21.8	23.2	8.4	24.9
180	4325	27.1	28.8	10.5	30.9
181	4350	27.1	28.8	10.5	30.9
182	4375	27.1	28.8	10.5	31
183	4400	27.1	28.8	10.5	31
184	4425	27.1	28.8	10.5	31
185	4450	27.1	28.8	10.5	31.1
186	4475	27.1	28.8	10.5	31.1
187	4500	27.1	28.8	10.5	31.1
188	4525	27.1	28.8	10.5	31.1
189	4550	27.1	28.8	10.5	31.2
190	4575	27.1	28.8	10.5	31.2
191	4600	27.1	28.8	10.5	31.2
192	4625	27.1	28.8	10.5	31.2
193	4650	27.1	28.8	10.5	31.3
194	4675	27.1	28.8	10.5	31.3
195	4700	27.1	28.8	10.5	31.3
196	4725	27.1	28.8	10.5	31.4
197	4750	27.1	28.8	10.5	31.4
198	4775	27.1	28.8	10.5	31.4
199	4800	27.1	28.8	10.5	31.4
200	4825	27.1	28.8	10.5	31.5
201	4850	27.1	28.8	10.5	31.5
202	4875	27.1	28.9	10.5	31.5
203	4900	27.1	28.9	10.5	31.5
204	4925	27.1	28.9	10.5	31.6
205	4950	27.1	28.9	10.5	31.6
206	4975	27.1	28.9	10.5	31.6
207	5000	27.1	28.9	10.5	31.7

208	5025	27.1	28.9	10.5	31.7
209	5050	27.1	28.9	10.5	28.5
210	5075	27.1	28.9	10.5	30.3
211	5100	15.9	16.9	6.2	17.8
212	5104.292	13.6	14.4	5.2	15.2
213	5125	24.8	26.4	9.6	27.8
214	5150	27.1	28.9	10.5	28
215	5175	27.1	28.9	10.5	27.9
216	5200	27.1	28.9	10.5	30.7
217	5225	27.1	28.9	10.5	30.9
218	5250	27.1	28.9	10.5	30.8
219	5275	27.1	28.9	10.5	31
220	5300	18.9	20.1	7.3	22.2
221	5309.831	13.6	14.4	5.2	16
222	5325	21.8	23.2	8.4	25.3
223	5350	27.1	28.8	10.5	28.9
224	5375	27.1	28.8	10.5	30.4
225	5400	27.1	28.8	10.5	29.8
226	5425	26.2	27.9	10.2	28.3
227	5448.392	27.1	28.8	10.5	29
228	5475	28	29.7	10.8	30
229	5500	27.1	28.8	10.5	29
230	5525	27.1	28.8	10.5	29
231	5550	27.1	28.8	10.5	29
232	5575	27.1	28.8	10.5	29
233	5600	27.1	28.8	10.5	29
234	5625	27.1	28.8	10.5	29
235	5650	27.1	28.8	10.5	29
236	5675	27.1	28.8	10.5	29
237	5700	21.8	23.1	8.4	23.3
238	5715.166	13.5	14.4	5.2	14.5
239	5725	18.9	20	7.3	20.2
240	5750	27.1	28.8	10.5	29.5
241	5775	27.1	28.8	10.5	30.1
242	5800	27.1	28.8	10.5	30.7

243	5825	29.1	31	11.3	32.8
244	5853.727	27.1	28.9	10.5	28.6
245	5875	25.1	26.7	9.7	28.3
246	5900	27.1	28.9	10.5	30.5
247	5925	27.1	28.9	10.5	30.5
248	5950	27.1	28.9	10.5	31.1
249	5975	27.1	28.9	10.5	32
250	6000	27.1	28.9	10.5	32
251	6025	27.1	28.9	10.5	32
252	6050	27.1	28.9	10.5	32
253	6075	27.1	28.9	10.5	32
254	6100	27.1	28.9	10.5	32
255	6125	18.3	19.5	7.1	21.6
256	6133.831	13.6	14.4	5.2	16
257	6150	22.3	23.8	8.6	26.3
258	6175	27.1	28.9	10.5	32
259	6200	27.1	28.9	10.5	30.8
260	6225	27.1	28.9	10.5	30.9
261	6250	27.1	28.9	10.5	32
262	6275	27.1	28.9	10.5	32
263	6300	27.1	28.9	10.5	32
264	6325	27.1	28.9	10.5	32
265	6350	26.5	28.2	10.2	31.2
266	6373.791	27.1	28.9	10.5	32
267	6400	27.8	29.6	10.8	32.2
268	6425	27.1	28.9	10.5	31.6
269	6450	27.1	28.9	10.5	29
270	6475	27.1	28.9	10.5	27.9
271	6500	27.1	28.9	10.5	32
272	6525	27.1	28.9	10.5	32
273	6550	27.1	28.9	10.5	32
274	6575	27.1	28.9	10.5	32
275	6600	27.1	28.9	10.5	32
276	6625	27.1	28.9	10.5	32
277	6650	27.1	28.9	10.5	32

278	6675	27.1	28.9	10.5	32
279	6700	27.1	28.9	10.5	32
280	6725	27.1	28.9	10.5	32
281	6750	25	26.6	9.7	29.5
282	6771.133	13.6	14.4	5.2	16
283	6775	15.7	16.7	6.1	18.5
284	6800	27.1	28.9	10.5	32
285	6825	27.1	28.9	10.5	32
286	6850	27.1	28.9	10.5	32
287	6875	27.1	28.9	10.5	32
288	6900	27.1	28.9	10.5	32
289	6925	27.1	28.9	10.5	31.9
290	6950	27.1	28.9	10.5	32
291	6975	27.1	28.9	10.5	32
292	7000	27.1	28.9	10.5	32
293	7025	27.1	28.9	10.5	32
294	7050	27.1	28.9	10.5	32
295	7075	29.1	30.9	11.2	34.3
296	7103.569	27.1	28.9	10.5	32
297	7125	25.2	26.8	9.8	29.7
298	7150	27.1	28.9	10.5	32
299	7175	27.1	28.9	10.5	32
300	7200	27.1	28.9	10.5	31.7
301	7225	27.1	28.9	10.5	30.3
302	7250	27.1	28.9	10.5	31.3
303	7275	27.1	28.9	10.5	31.3
304	7300	27.1	28.9	10.5	31.9
305	7325	27.1	28.9	10.5	32
306	7350	27.1	28.9	10.5	32
307	7375	27.1	28.9	10.5	32
308	7400	27.1	28.9	10.5	32
309	7425	27.1	28.9	10.5	32
310	7450	27.1	28.9	10.5	32
311	7475	27.1	28.9	10.5	32
312	7500	27.1	28.9	10.5	32

