

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية  
**Ecole Nationale Supérieure**  
**des Travaux Publics**

Code : .....

# Projet de Fin d'Études

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

## Thème

*Etude de l'évitement du complexe des eaux et du  
barrage réservoir d'Oued ATHMANIA-MILA sur  
7 km avec conception de 2 carrefours*

Réalisé par :

**BENZAID YOUSOUF**

**BENCHIHEUB ZINELAABIDINE**

encadré par :

**BENCHIKH WAHID**

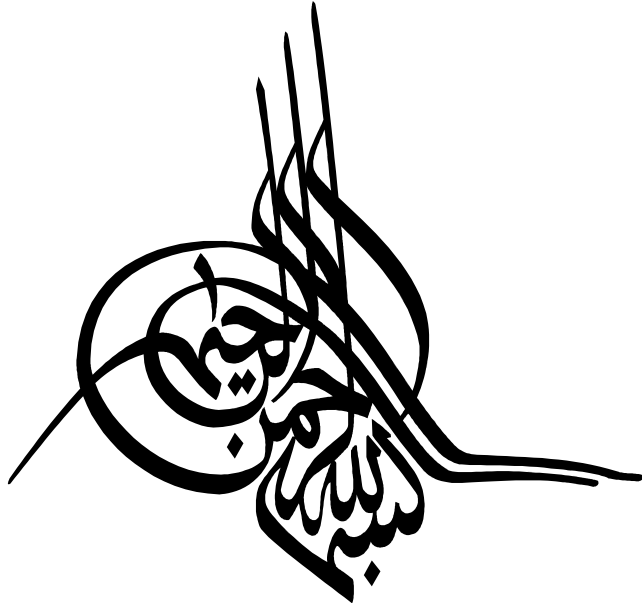
**Promotion 2012**

*Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.*

الحمد لله و الشكر لله أولا و

أخيرا

ولا اله إلا الله محمد رسول الله



قال عز وجل :

"وما أوتيتم من العلم إلا قليلا"

صدق الله العظيم

---

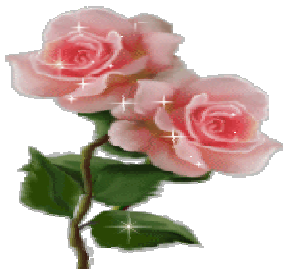
## Remerciements

*Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu Clément et Miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.*

*Nous remercions :*

- *notre encadreur BENCHIKH pour avoir accepté de nous prendre en charge.*
- *tout le personnel de l'ENSTP, qui nous a aidé et a enrichi nos connaissances.*
- *nous tenons également à remercier l'ensemble des étudiants de l'ENSTP pour toutes les informations qu'ils ont apporté à notre travail, durant les cinq ans de notre formation.*
- *le personnel de la bibliothèque et centre de calcul.*
- *Nos remerciements s'adressent, également, aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail.*

*Enfin, nos plus vifs remerciements s'adressent aussi à tous ceux qui nous ont aidé, encouragé et nous ont soutenus.*



*BENCHICHEUB ZINEL AABIDINE*

*BENZAID OUSSOUF*

---



## DEDICACE

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Tout d'abord je tiens à remercier Dieu le Tout Puissant et  
Miséricordieux

*Je dédie ce lapidaire travail à :*

- *mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin,*
- *ma mère qui a été à mes côtés et m'a soutenu durant toute ma vie,*
- *mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis.*  
*Que dieu le Tout Puissant les protègent et les gardent.*
- *mon frère: khalid*
- *mes sœurs : kenza et sonia*
- *mon ami et binôme : BENCHIHEUB ZINEL AABIDINE et sa famille*
- *A tous mes amis surtout : IBRAHIM, AMAR, ZAKI, DJAMEL, ABED EL HAK, ANIS, MOUSSA, YOUSSEUF, MOULOUD, AHMED, MOSTAPHA, BOUBAKER, ZOHIR, FOUAD, CHAMSE ADIN, MOHAMMED, ISSAM, YAAKOUB, CHOUIBE...*
- *A toute la famille BENZAID*
- *A toute la promotion ENSTP 2012.*
- *A Tous ceux qui m'aiment et que j'aime.*

BENZAID YOUSSEUF



## ∞ DEDICACE

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Tout d'abord je tiens à remercier Dieu le Tout Puissant et  
Miséricordieux

Je dédie ce lapidaire travail à :

mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles  
de ce long chemin,

■ Ma mère qu'elle de nous quitté a son âme qui nous entour a celle qui  
nous à donné toute sa vie son attendre le moin remerciement. Que dieu  
le tout puissant la bénisse dans son vaste paradis.

«« A dieu nous appartenons à lui nous retournons»»

■ mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je  
suis.

Que dieu le Tout Puissant les protègent et les gardent.

■ mes sœurs : loubna et iness

■ mes frères: bader et mehdi

■ mon ami et binôme : BENZAID YUCEF et sa famille

■ A tous mes amis surtout : MOSTAFA, ANIS, DJOUBIER,  
HAMZA, MOHAMED, WAHID, ANOIR, BADIS,  
ABDELHAK, MONIR, SOUFIANE, BOUBAKER, ZOHIR,  
CHAMSE ADIN, ZAKI, YAAKOUB, HASSAN, ISSAM  
, LOTFI, SIFE, WAHAB, YUCEF...

■ A toute la famille BECHICHEUB sans oublier RACHID, FAROUK,  
SOUAD, HOUDA,

■ A toute la promotion ENSTP 2012.

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

BENCHICHEUB ZINEL AABIDINE

# 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.*

*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'état.*

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

*Dans ce cadre, aujourd'hui en Algérie, le trafic routier connaît une évolution rapide, le réseau routier existant qui supporte ce trafic dont un pourcentage important du poids lourds, nécessite des aménagements appropriés pour endiguer le phénomène de congestion.*

*L'objectif de ces mesures est d'assurer la sécurité et le confort des usagers tout en respectant l'environnement.*

*Pour atteindre cet objectif notre projet prend une place importante dans le projet national de modernisation des infrastructures de transport.*

*Ce présent projet de fin d'études consiste à réaliser **un évitement du complexe de traitement des eaux et du barrage réservoir de OUED ATHMANIA (MILA)** proposé par la **DTP de la wilaya de Mila**.*

*Les avantages qui découlent de notre projet sont de deux ordres à savoir:*

*Les avantages directs : qui concernent principalement tous les usagers de la route : gain de temps et de confort, garantir la sécurité et l'économie de fonctionnement des véhicules. Ces avantages peuvent être mesurés en unités physiques (heures, nombre d'accidents, de morts, de blessés, journées d'hospitalisation, carburants...).*

*Les avantages indirects : qui ne concernent pas directement les usagers de la route, mais la politique du transport et plus généralement, le développement économique national ou local et l'aménagement du territoire.*

# PRESENTATION GENERALE

## PRESENTATION GENERAL

### 1) Généralités sur la wilaya de Mila :

La wilaya de **Mila** est située au nord-est algérien. Elle est située à 450 km à l'est de la capitale Alger .La wilaya de Mila s'étend sur une superficie de 3407,60km<sup>2</sup>.