313	7525	27.1	28.9	10.5	31
314	7550	27.1	28.9	10.5	30.5
315	7575	27.1	28.9	10.5	32
316	7600	27.1	28.9	10.5	32
317	7625	27.1	28.9	10.5	32
318	7650	27.1	28.9	10.5	32
319	7675	27.1	28.9	10.5	28.6
320	7700	27.1	28.9	10.5	30.5
321	7725	27.1	28.9	10.5	30.5
322	7750	27.1	28.9	10.5	28.4
323	7775	27.1	28.9	10.5	31.8
324	7800	27.1	28.9	10.5	32
325	7825	27.1	28.9	10.5	32
326	7850	27.1	28.9	10.5	32
327	7875	27.1	28.9	10.5	32
328	7900	17.9	19.1	6.9	21.2
329	7908.082	13.6	14.4	5.2	16
330	7925	22.7	24.2	8.8	26.8
331	7950	27.1	28.9	10.5	32
332	7975	27.1	28.9	10.5	31.5
333	8000	27.1	28.9	10.5	31.3
334	8025	24.2	25.8	9.4	28.1
335	8044.661	13.6	14.4	5.2	15.8
336	8050	16.5	17.5	6.4	19
337	8075	27.1	28.8	10.5	30.4
338	8100	27.1	28.8	10.5	27.6
339	8125	27.1	28.8	10.5	29.4
340	8150	21.5	22.8	8.3	23
341	8164.66	13.5	14.4	5.2	14.6
342	8175	19.1	20.3	7.4	20.6
343	8200	27.1	28.8	10.5	29.1
344	8225	27.1	28.8	10.5	29.1
345	8250	27.1	28.8	10.5	29.1
346	8275	27.1	28.8	10.5	29.1
347	8300	27.1	28.8	10.5	29.1

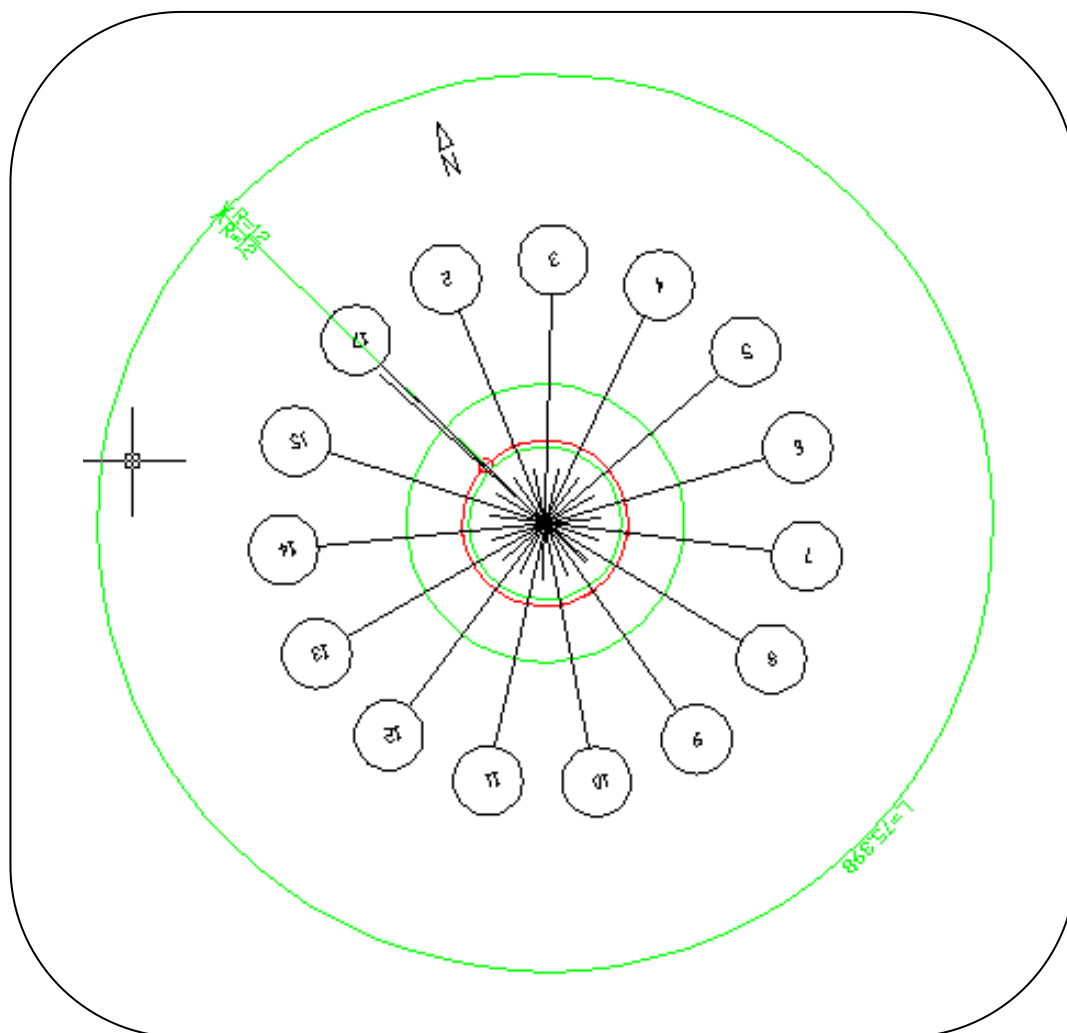
348	8325	27.1	28.8	10.5	28.3
349	8350	27.1	28.8	10.5	28.3
350	8375	27.1	28.8	10.5	26.5
351	8400	27.1	28.8	10.5	29.1
352	8425	27.1	28.8	10.5	29.1
353	8450	27.1	28.8	10.5	29.1
354	8475	27.1	28.8	10.5	29.1
355	8500	27.1	28.8	10.5	29.1
356	8525	27.1	28.8	10.5	29.1
357	8550	27.1	28.8	10.5	29.1
358	8575	21.1	22.4	8.2	22.7
359	8588.996	13.5	14.4	5.2	14.6
360	8600	19.5	20.7	7.6	20.9
361	8625	27.1	28.8	10.5	29.3
362	8650	27.1	28.8	10.5	29.5
363	8675	27.1	28.8	10.5	29.3
364	8700	18.4	19.6	7.1	21.2
365	8708.996	13.6	14.4	5.2	15.6
366	8725	22.2	23.7	8.6	25.6
367	8750	27.1	28.9	10.5	31.9
368	8775	27.1	28.9	10.5	32
369	8800	27.1	28.9	10.5	32
370	8825	27.1	28.9	10.5	32
371	8850	27.1	28.9	10.5	30.9
372	8875	27.1	28.9	10.5	31.3
373	8900	27.1	28.9	10.5	31.2
374	8925	27.1	28.9	10.5	31.3
375	8950	27.1	28.9	10.5	31.4
376	8975	27.1	28.9	10.5	32
377	9000	27.1	28.9	10.5	32
378	9025	27.1	28.9	10.5	32
379	9050	27.1	28.9	10.5	32
380	9075	24	25.6	9.3	28.3
381	9094.278	13.6	14.4	5.2	16
382	9100	16.7	17.7	6.5	19.4