Administrativement, la wilaya compte 32 communes dont 13 sont des chefs-lieux de daïra.

Elle est limitée par :

**A l'est :** par la wilaya de Constantine.

**A l'ouest :** par la wilaya de Sétif.

**Au nord :** par Jijel et Skikda.

**Au sud :** par Batna et Oum el Bouaghi.

La wilaya abrite le plus grand barrage d'eau au niveau national, le barrage Beni-Haroun qui alimente une grande partie de l'est algérien avec de l'eau potable et de l'eau d'irrigation .

**Relief :** montagnes au nord (m'sid, Aicha, Zouagha, El-Halfa), hauts plateaux au sud .

**Oueds :** oueds Rhumel, Nadja, El-Kebir .

**Pluviométrie :** entre 350 mm (sud) et 700 mm (nord).

Réputée pour être une wilaya enclavée, Mila est tout simplement en train de se transformer en véritable carrefour des wilayas de l'Est, et ce, grâce aux innombrables efforts consentis dans un secteur aussi stratégique que vital, à savoir celui des travaux publics.



wilaya de Mila

❖ **Définition de l'évitement :**

Un évitement est un contournement autour d'une agglomération pour dévier un pourcentage du trafic qui transite par cette dernière.

**2) Objectif du projet :**

L'étude de l'évitement du complexe de traitement des eaux d'oued ATHMANIA situe dans la wilaya de MILA, vu le rôle de cette route qui va être prochainement comme une liaison entre la wilaya de Mila et l'autoroute est-ouest. les règle de conception des grandes routes seront appliqués afin d'avoir une route à des normes internationale.

L'aménagement de cette route est une mission assez difficile, techniquement qu'économiquement ; vu la nature des terres traversées (sol argileux) et le relief vallonné et qui représenté parfois des singularités impliquant des terrassements importants ou des pentes et des rampes importantes qu'on essaye d'éviter.

**3) Justification du projet :**

L'aménagement de cette route va créer une liaison entre la wilaya de Mila, la route nationale RN 05 et l'autoroute est-ouest et aussi elle permettra aux usagers qui traversent la route de réduire le temps de parcours donc cet évitement va être une voie rapide entre l'autoroute et le chef lieu de la wilaya de Mila en plus un évitement de barrage de complexe de traitement de OUED ATHMANIA.

**4) Description générale du site :**

● **Situation géographique:**

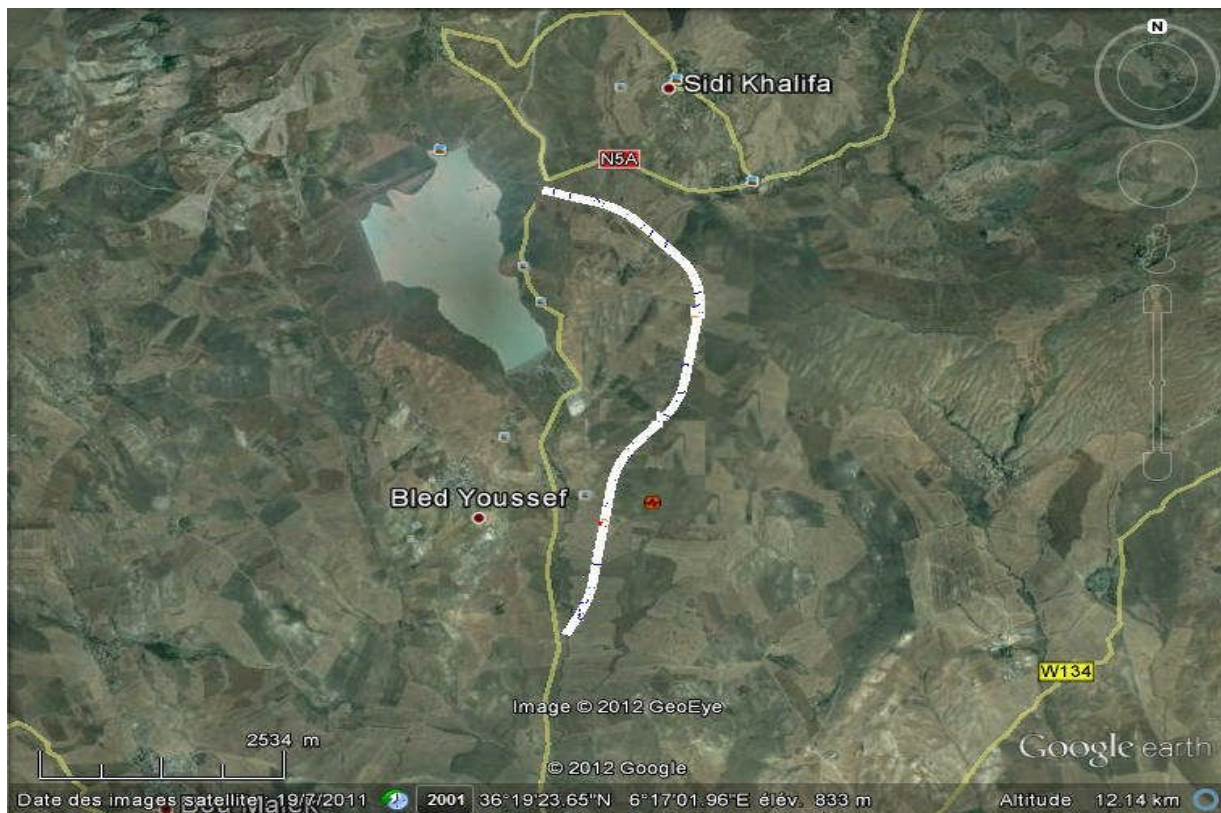
Notre zone d'étude s'étend sur le sud de la commune de Mila sur un terrain agricole avec une topographie difficile.



Photo Google Map : Relief de la zone d'étude



**Début de projet et fin de projet**



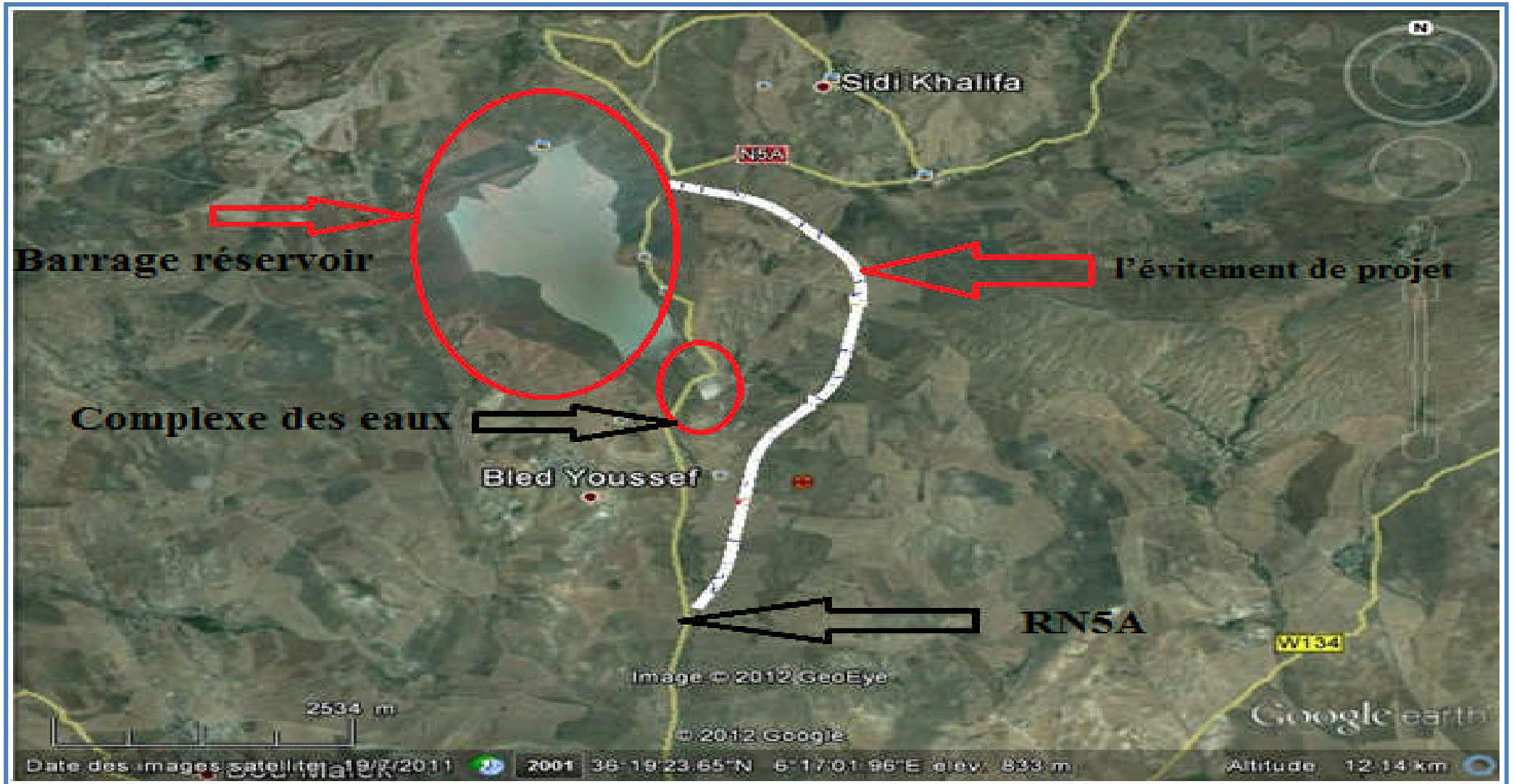
**L'évitement de projet**



**Barrage réservoir d'Oued Athmania**



**Complexe des eaux**



**PLAN DE SITUATION**

# PHASE APS

# AVANT PROJET SOMMAIRE

### 1) Introduction :

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

On devra faire une étude multicritère pour le choix de la variante à retenir, celle-ci sera basée sur un plan de comparaison selon l'ensemble des critères suivant :

- Les contraintes remarquées sur le site.
- Le coût du projet.
- Les difficultés trouvées lors du choix des tracés (caractéristiques techniques).
- Comparaison des impacts sur l'environnement.

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

### 2) Localisation des fuseaux retenus :

L'aménagement de cette route va créer une liaison entre la wilaya de Mila, la route nationale RN 05 et l'autoroute est-ouest.

Evitement va être une voie rapide entre l'autoroute et le chef lieu de la wilaya de Mila en plus un évitement de barrage de complexe de traitement de OUED ATHMANIA.

Nous avons opté dans cette étude de proposer deux variantes, une est nouvelle et une qui suivent le chemin existant presque sur une longueur de 500 m.



**3) Caractéristiques géométriques globale :**

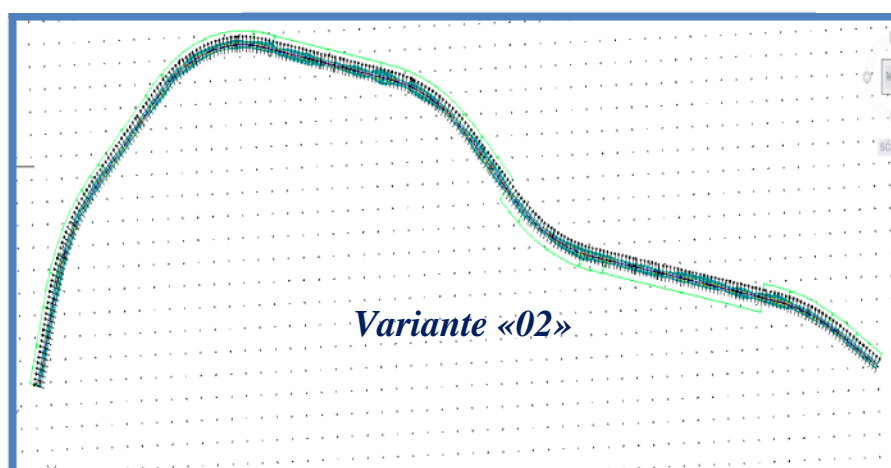
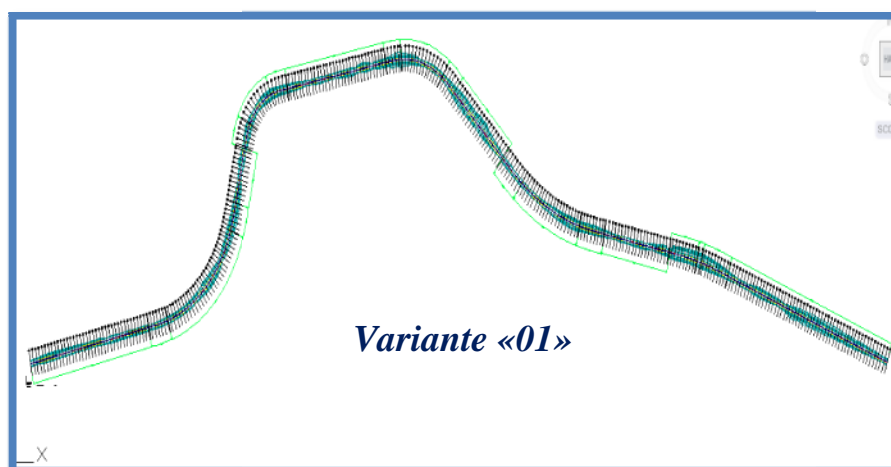
**a) Tracé en plan :**

Les caractéristiques géométriques adoptées visent à assurer des conditions de confort et de sécurité relativement homogènes et adaptées à la catégorie 1 et au vitesse de base de 80km/h dans un environnement E2.