383	9125	27.1	28.8	10.5	28.6
384	9150	27.1	28.8	10.5	30.1
385	9175	27.1	28.8	10.5	29.4
386	9200	21.3	22.6	8.2	22
387	9214.277	13.5	14.4	5.2	14.1
388	9225	19.4	20.6	7.5	20.2
389	9250	27.1	28.8	10.5	29.1
390	9275	27.1	28.8	10.5	29.1
391	9300	27.1	28.8	10.5	29.1
392	9325	27.1	28.8	10.5	29.1
393	9350	21.7	23	8.4	23.3
394	9365.047	13.5	14.4	5.2	14.6
395	9375	18.9	20.1	7.3	20.3
396	9400	27.1	28.8	10.5	29.3
397	9425	27.1	28.8	10.5	30
398	9450	27.1	28.8	10.5	30.8
399	9475	19	20.2	7.4	22.2
400	9485.047	13.6	14.4	5.2	16
401	9500	21.7	23.1	8.4	25.6
402	9525	27.1	28.9	10.5	32
403	9550	27.1	28.9	10.5	32
404	9575	27.1	28.9	10.5	32
405	9600	27.1	28.9	10.5	32
406	9625	27.1	28.9	10.5	32
407	9650	27.1	28.9	10.5	32
408	9675	27.1	28.9	10.5	32
409	9700	27.1	28.9	10.5	32
410	9725	27.1	28.9	10.5	32
411	9750	27.1	28.9	10.5	32
412	9775	27.1	28.9	10.5	32
413	9800	27.1	28.9	10.5	32
414	9825	22.3	23.8	8.7	26.4
415	9841.199	13.6	14.4	5.2	16
416	9850	18.3	19.5	7.1	21.6
417	9875	27.1	28.9	10.5	32

418	9900	27.1	28.9	10.5	31.9
419	9925	27.1	28.9	10.5	31.9
420	9950	27.1	28.9	10.5	31.9
421	9975	27.1	28.9	10.5	32
422	10000	27.1	28.9	10.5	32
423	10025	27.1	28.9	10.5	32
424	10050	27.1	28.9	10.5	32
425	10075	27.1	28.9	10.5	32
426	10100	27.1	28.9	10.5	32
427	10125	27.1	28.9	10.5	32
428	10150	27.1	28.9	10.5	32
429	10175	27.1	28.9	10.5	32
430	10200	27.1	28.9	10.5	32
431	10225	27.1	28.9	10.5	32
432	10250	27.1	28.9	10.5	32
433	10275	27.1	28.9	10.5	32
434	10300	27.1	28.9	10.5	29.8
435	10325	27.1	28.9	10.5	32
436	10350	27.1	28.9	10.5	32
437	10375	27.1	28.9	10.5	32
438	10400	27.1	28.9	10.5	32
439	10425	27.1	28.9	10.5	32
440	10450	27.1	28.9	10.5	31
441	10475	27.1	28.9	10.5	29.7
442	10500	19.9	21.2	7.7	22.9
443	10511.725	13.6	14.4	5.2	15
444	10525	20.8	22.1	8	23.6
445	10550	27.1	28.9	10.5	31.8
446	10575	27.1	28.9	10.5	31.9
447	10600	27.1	28.9	10.5	32
448	10625	21.9	23.4	8.5	25.8
449	10640.45	8.4	8.9	3.2	9.9
SOMME		11443	12170	4432	12864

CALCUL AUTOMATIQUE DU CARREFOUR AU DEBUT DE PROJET

❖ Ilot central:



AXE EN PLAN (ilot central)

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0	188327.58	2637603.929
CGILC	XC= 188333.014				
	YC= 2637593.230				
	R = -12.000	75.398			
			75.398	188327.58	2637603.929
LONGUEUR DE L'AXE		75.398 m			

PROFIL EN LONG (ilot central)

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0	1432.312
DG1	PENTE= 0.581 %	41.883		
			41.883	1432.555
PAG1	S= 44.7879 Z=1432.5639			
	R = -500.00	7.339		
			49.222	1432.544
DG2	PENTE= -0.887 %	26.176		
			75.398	1432.312
LONGUEUR DE L'AXE 75.398 m				

TABULATION (ilot central)

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0	1431.812	1432.312	188327.58	2637603.929	153.071°	2.5	2.5
2	5	1431.73	1432.341	188332.375	2637605.213	176.944°	2.5	2.5
3	10	1431.69	1432.37	188337.279	2637604.447	200.817°	2.5	2.5
4	15	1431.7	1432.399	188341.454	2637601.761	224.690°	2.5	2.5
5	20	1431.754	1432.428	188344.184	2637597.616	248.564°	2.5	2.5
6	25	1431.843	1432.457	188345.004	2637592.72	272.437°	2.5	2.5
7	30	1431.943	1432.486	188343.771	2637587.911	296.310°	2.5	2.5
8	35	1432.045	1432.516	188340.698	2637584.013	320.183°	2.5	2.5
9	40	1432.165	1432.545	188336.311	2637581.692	344.057°	2.5	2.5
10	45	1432.127	1432.564	188331.359	2637581.345	7.930°	2.5	2.5
11	50	1432.055	1432.537	188326.69	2637583.032	31.803°	2.5	2.5
12	55	1431.967	1432.493	188323.104	2637586.464	55.676°	2.5	2.5
13	60	1431.947	1432.449	188321.214	2637591.054	79.550°	2.5	2.5
14	65	1431.939	1432.404	188321.342	2637596.016	103.423°	2.5	2.5
15	70	1431.931	1432.36	188323.468	2637600.501	127.296°	2.5	2.5
16	75	1431.82	1432.316	188327.228	2637603.743	151.169°	2.5	2.5
17	75.398	1431.812	1432.312	188327.58	2637603.929	153.071°	2.5	2.5

VOLUMES TERRASSEMENT (ilot central)

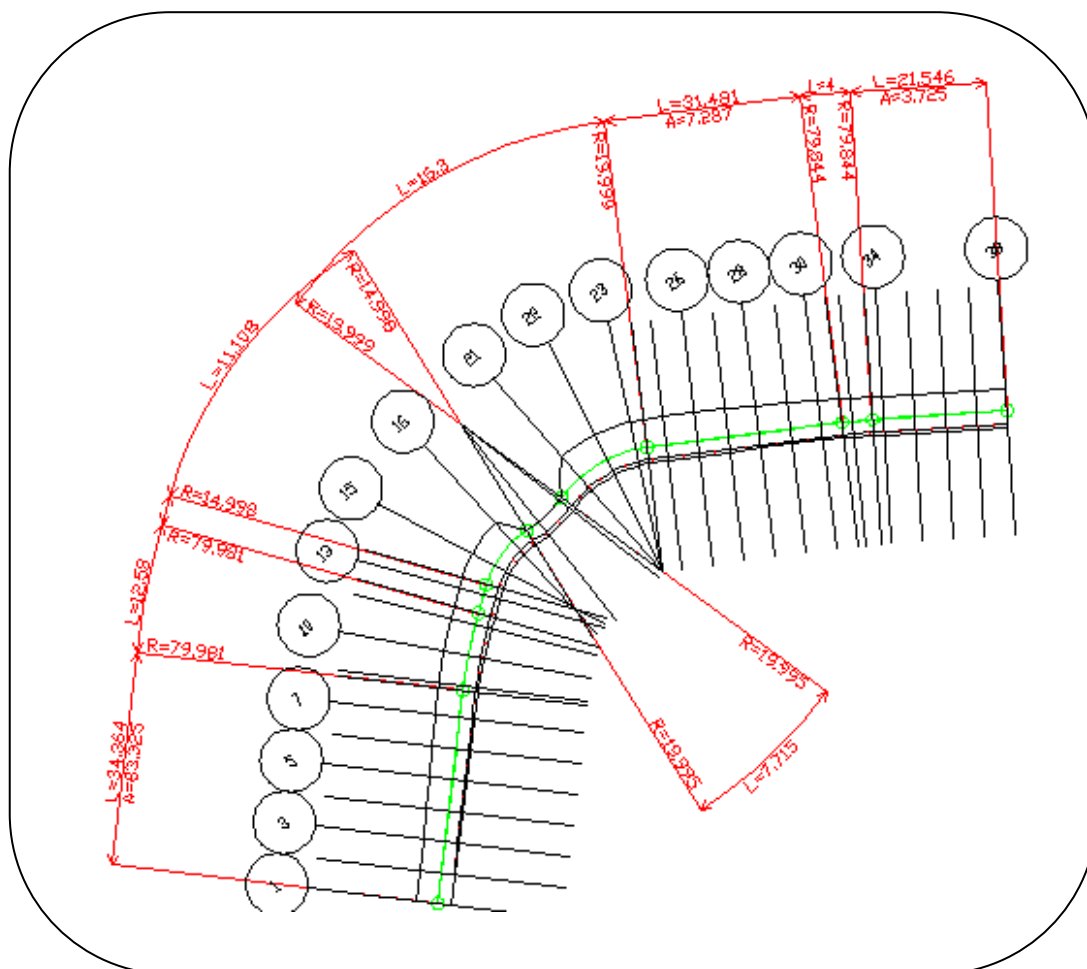
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME
1	0	5.7	0	2.9
2	5	19.5	0	5.7
3	10	24.2	0	5.7
4	15	25.1	0	5.7
5	20	22.4	0	5.7
6	25	19.9	0	5.7
7	30	17.7	0	5.7
8	35	12.7	0	5.7
9	40	2.3	0.4	5.7
10	45	4.2	0.4	5.7
11	50	10.5	0	5.7
12	55	12.3	0	5.7
13	60	11.3	0	5.7
14	65	8.2	0	5.7
15	70	6.5	0	5.7
16	75	5.9	0	3.1
17	75.398	0.5	0	0.2
SOMME		209	1	87