En fonction de la vitesse de référence définie ci-dessus les caractéristiques du tracé en plan se déclinent comme suit :

<b>Vitesse de référence</b>	<b>100 Km/h</b>
<b>Normes</b>	<b>B40</b>
<b>Rayon minimum absolu (RHm)</b>	<b>250</b>
<b>Rayon minimum normal (RHN)</b>	<b>450</b>
<b>Rayon au devers minimum (RHd)</b>	<b>1000</b>
<b>Rayon non déversé (RHnd)</b>	<b>1400</b>

**Tableau 1- caractéristique géométrique du tracé en plan**

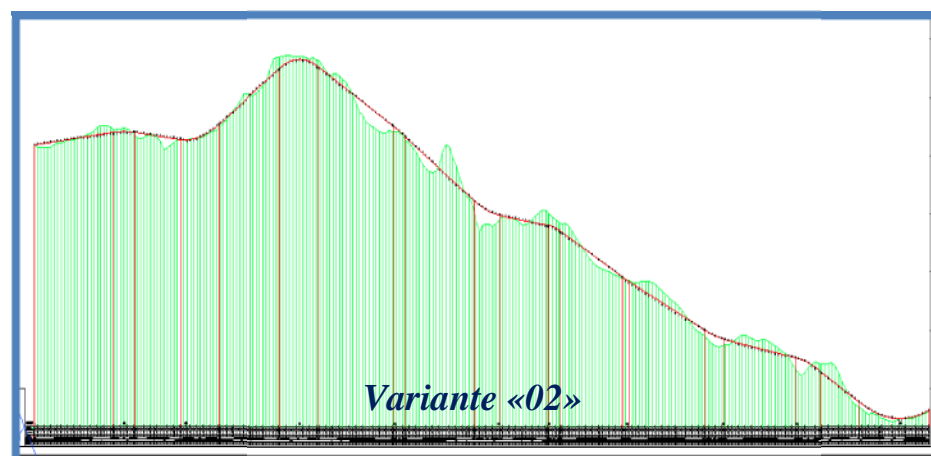
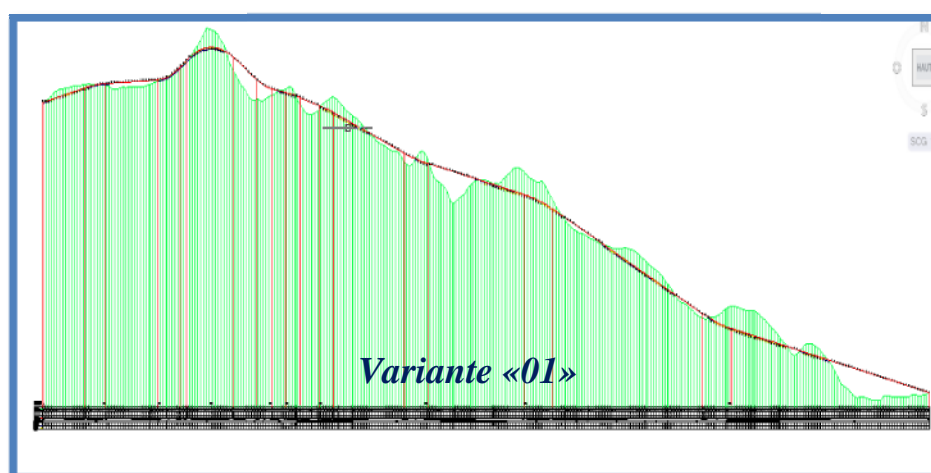


### *b) Profil en long :*

*La conception longitudinale de deux tracés est faite sur un terrain vallonné. Pour cela nous sommes permis de tracé des nouvelles lignes rouge toute on évitant des grands déblais et remblais sauf s'il y a pas d'autre choix.*

<b>Rayons en profils en long</b>	
<b>Déclivité maximum</b>	<b>6 %</b>
<b>Déclivité minimum au devers nul</b>	<b>0.5 %</b>
<b>Rayon en angle saillant (m)</b>	
<b>Minimum absolu</b>	<b>6 000</b>
<b>Minimum normal</b>	<b>12 000</b>
<b>Rayon en angle rentrant (m)</b>	
<b>Minimum absolu</b>	<b>3 000</b>
<b>Minimum normal</b>	<b>4 200</b>

**Tableau -2- caractéristiques géométriques de profil en long**



### c) Catégorie de la route :

- Les deux tracés se trouvent dans une zone vallonné.
- On traversera une zone à relief accidenté en topographie, dans quelques sections vu la sinuosité de la route, et la dénivelée cumulée moyenne ce que nous permet de classer cette route dans l'environnement E2.  
On associera une vitesse de base de 80 km/h.
- Nous avons considéré l'évitement de la route existante comme étant une meilleure solution apparue pour avoir une route avec des bon caractéristiques géométriques.

Le tableau ci-dessous donne les normes à appliquer selon le règlement B40.

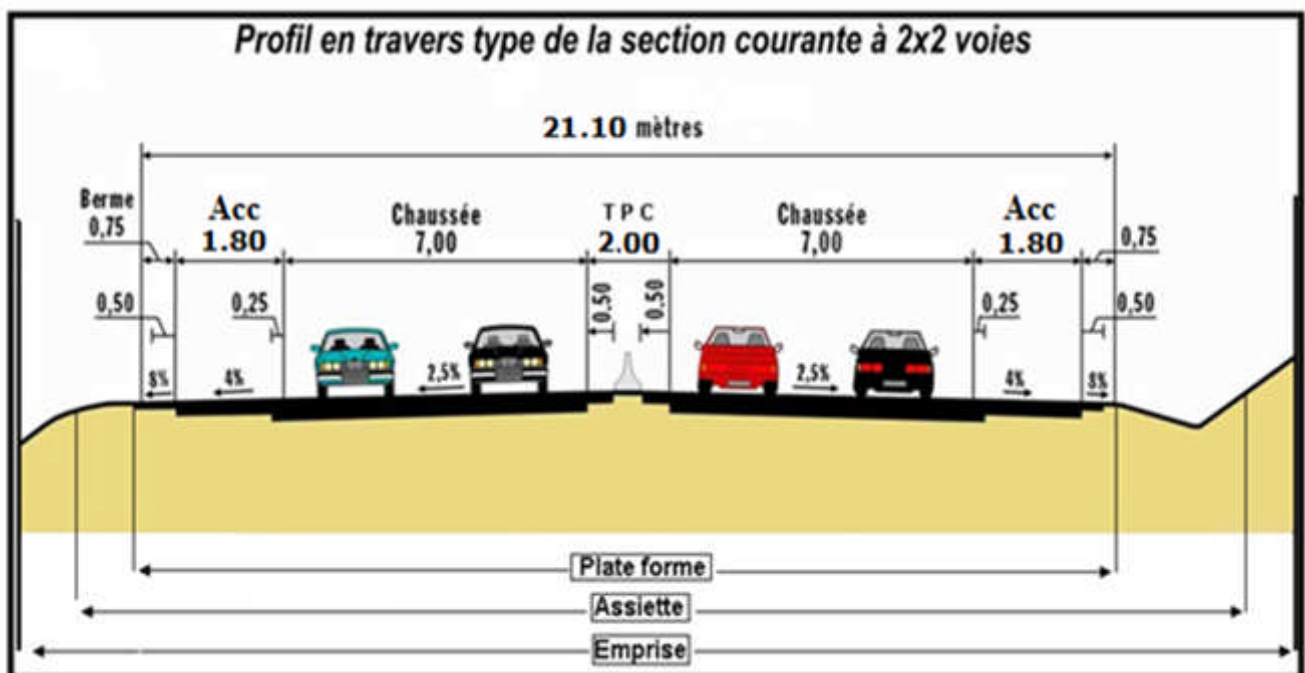
### d) Profil en travers type :

Le profil en travers adopté est de type unidirectionnel, avec une plateforme qui nous permet d'avoir une route unidirectionnel de deux fois deux voies. Pour cela nous avons opté pour un profil type d'une largeur roulable de 7.0 m, et des accotements de 1.8 m chacun avec un TPC de 2m.

Le corps de chaussée type dans cette phase est 30 cm de grave concassée, 20 cm de grave bitume et 6 cm de béton bitumineux.

Les fossés sont trapézoïdes.

Les éléments constitutifs du profil en type sont :



### 4) Description des variantes :

Dans cette phase, on va étudier deux (02) variantes afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet (voir schéma synoptique figure N°1).

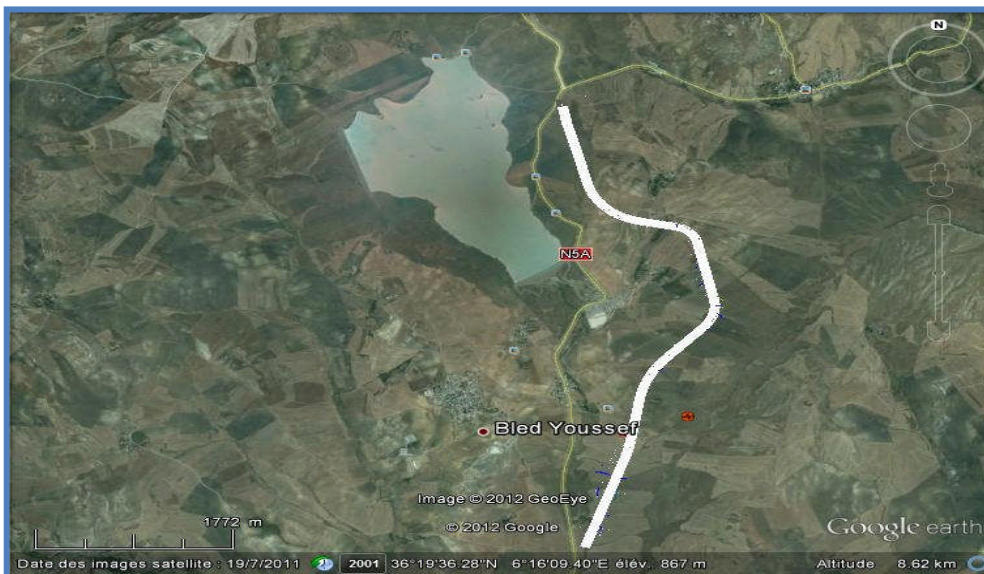


figure N°1

#### ➤ La variante «01»

Début de cette variante est située à seulement 500 mètres de l'intersection de la route nationale avec contournement sud de la ville de Mila, elle traverse dans une zone vallonné (sol argileux), elle passe par l'EST du complexe de traitement des eaux.

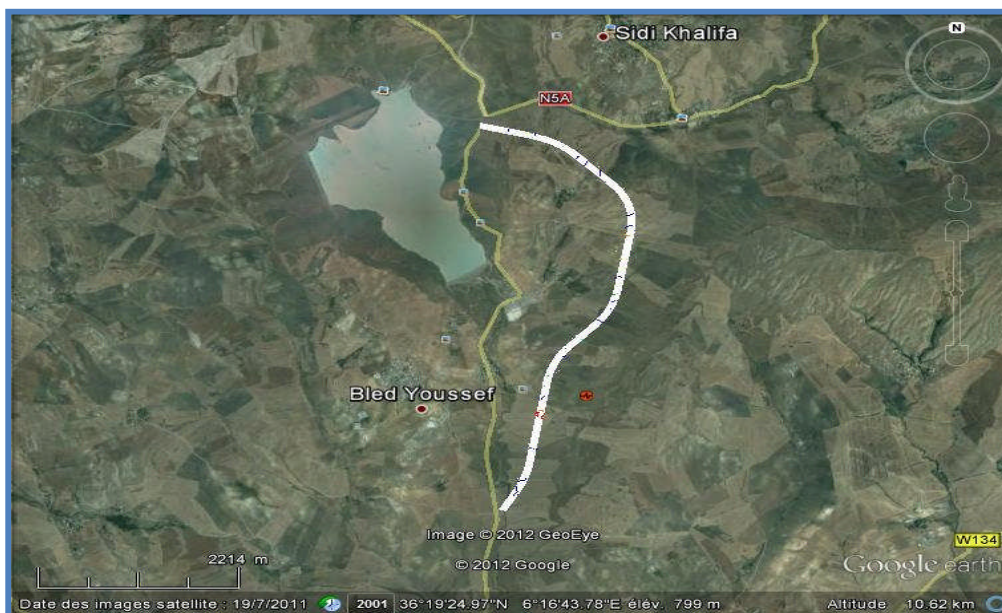
Impliquant des terrassements importants ou des pentes et des rampes importantes (dépassent 7%).



### ➤ La variante «02»

Le début de la deuxième variante est l'intersection de la route nationale 5 avec contournement sud de la ville de Mila elle passe par l'EST du complexe de traitement des eaux plus de ça elle traverse des terres vallonné (sol argileux). Franchit également les mêmes obstacles que la variante 01, mais cette variantes moins de terrassements par rapport a la 1<sup>er</sup> variante.

- ❖ Les deux variantes franchissant plusieurs oueds importants



### 5) Comparaison des variantes :

Désignation	Variante1	Variante2
<b>Longueur Total (m)</b>	6178.898	6723.3144
<b>Rayon minimal utilisé dans le tracé en plan(m)</b>	250	800
<b>Rayon maximal utilisé dans le tracé en plan(m)</b>	1250	1300
<b>Pourcentage de courbes(%)</b>	55	44
<b>Nombre de virages</b>	5	5
<b>Déclivité maximale (%)</b>	6.89	6.59
<b>Les virages</b>	difficile	MOYENNE
<b>Volume des Remblais (m<sup>3</sup>)</b>	704407	275258
<b>Volume des déblais (m<sup>3</sup>)</b>	572825	419520
<b>Nombre d'ouvrages d'art</b>	0	0
<b>Coût total de construction (DA)</b>	1 075 092 939	850 780 188
<b>Coût total de construction (DA/Km)</b>	174 019 575.8	126 547 700

### ➤ *La variante «01»*

<i>Cout de construction 1 075 092 939 (DA)</i>	
<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<i>Longueur moyenne</i>	<i>-grand terrassements. -Le coût de construction est très chère -Traverse des zones argileux</i>

### ➤ *La variante «02»*

<i>Cout de construction 850 780 188 (DA)</i>	
<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<i>-Cout de construction modéré. -Longueur moyenne. -Moins de terrassements</i>	<i>Traverse des zones argileux</i>

## **6) CONCLUSION :**

*L'analyse comparative des deux variantes, nous a permis d'opter pour la variante N°2 qui présente les critères techniques et économiques les plus avantageuses.*

# CHAPITRE I

## ETUDE DU TRAFIC

## Chapitre I: étude de trafic

### 1) Introduction:

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic 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.