VOLUMES CHAUSSEE (ilot central)

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME
1	0	5.6	4	1.6
2	5	11.2	8	3.2
3	10	11.2	8	3.2
4	15	11.2	8	3.2
5	20	11.2	8	3.2
6	25	11.2	8	3.2
7	30	11.2	8	3.2
8	35	11.2	8	3.2

9	40	11.2	8	3.2
10	45	11.2	8	3.2
11	50	11.1	8	3.2
12	55	11.2	8	3.2
13	60	11.2	8	3.2
14	65	11.2	8	3.2
15	70	11.2	8	3.2
16	75	6	4.3	1.7
17	75.398	0.4	0.3	0.1
SOMME		169	121	48

❖ **AXE 01 :**



AXE EN PLAN (axe 01)

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0	188329.341	2637516.526
DX1	GIS = 6.675°	34.364			
			34.364	188333.336	2637550.657
CX1	XC= 188412.775				
	YC= 2637541.360				
	R = -79.981	12.58			
			46.944	188335.772	2637562.986
DX2	GIS = 15.687°	4.758			
			51.702	188337.059	2637567.566
CX2	XC= 188351.499				
	YC= 2637563.511				

	R = -14.998	11.108			
			62.81	188343.578	2637576.247
CX3	XC= 188333.018				
	YC= 2637593.226				
	R = 19.995	7.715			
			70.524	188349.191	2637581.469
CX4	XC= 188365.368				
	YC= 2637569.709				
	R = -19.999	16.3			
			86.824	188362.831	2637589.547
DX3	GIS = 82.713°	31.481			
			118.305	188394.058	2637593.54
CX5	XC= 188404.185				
	YC= 2637514.341				
	R = -79.844	4.964			
			123.269	188398.997	2637594.016
DX4	GIS = 86.275°	21.546			
			144.815	188420.498	2637595.416
LONGUEUR DE L'AXE 144.815 m					

PROFIL EN LONG (axe 01)

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0	1432.625
DX1	PENTE= -0.385 %	27.857		
			27.857	1432.518
PAX1	S= -10.6145 Z=1432.5918			
	R = -10000.00	19.619		
			47.476	1432.423
DX2	PENTE= -0.581 %	55.205		
			102.681	1432.102
PAX2	S= 108.4901 Z=1432.0855			
	R = 1000.00	12.703		
			115.384	1432.109

DX3	PENTE= 0.689 %	29.431		
			144.815	1432.312
LONGUEUR DE L'AXE 144.815 m				

TABULATION (axe 01)

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0	1432.625	1432.625	188329.341	2637516.526	96.675°	-2.5	-2.5
2	5	1432.572	1432.606	188329.922	2637521.492	96.675°	-2.5	-2.5
3	10	1432.529	1432.587	188330.504	2637526.458	96.675°	-2.5	-2.5
4	15	1432.495	1432.567	188331.085	2637531.424	96.675°	-2.5	-2.5
5	20	1432.461	1432.548	188331.666	2637536.39	96.675°	-2.5	-2.5
6	25	1432.426	1432.529	188332.247	2637541.357	96.675°	-2.5	-2.5
7	30	1432.392	1432.509	188332.828	2637546.323	96.675°	-2.5	-2.5
8	34.364	1432.362	1432.491	188333.336	2637550.657	96.675°	-2.5	-2.5
9	35	1432.358	1432.488	188333.412	2637551.288	97.131°	-2.5	-2.5
10	40	1432.316	1432.464	188334.187	2637556.227	100.712°	-2.5	-2.5
11	45	1432.264	1432.437	188335.27	2637561.108	104.294°	-2.5	-2.5
12	46.944	1432.241	1432.426	188335.772	2637562.986	105.687°	-2.5	-2.5
13	50	1432.203	1432.408	188336.599	2637565.928	105.687°	-2.5	-2.5
14	51.702	1432.154	1432.399	188337.059	2637567.566	105.687°	-2.5	-2.5
15	55	1431.983	1432.379	188338.291	2637570.618	118.287°	-2.5	-2.5
16	60	1431.946	1432.35	188341.344	2637574.549	137.388°	-2.5	-2.5
17	62.81	1432.143	1432.334	188343.578	2637576.247	148.122°	-2.5	-2.5
18	65	1431.852	1432.321	188345.37	2637577.503	141.846°	-2.5	-2.5
19	70	1431.811	1432.292	188348.877	2637581.049	127.519°	-2.5	-2.5
20	70.524	1431.806	1432.289	188349.191	2637581.469	126.016°	-2.5	-2.5
21	75	1431.766	1432.263	188352.204	2637584.766	138.838°	-2.5	-2.5
22	80	1431.733	1432.234	188356.339	2637587.554	153.162°	-2.5	-2.5
23	85	1431.729	1432.205	188361.034	2637589.233	167.487°	-2.5	-2.5
24	86.824	1431.732	1432.195	188362.831	2637589.547	172.713°	-2.5	-2.5
25	90	1431.739	1432.176	188365.981	2637589.95	172.713°	-2.5	-2.5
26	95	1431.749	1432.147	188370.941	2637590.584	172.713°	-2.5	-2.5
27	100	1431.76	1432.118	188375.9	2637591.218	172.713°	-2.5	-2.5

28	105	1431.77	1432.092	188380.86	2637591.852	172.713°	-2.5	-2.5
29	110	1431.765	1432.087	188385.819	2637592.487	172.713°	-2.5	-2.5
30	115	1431.753	1432.107	188390.779	2637593.121	172.713°	-2.5	-2.5
31	118.305	1431.746	1432.129	188394.058	2637593.54	172.713°	-2.5	-2.5
32	120	1431.743	1432.141	188395.741	2637593.737	173.929°	-2.5	-2.5
33	123.269	1431.737	1432.164	188398.997	2637594.016	176.275°	-2.5	-2.5
34	125	1431.733	1432.176	188400.725	2637594.129	176.275°	-2.5	-2.5
35	130	1431.725	1432.21	188405.714	2637594.453	176.275°	-2.5	-2.5
36	135	1431.716	1432.245	188410.704	2637594.778	176.275°	-2.5	-2.5
37	140	1431.707	1432.279	188415.693	2637595.103	176.275°	-2.5	-2.5
38	144.815	1431.699	1432.312	188420.498	2637595.416	176.275°	-2.5	-2.5

VOLUMES TERRASSEMENT (axe 01)

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME
1	0	0	3.3	1.4
2	5	0	5.8	2.8
3	10	0	5	2.9
4	15	0	4.5	3
5	20	0	4	3
6	25	0	3.5	3.1
7	30	0	2.9	2.9
8	34.364	0	1.4	1.6
9	35	0	1.5	1.8
10	40	0	2.2	3.3
11	45	0.4	1.1	2.3
12	46.944	0.5	0.6	1.7
13	50	0.8	0.4	1.6
14	51.702	1	0.4	1.7
15	55	2.6	0.4	2.9
16	60	5.5	0	2.7
17	62.81	0.2	0.1	0.6
18	65	1.7	0	1
19	70	1.4	0	0.8

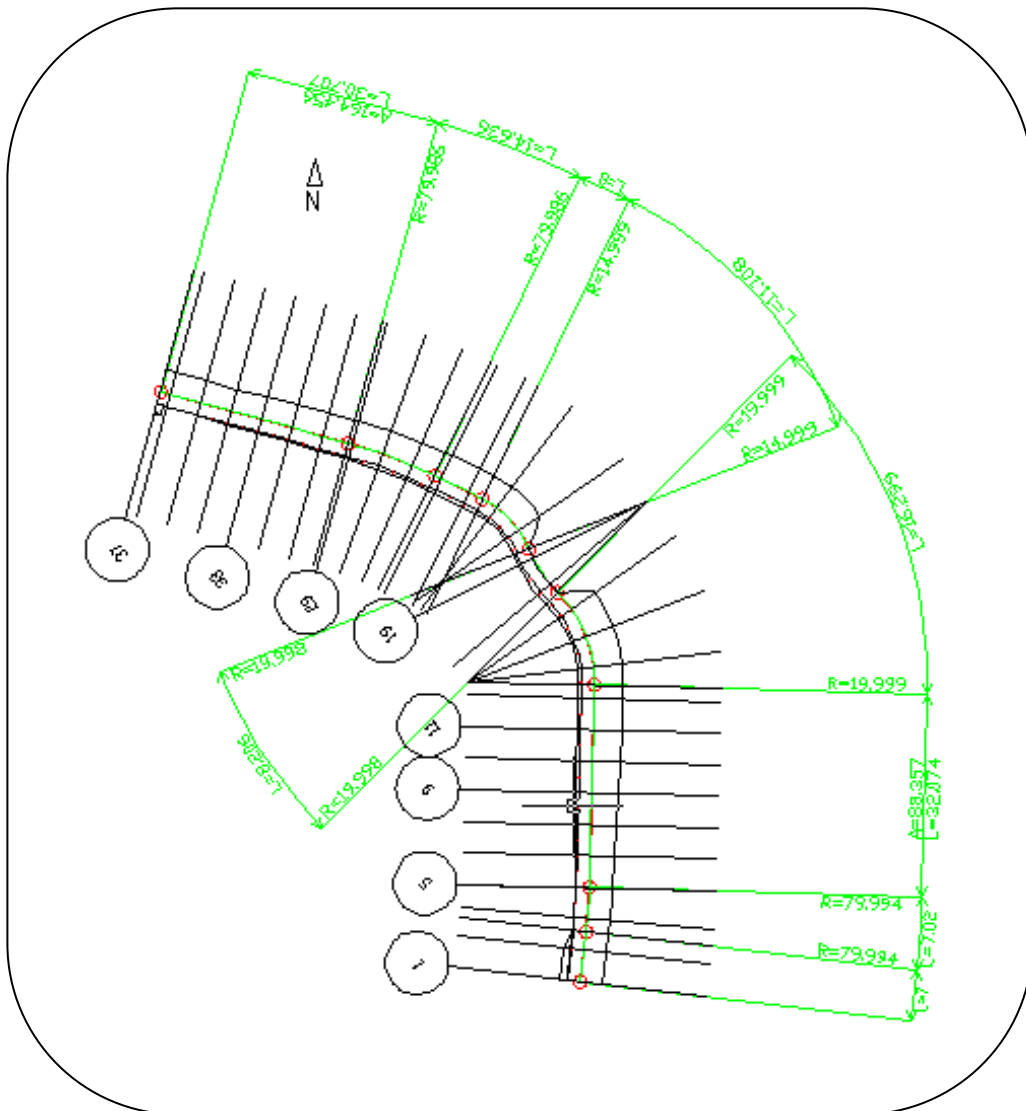
20	70.524	1.1	0	0.6
21	75	9.7	0	3.5
22	80	10.5	0	3.7
23	85	6.5	0	2.5
24	86.824	4.3	0	1.8
25	90	6.1	0	2.9
26	95	6.1	0	3.5
27	100	4.7	0	3.4
28	105	3.2	0	3.3
29	110	2.9	0	3.2
30	115	3	0	2.6
31	118.305	2.2	0	1.6
32	120	2.4	0	1.5
33	123.269	2.8	0	1.5
34	125	4	0	2
35	130	7.3	0	3.1
36	135	8.7	0	3.1
37	140	9.9	0	3.1
38	144.815	5.5	0	1.5
SOMME		115	37	90

VOLUMES CHAUSSEE (axe 01)

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	4.8	1.3	0.5	0
2	5	9.8	2.6	1	0
3	10	9.9	2.7	1.1	0
4	15	10	2.8	1.1	0
5	20	10.2	2.8	1.1	0
6	25	10.3	2.8	1.2	0
7	30	9.7	2.8	1.1	0
8	34.364	5.2	1.5	0.6	0

9	35	5.9	1.7	0.7	0
10	40	10.5	3.1	1.2	0
11	45	7.3	2.1	0.9	0
12	46.944	5.2	1.5	0.6	0
13	50	5	1.4	0.6	0
14	51.702	5.2	1.6	0.7	0
15	55	8.6	2.8	1.1	0
16	60	8.1	2.7	1.1	0
17	62.81			0	3.7
18	65			0	5.7
19	70			0	4.4
20	70.524			0	3.6
21	75	10.3	3.6	1.4	0
22	80	10.8	3.8	1.5	0
23	85	7.4	2.6	1	0
24	86.824	5.4	1.8	0.7	0
25	90	8.9	2.8	1.1	0
26	95	10.9	3.4	1.3	0
27	100	10.8	3.4	1.3	0
28	105	10.6	3.2	1.3	0
29	110	10.5	3.1	1.2	0
30	115	8.6	2.4	1	0
31	118.305	5.1	1.4	0.6	0
32	120	5.1	1.4	0.6	0
33	123.269	5.1	1.4	0.5	0
34	125	6.8	1.8	0.7	0
35	130	10.1	2.6	1	0
36	135	10.1	2.6	1	0
37	140	9.9	2.6	1	0
38	144.815	4.9	1.3	0.5	0
SOMME		277	81	33	17