### 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 approprié.

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.

### 3) Différents type de trafic :

On distingue quatre types de trafic:

#### a) Trafic normal:

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

#### b) Trafic induit:

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

#### c) Trafic dévié:

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

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

### 4) Modeles de presentation 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.

**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 :

$$\begin{cases} T_0 : \text{est le trafic à l'arrivée pour l'origine.} \\ \tau : \text{est le taux de croissance.} \end{cases}$$

**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.

**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.

**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.

**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.

**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.
- ✓  $TJMA_0$  : trafic journalier moyen à l'année 0.
- ✓  $\tau$  : taux d'accroissement annuel.
- ✓  $n$  : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

**b) Trafic effectif:**

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminer 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.

Tableau 1 Coefficient d'équivalence « P »

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

**c) Evaluation de la demande:**

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

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

**d) Evaluation de l'offre:**

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

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

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.

Tableau 2 : Coefficient «  $K_1$  »

Environnement	E1	E2	E3
<b>K1</b>	0.75	<b>0.85</b>	0.9 à 0.95

Tableau 3 : Coefficient «  $K_2$  »

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

Tableau 4 : Capacité théorique «  $C_{th}$  »

	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
<b>Route à chaussées séparées</b>	<b>1500 à 1800 uvp/h</b>

e) 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.

$C_{adm}$  : débit admissible par voie.

**6) Application au projet :**

**a) Les données de trafic :**

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la D.T.P. de la wilaya de MILA qui sont les suivants:

- **Année de référence : 2011**
- **Année de mise en service : 2013**
- **Année horizon : 2033**
- **Taux de croissance :  $\tau = 4\%$**
- **Pourcentage en poids lourds :  $Z = 34\%$**
- **Trafic journalier TJMA (2011) = 6800véh/j**
- **Durée de vie : 20 ans**

**b) Dimensionnement de l'évitement :**

On à :

- $P= 4$  (Route à bonne caractéristique, environnement E2).
- $K1= 0,85$  (environnement E2).
- $K2=0,99$  (E2, C1).

$$TJMA_{2013} = TJMA_{2011}(1 + \tau)^2$$

$$TJMA_{2013} = 6800 (1 + 0.04)^2$$

$$TJMA_{2013} = 7355 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2033} = 7355(1 + 0.04)^{20}$$

$$TJMA_{2033} = 16116 \text{ v/j.}$$

$$T_{eff2033} = [(1-Z) + PZ] TJMA_{2033}$$

$$T_{eff2033} = [(1 - 0.34) + 4 \times 0.34] 16116$$

$$T_{eff2033} = 32555 \text{ uvp/j.}$$

$$Q_{2033} = 0.12 \times T_{eff2033}$$

$$Q_{2033} = 0.12 \times 32555$$

$$Q_{2033} = 3907 \text{ uvp/h.}$$

**c) Nombre de voies :**

On est dans le cas d'une Route à Chaussées séparées.

la capacité d'une chaussée dans ce cas doit être:  $1500 < Cth < 1800$  uvp /h/sens

Si on prend  $Cth = 1800$ , le débit horaire admissible sera donc:

$$Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 1800 = 1515 \text{ uvp/}$$

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

Avec  $S=2/3$

$$N = (2/3) \times (3906/1515) = 1.71 \approx 2$$

Donc:

**N = 2 voie /sens.**

➤ **Résultat :**

Un profile en Travers en **2×2 voies** avec un **TPC de 2.00m** et **1.8 m d'accotement**, La largeur d'une voie est de 3.50m.

**d) L'année de saturation :**

On détermine la durée de vie avant saturation de l'évitement en 2×2 voies par la formule suivante :

$$Q_F = Q_D$$

**a) Calcul de QF :**

$$Q \leq Q_{adm} = K1 \times K2 \times Cth$$

$$\Rightarrow Cth = Q / (K1 \times K2)$$

Avec  $K1 = 0.85$ ,  $K2 = 0.99$

$$Cth = 3906 / (0.85 \times 0.99)$$

$$Cth = 4642 \text{ uvp/h.}$$

$$QF = K1 \times K2 \times Cth$$

$$QF = 0.85 \times 0.99 \times 4642 = 3907 \text{ uvp/j}$$

**b) Calcul de QD:**

$$QD_{2013} = 0.12 \text{ Teffe } n$$

$$QD_{2013} = 0.12 \times ((1 - Z) + P \times Z) \times TJMA_n$$

$$QD_{2013} = 0.12 \times ((1 - 0.34) + 4 \times 0.34) \times TJMA_n$$

$$QD_{2013} = 0.242 \times TJMA_n$$

$$TJMA_n = TJMA_{2013} (1 + \tau)^n$$

$$TJMA_n = 7355 (1.04)^n$$

$$QD_{2013} = 1780 (1.04)^n$$

$$QF = QD \Leftrightarrow 3907 = 1780 (1.04)^n$$

$$n = \log(2.189) / \log(1.04) = 20 \text{ ans.}$$

**Donc l'année de saturation = 2013+20=2033.**

# CHAPITRE II

## TRACE EN PLAN

## Chapitre II: Trace en plan

### 1) Introduction :

Le tracé en plan est une succession des 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.

### 2) Règles à respecter dans le tracé 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.

- ✓ 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 totale de tracé.

### 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 :

#### 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 Ove.

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

$$L_{max}=60V \text{ avec } V \text{ en (m/s)}$$

$$L_{min}=5V \text{ avec } V \text{ en (m/s)}$$

**b- Arc de cercle :**

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

- Stabilité en courbe :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules, en fait de fortes inclinaisons et augmenter le rayon.

Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

- Rayon horizontal minimal absolu :

$$RH \min = \frac{V_r^2}{127 (ft + d_{\max})}$$

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

- Rayon minimal normal :

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

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

- 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 subite par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

Dévers associé  $d_{\min} = 2.5\%$ .

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

- Rayon minimal non déversé :

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

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127 \cdot 0,035} \longrightarrow \text{Cat 1-2}$$

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(f' - d_{\min})} \longrightarrow \text{Cat 3-4-5}$$

Avec :

$$f' = 0.07 \longrightarrow \text{cat 3}$$

$$f' = 0.075 \longrightarrow \text{cat 4-5}$$

#### 4) Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant des valeurs de rayon  $\geq$  à RHn que possible.

Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à 0,5% près entre  $d_{\max}$  et  $d_{(RHm)}$ .

Si  $RHm < R < RHn$  :

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

Entre  $d$  (RHn) et  $d_{\min}$  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 le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

#### • 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  $\leq 200$  m.

**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.

• **Expression de la Clothoïde :**

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

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

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.

• **Les éléments de la Clothoïde :**

$\Delta R$ : Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage)

$\sigma$  : Angle polaire (angle de corde avec la tangente)

$L$  : longueur de la branche de la Clothoïde

$X_m$  : Abscisse du centre du cercle

$K_E$  : Extrémité de la Clothoïde

$A$  : Paramètre de la Clothoïde

$K_A$  : Origine de la Clothoïde

$\tau$  : Angle des tangentes

$SL$  : Corde ( $K_A - K_E$ )

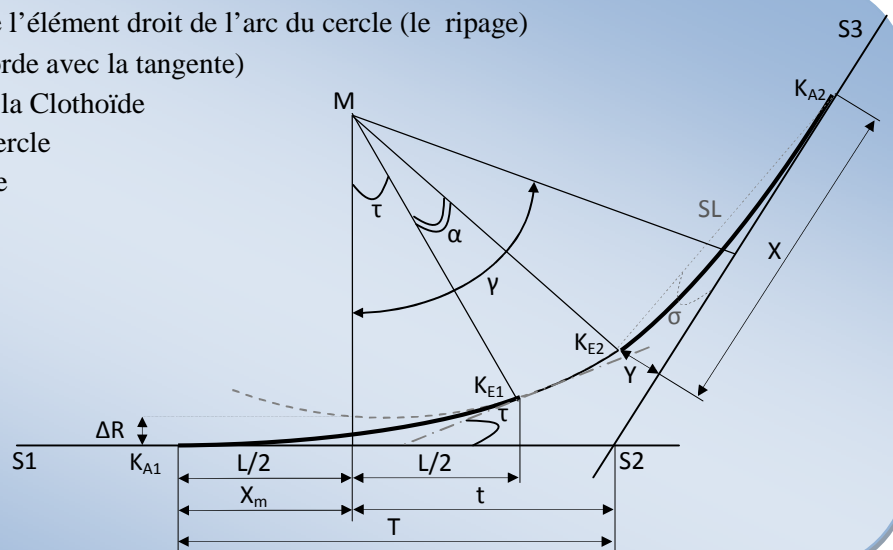
$M$  : Centre de cercle

$X$  : Abscisse de  $K_E$

$Y$  : Origine de  $K_E$

$t$  : tangente courte

$T$  : tangente longue



**5) 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  $R < 1500 \Rightarrow \Delta R = 1m$  (éventuellement 0.5m) d'où  $L = (24 R \Delta R)^{1/2}$

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

Pour  $R > 5000 \Rightarrow \Delta R$  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 :  $(\frac{V_B^2}{R} - g \cdot \Delta d)$  Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur  $Kg = g/0.2VB$

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

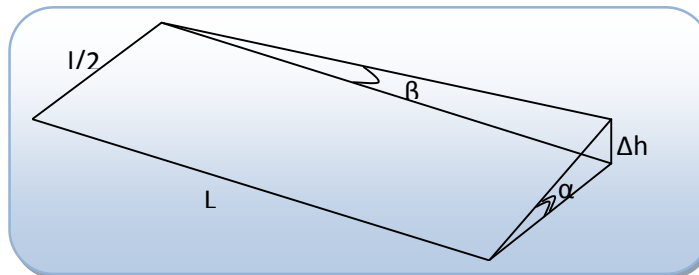
$$L \geq \frac{V_B^2}{18} \left( \frac{V_B^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right)$$

$VB$  : vitesse de base (Km/h).

$R$  : le rayon (m).

$\Delta d$  : 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 :

$$L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_B \quad l : \text{largeur de chaussée}$$

### 6) Combinaison des éléments de trace en plan :

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

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

### 7) 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'usager (traverser d'une ville, modification du relief, etc...).

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.

#### • 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 bonne conditions normales.

**8) Paramètres fondamentaux :**

Notre projet s'agit d'une route de catégorie **C1**, dans un environnement **E2**, avec une vitesse de base  $V_B = 80 \text{ km/h}$ .

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées de la norme **B40** :

Paramètres	Symboles	Valeurs
• Vitesse (km/h)	$V_B$	80
• Longueur minimale (m)	$L_{min}$	112
• Longueur maximale (m)	$L_{max}$	1333
• Devers minimal (%)	$d_{min}$	2.5
• Devers maximal (%)	$d_{max}$	7
• Temps de perception réaction (s)	$t_1$	2
• Frottement longitudinal	$f_l$	0.39
• Frottement transversal	$f_t$	0.13
• Distance de freinage (m)	$d_0$	65
• Distance d'arrêt (m)	$d_1$	109
• Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	$d_m$	325
• Distance de visibilité de dépassement normale (m)	$d_n$	500
• Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	$d_{md}$	200
• RHm (m) (devers associe %)	RHm	250 (7 %)
• RHN (m) (devers associe %)	RHN	450 (5 %)
• RHd (m) (devers associe %)	RHd	1000(2.5 %)
• RHnd (m) (devers associe %)	RHnd	1400 (-2.5 %)

Tableau -1- paramètres du tracé en plan

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

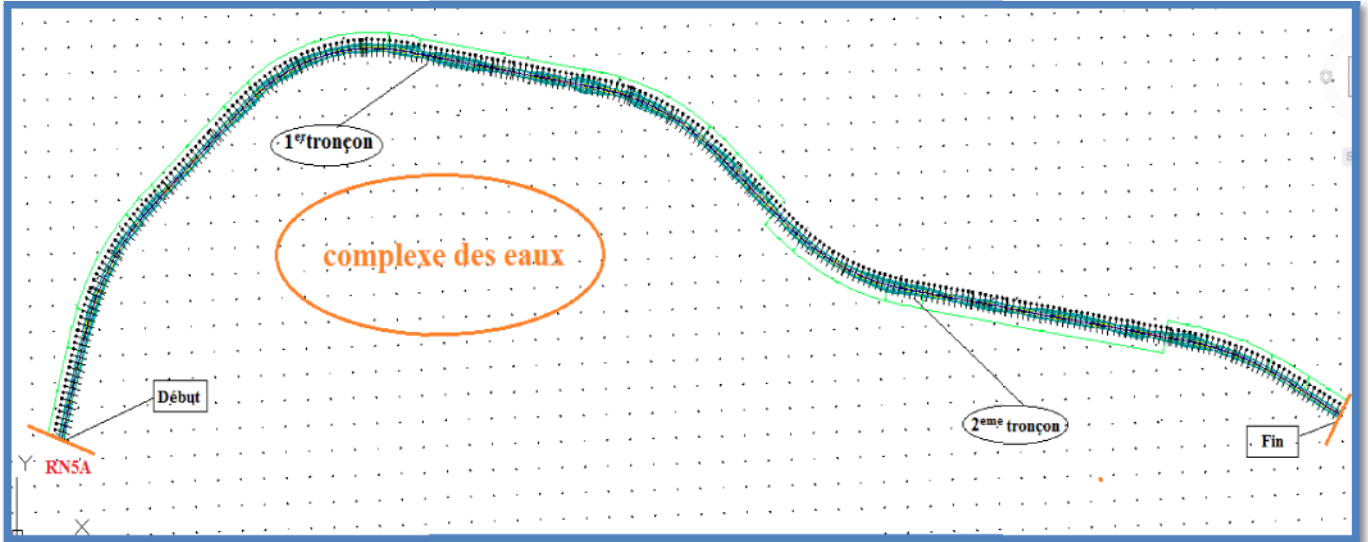
▪ **Les rayons :**

Rayons (m)	800	1000	1300
Nombre	1	3	1

- les alignements (max et min) :
- $L_{max} = 1065.818 \text{ m} < L_{max}(B40)$ .
- $L_{min} = 188.059 \text{ m} > L_{min}(B40)$ .