❖ **AXE 02 :**



AXE EN PLAN (axe 02)

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0	188322.389	2637517.34
DY1	GIS = 6.675°	7.996			
			7.996	188323.318	2637525.282
CY1	XC= 188243.867				
	YC= 2637534.581				

	R = 79.994	7.025			
			15.022	188323.828	2637532.287
DY2	GIS = 1.643°	32.074			
			47.095	188324.747	2637564.347
CY2	XC= 188304.756				
	YC= 2637564.921				
	R = 19.999	16.299			
			63.394	188318.885	2637579.075
CY3	XC= 188333.013				
	YC= 2637593.229				
	R = -19.998	8.206			
			71.6	188314.412	2637585.886
CY4	XC= 188300.461				
	YC= 2637580.379				
	R = 14.999	11.108			
			82.708	188307.042	2637593.857
DY3	GIS = 296.027°	8.369			
			91.077	188299.522	2637597.529
CY5	XC= 188264.424				
	YC= 2637525.655				
	R = 79.986	14.636			
			105.713	188285.858	2637602.715
DY4	GIS = 285.544°	30.707			
			136.419	188256.274	2637610.944
LONGUEUR DE L'AXE 136.419 m					

PROFIL EN LONG (axe 02)

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0	1432.625
DY1	PENTE= -0.385 %	27.879		
			27.879	1432.518
PAY1	S= -10.6030 Z=1432.5918			
	R = -10000.00	19.609		

			47.488	1432.423
DY2	PENTE= -0.581 %	14.823		
			62.312	1432.337
PAY2	S= 61.7307 Z=1432.3386			
	R = -100.00	0.306		
			62.617	1432.335
DY3	PENTE= -0.887 %	37.594		
			100.212	1432.001
PAY3	S= -77.1262 Z=1432.7875			
	R = -20000.00	9.981		
			110.192	1431.91
DY4	PENTE= -0.937 %	26.227		
			136.419	1431.665
LONGUEUR DE L'AXE 136.419				

TABULATION (axe 02)

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0	1432.715	1432.625	188322.389	2637517.34	96.675°	2.5	2.5
2	5	1432.658	1432.606	188322.97	2637522.306	96.675°	2.5	2.5
3	7.996	1432.624	1432.594	188323.318	2637525.282	96.675°	2.5	2.5
4	10	1432.604	1432.587	188323.526	2637527.275	95.240°	2.5	2.5
5	15	1432.55	1432.567	188323.827	2637532.265	91.659°	2.5	2.5
6	15.022	1432.549	1432.567	188323.828	2637532.287	91.643°	2.5	2.5
7	20	1432.492	1432.548	188323.97	2637537.263	91.643°	2.5	2.5
8	25	1432.436	1432.529	188324.114	2637542.261	91.643°	2.5	2.5
9	30	1432.379	1432.509	188324.257	2637547.259	91.643°	2.5	2.5
10	35	1432.319	1432.488	188324.401	2637552.257	91.643°	2.5	2.5
11	40	1432.26	1432.464	188324.544	2637557.255	91.643°	2.5	2.5
12	45	1432.201	1432.437	188324.687	2637562.253	91.643°	2.5	2.5
13	47.095	1432.176	1432.425	188324.747	2637564.347	91.643°	2.5	2.5
14	50	1432.089	1432.408	188324.62	2637567.246	83.321°	2.5	2.5

15	55	1432.021	1432.379	188323.427	2637572.089	68.997°	2.5	2.5
16	60	1431.958	1432.35	188321.073	2637576.485	54.672°	2.5	2.5
17	63.394	1431.91	1432.328	188318.885	2637579.075	44.948°	2.5	2.5
18	65	1431.892	1432.314	188317.795	2637580.254	49.548°	2.5	2.5
19	70	1431.859	1432.269	188315.058	2637584.422	63.874°	2.5	2.5
20	71.6	1431.851	1432.255	188314.412	2637585.886	68.459°	2.5	2.5
21	75	1431.838	1432.225	188312.817	2637588.88	55.473°	2.5	2.5
22	80	1431.82	1432.181	188309.355	2637592.456	36.373°	2.5	2.5
23	82.708	1431.804	1432.156	188307.042	2637593.857	26.027°	2.5	2.5
24	85	1431.792	1432.136	188304.983	2637594.862	26.027°	2.5	2.5
25	90	1431.773	1432.092	188300.49	2637597.056	26.027°	2.5	2.5
26	91.077	1431.769	1432.082	188299.522	2637597.529	26.027°	2.5	2.5
27	95	1431.753	1432.047	188295.956	2637599.163	23.217°	2.5	2.5
28	100	1431.731	1432.003	188291.302	2637600.989	19.636°	2.5	2.5
29	105	1431.707	1431.958	188286.544	2637602.521	16.054°	2.5	2.5
30	105.713	1431.704	1431.952	188285.858	2637602.715	15.544°	2.5	2.5
31	110	1431.682	1431.912	188281.727	2637603.864	15.544°	2.5	2.5
32	115	1431.657	1431.865	188276.91	2637605.204	15.544°	2.5	2.5
33	120	1431.654	1431.818	188272.093	2637606.544	15.544°	2.5	2.5
34	125	1431.657	1431.772	188267.276	2637607.884	15.544°	2.5	2.5
35	130	1431.661	1431.725	188262.459	2637609.224	15.544°	2.5	2.5
36	135	1431.664	1431.678	188257.642	2637610.564	15.544°	2.5	2.5
37	136.419	1431.665	1431.665	188256.274	2637610.944	15.544°	2.5	2.5

VOLUMES TERRASSEMENT (axe 02)

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME
1	0	0	5.2	1.7
2	5	0	7.3	2.7
3	7.996	0	3.3	1.4
4	10	0	4.5	1.9
5	15	0	2.9	1.5

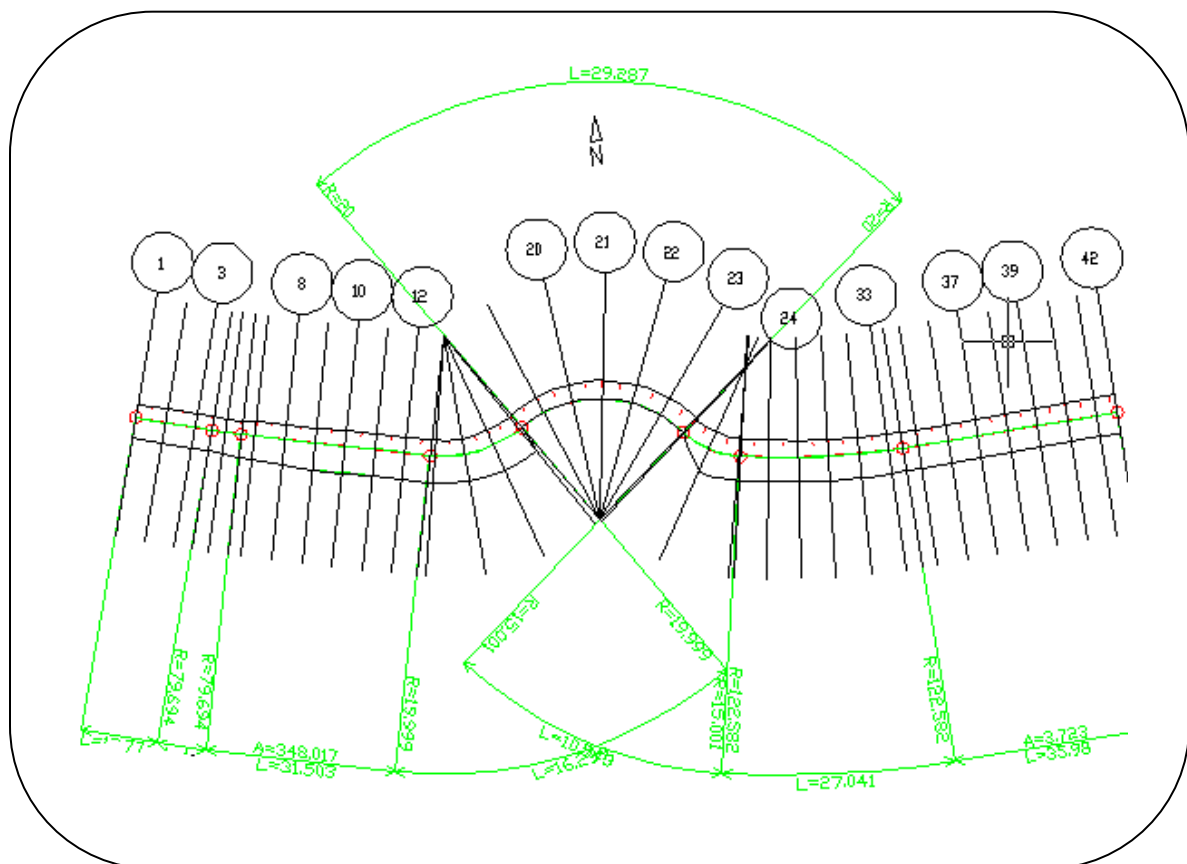
6	15.022	0	2.9	1.4
7	20	0	5.1	3.1
8	25	0	4.1	3.2
9	30	0	2.9	3.4
10	35	0.1	1.8	3.5
11	40	0.3	1	3.5
12	45	0.4	0.2	2.5
13	47.095	0.3	0	1.8
14	50	1	0	2.9
15	55	3.4	0	3.7
16	60	4.7	0	3.1
17	63.394	0.8	0	0.6
18	65	1.3	0	0.9
19	70	1.2	0	0.9
20	71.6	0.8	0	0.6
21	75	4	0	2.9
22	80	3	0	2.6
23	82.708	1.8	0	1.7
24	85	2.3	0	2.3
25	90	1.4	0	1.9
26	91.077	1.1	0	1.6
27	95	1.5	0	2.9
28	100	1.1	0.1	3.2
29	105	0.4	0.2	1.8
30	105.713	0.3	0.2	1.5
31	110	0.3	0.6	2.8
32	115	0.1	1.2	2.9
33	120	0	2.1	2.9
34	125	0	3.4	2.8
35	130	0	4.6	2.7
36	135	0	3.7	1.7
37	136.419	0	1.3	0.5
SOMME		32	59	83

VOLUMES CHAUSSEE (axe 01)

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	5	1.3	0.5	0
2	5	7.9	2.1	0.8	0
3	7.996	4.5	1.3	0.5	0
4	10	6.4	1.9	0.8	0
5	15	4.8	1.4	0.6	0
6	15.022	4.8	1.4	0.6	0
7	20	10.1	3	1.2	0
8	25	10.5	3.1	1.2	0
9	30	10.7	3.2	1.3	0
10	35	10.9	3.4	1.3	0
11	40	10.9	3.4	1.3	0
12	45	7.7	2.4	1	0
13	47.095	5.4	1.8	0.7	0
14	50	8.6	3	1.2	0
15	55	10.8	3.8	1.5	0
16	60	9.1	3.2	1.3	0
17	63.394			0	3.7
18	65			0	5.2
19	70			0	5.2
20	71.6			0	3.6
21	75	8.7	2.9	1.1	0
22	80	8	2.6	1	0
23	82.708	5.2	1.6	0.6	0
24	85	7.6	2.2	0.9	0
25	90	6.4	1.8	0.7	0
26	91.077	5.2	1.5	0.6	0
27	95	9.3	2.7	1.1	0
28	100	10.3	3	1.2	0
29	105	5.8	1.7	0.7	0
30	105.713	5.1	1.4	0.6	0
31	110	9.4	2.6	1	0

32	115	10	2.8	1.1	0
33	120	9.8	2.7	1.1	0
34	125	9.5	2.6	1	0
35	130	9.3	2.6	1	0
36	135	5.8	1.7	0.7	0
37	136.419	1.4	0.4	0.1	0
SOMME		255	76	31	18

❖ **AXE 03 :**



AXE EN PLAN (axe 03)

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0	188258.15	2637617.688
DZ1	GIS = 105.544°	12.773			
			12.773	188270.456	2637614.265
CZ1	XC= 188291.813				
	YC= 2637691.044				
	R = 79.694	4.954			

			17.727	188275.267	2637613.087
DZ2	GIS = 101.983°	31.503			
			49.23	188306.084	2637606.546
CZ2	XC= 188310.236				
	YC= 2637626.109				
	R = 19.999	16.299			
			65.53	188321.625	2637609.67
CZ3	XC= 188333.015				
	YC= 2637593.230				
	R = -20.000	29.287			
			94.817	188348.152	2637606.302
CZ4	XC= 188359.505				
	YC= 2637616.107				
	R = 15.001	10.543			
			105.36	188357.18	2637601.287
CZ5	XC= 188376.179				
	YC= 2637722.388				
	R = 122.582	27.041			
			132.402	188384.139	2637600.065
DZ4	GIS = 86.277°	35.98			
			168.382	188420.043	2637602.401
LONGUEUR DE L'AXE 168.382 m					

PROFIL EN LONG (axe 03)

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0	1431.665
DZ1	PENTE= 0.936 %	26.165		
			26.165	1431.91
PAZ2	S= 30.8477 Z=1431.9316			
	R = -500.00	0.123		
			26.289	1431.911
DZ2	PENTE= 0.912 %	9.856		
			36.144	1432.001

PAZ3	S= 40.7036 Z=1432.0215			
	R = -500.00	0.125		
			36.27	1432.002
DZ3	PENTE= 0.887 %	20.155		
			56.425	1432.181
PAZ4	S= 60.8588 Z=1432.2003			
	R = -500.00	8.867		
			65.292	1432.181
DZ4	PENTE= -0.887 %	4.057		
			69.349	1432.145
PAZ5	S= 73.7819 Z=1432.1250			
	R = 500.00	7.338		
			76.686	1432.133
DZ5	PENTE= 0.581 %	19.207		
			95.894	1432.245
PAZ6	S= 98.7983 Z=1432.2534			
	R = -500.00	5.809		
			101.703	1432.245
DZ6	PENTE= -0.581 %	24.544		
			126.247	1432.102
PAZ1	S= 132.0563 Z=1432.0855			
	R = 1000.00	12.696		
			138.944	1432.109
DZ7	PENTE= 0.689 %	29.439		
			168.382	1432.312
LONGUEUR DE L'AXE 168.382 m				

TABULATION (axe 03)

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0	1431.629	1431.665	188258.15	2637617.688	195.544°	2.5	2.5
2	5	1431.628	1431.712	188262.967	2637616.348	195.544°	2.5	2.5
3	10	1431.627	1431.758	188267.784	2637615.008	195.544°	2.5	2.5
4	12.773	1431.625	1431.784	188270.456	2637614.265	195.544°	2.5	2.5
5	15	1431.624	1431.805	188272.609	2637613.698	193.943°	2.5	2.5

6	17.727	1431.63	1431.831	188275.267	2637613.087	191.983°	2.5	2.5
7	20	1431.641	1431.852	188277.49	2637612.615	191.983°	2.5	2.5
8	25	1431.665	1431.899	188282.381	2637611.577	191.983°	2.5	2.5
9	30	1431.69	1431.945	188287.272	2637610.539	191.983°	2.5	2.5
10	35	1431.714	1431.99	188292.163	2637609.5	191.983°	2.5	2.5
11	40	1431.738	1432.035	188297.054	2637608.462	191.983°	2.5	2.5
12	45	1431.762	1432.079	188301.946	2637607.424	191.983°	2.5	2.5
13	49.23	1431.782	1432.117	188306.084	2637606.546	191.983°	2.5	2.5
14	50	1431.785	1432.124	188306.839	2637606.401	189.778°	2.5	2.5
15	55	1431.801	1432.168	188311.821	2637606.173	175.453°	2.5	2.5
16	60	1431.793	1432.199	188316.704	2637607.185	161.129°	2.5	2.5
17	65	1431.76	1432.183	188321.185	2637609.374	146.804°	2.5	2.5
18	65.53	1431.755	1432.178	188321.625	2637609.67	145.286°	2.5	2.5
19	70	1431.666	1432.139	188325.552	2637611.786	158.091°	-2.5	2.5
20	75	1431.583	1432.126	188330.375	2637613.055	172.415°	-2.5	2.5
21	80	1431.525	1432.153	188335.362	2637613.092	186.739°	-2.5	2.5
22	85	1431.496	1432.182	188340.203	2637611.894	201.063°	-2.5	2.5
23	90	1431.496	1432.211	188344.597	2637609.535	215.386°	-2.5	2.5
24	94.817	1431.525	1432.239	188348.152	2637606.302	229.186°	-2.5	2.5
25	95	1431.527	1432.24	188348.272	2637606.164	228.487°	2.5	2.5
26	100	1431.55	1432.252	188352.143	2637603.036	209.390°	2.5	2.5
27	105	1431.581	1432.226	188356.825	2637601.347	190.292°	2.5	2.5
28	105.36	1431.583	1432.224	188357.18	2637601.287	188.916°	2.5	2.5
29	110	1431.604	1432.197	188361.776	2637600.655	186.748°	2.5	2.5
30	115	1431.627	1432.168	188366.752	2637600.169	184.410°	2.5	2.5
31	120	1431.647	1432.139	188371.744	2637599.886	182.073°	2.5	2.5
32	125	1431.666	1432.11	188376.743	2637599.807	179.736°	2.5	2.5
33	130	1431.683	1432.088	188381.741	2637599.932	177.399°	2.5	2.5
34	132.402	1431.69	1432.086	188384.139	2637600.065	176.277°	2.5	2.5
35	135	1431.697	1432.09	188386.732	2637600.233	176.277°	2.5	2.5
36	140	1431.705	1432.117	188391.721	2637600.558	176.277°	2.5	2.5
37	145	1431.697	1432.151	188396.711	2637600.883	176.277°	2.5	2.5
38	150	1431.689	1432.185	188401.7	2637601.207	176.277°	2.5	2.5
39	155	1431.68	1432.22	188406.689	2637601.532	176.277°	2.5	2.5
40	160	1431.672	1432.254	188411.679	2637601.857	176.277°	2.5	2.5

41	165	1431.664	1432.289	188416.668	2637602.181	176.277°	2.5	2.5
42	168.382	1431.658	1432.312	188420.043	2637602.401	176.277°	2.5	2.5

VOLUMES TERRASSEMENT (axe 03)

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME
1	0	0	2.8	1.4
2	5	0	4.4	2.8
3	10	0	2.4	2.2
4	12.773	0	1.2	1.4
5	15	0	0.9	1.5
6	17.727	0	0.6	1.5
7	20	0.1	0.7	2.3
8	25	0.5	0.5	3.3
9	30	1	0.2	3.4
10	35	1.5	0	3.4
11	40	2.3	0	3.5
12	45	2.8	0	3.2
13	49.23	1.8	0	1.8
14	50	2.3	0	2.1
15	55	4.6	0	3.7
16	60	5.6	0	3.7
17	65	3.6	0	2.1
18	65.53	1.1	0	0.7
19	70	3.6	0	1.4
20	75	5	0	1.5
21	80	6.5	0	1.6
22	85	7.5	0	1.6
23	90	7.8	0	1.6
24	94.817	3.8	0	0.8
25	95	3	0	0.7
26	100	15.5	0	3.6
27	105	7.6	0	1.9
28	105.36	6.7	0	1.7
29	110	11.2	0	3.3

30	115	9.8	0	3.4
31	120	8	0	3.4
32	125	6.4	0	3.3
33	130	3.7	0	2.4
34	132.402	2.3	0	1.6
35	135	3.4	0	2.4
36	140	5.1	0	3.1
37	145	6.3	0	3.1
38	150	7.5	0	3.1
39	155	8.9	0	3.1
40	160	10.3	0	3.1
41	165	9.8	0	2.7
42	168.382	4.3	0	1.1
SOMME		191	14	99

VOLUMES CHAUSSEE (axe 03)

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	4.7	1.3	0.5	0
2	5	9.6	2.6	1	0
3	10	7.6	2	0.8	0
4	12.773	4.9	1.3	0.5	0
5	15	4.9	1.4	0.6	0
6	17.727	5.1	1.4	0.6	0
7	20	7.5	2.1	0.9	0
8	25	10.5	3.2	1.3	0
9	30	10.8	3.4	1.3	0
10	35	10.8	3.4	1.3	0
11	40	10.8	3.4	1.3	0
12	45	10	3.1	1.2	0
13	49.23	5.4	1.7	0.7	0
14	50	6.3	2.2	0.9	0
15	55	10.8	3.8	1.5	0
16	60	10.8	3.8	1.5	0
17	65	6	2.1	0.8	0

18	65.53			0	3.9
19	70			0	6.7
20	75			0	7
21	80			0	7
22	85			0	7
23	90			0	6.9
24	94.817			0	3.5
25	95			0	3.6
26	100	10.3	2.7	2	0
27	105	5.5	1.5	1.1	0
28	105.36	5.2	1.2	0.9	0
29	110	10.1	2.4	1.8	0
30	115	10.5	2.4	1.8	0
31	120	10.5	2.4	1.8	0
32	125	10.5	2.4	1.8	0
33	130	7.7	1.8	1.2	0
34	132.402	5.2	1.3	0.8	0
35	135	7.9	1.9	1.1	0
36	140	10.2	2.6	1.3	0
37	145	10.2	2.6	1.2	0
38	150	10.1	2.6	1	0
39	155	10.1	2.6	1	0
40	160	10.1	2.6	1	0
41	165	8.5	2.2	0.9	0
42	168.382	3.4	0.9	0.4	0
SOMME		283	78	38	46