9) Choix des éléments géométriques :

La forme générale de notre tracé composée de trois tronçons, selon la direction, les contraintes à franchir et la topographie du terrain, donc on a traité chacun à part.

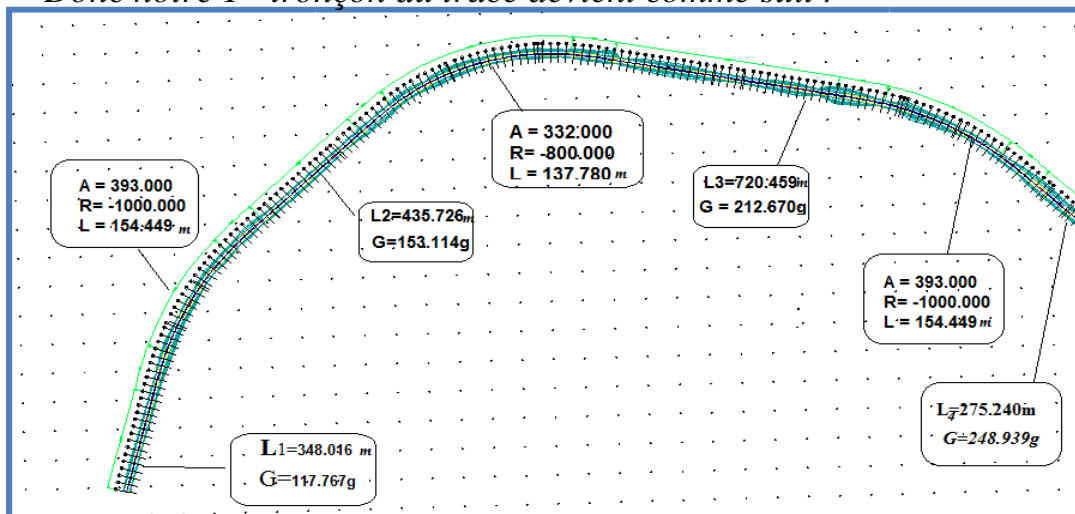


TRACE EN PLAN

➤ Le 1<sup>er</sup> tronçon :

Le 1<sup>er</sup> tronçon du tracé entre le PK 0+00 et le 3+875, est situé dans un site de topographie difficile on a quelque obstacle , on a essayé de diminuer les terrassements en créant des courbures

Donc notre 1<sup>er</sup> tronçon du tracé devient comme suit :

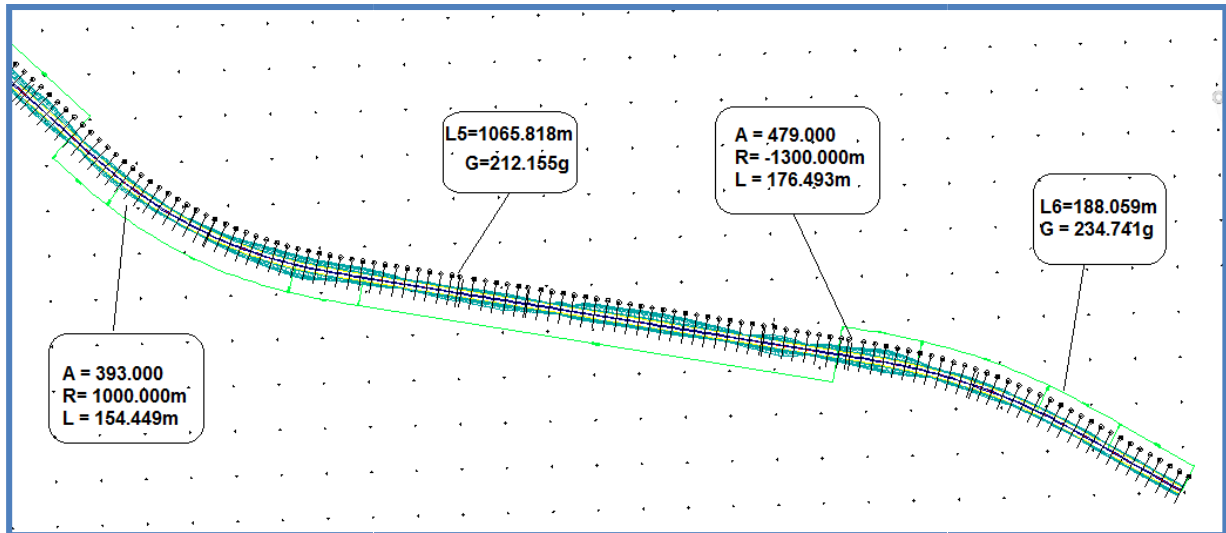


Le 1<sup>er</sup> tronçon entre le PK 0+000 et le PK 3+875

### ➤ Le 2<sup>èmes</sup> tronçon :

Le 2<sup>ème</sup> tronçon du tracé entre le PK 3+875 et le PK 6+723 (fin de projet, Carrefour giratoire à projeter), c'est un endroit où la topographie est moyenne où on a quelque obstacle

Donc notre 2<sup>ème</sup> tronçon du tracé devient comme suite



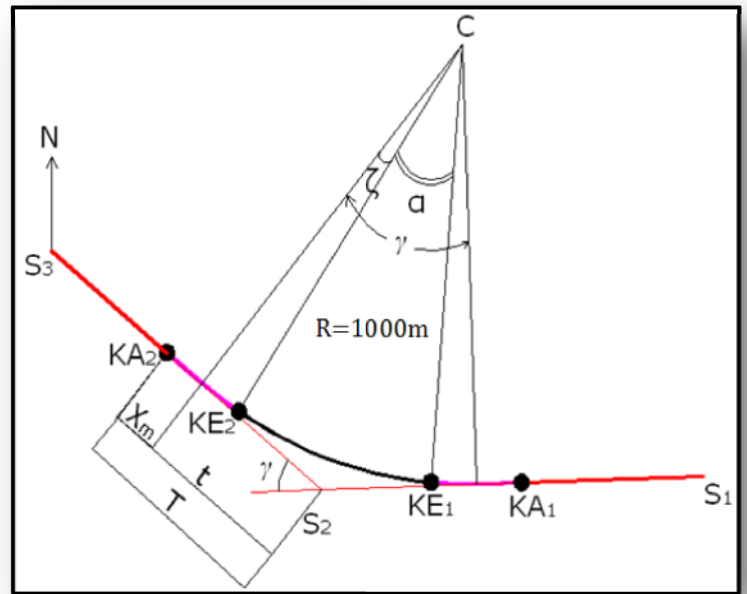
**Le 2<sup>ème</sup> tronçon entre le PK 3+875 et PK6+723**

**10) 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  $\gamma$  entre alignements.
- ✓ Calcul de la tangente  $T$ .
- ✓ Calcul de la corde  $SL$ .
- ✓ Calcul de l'angle polaire  $\sigma$ .
- ✓ Vérification de non chevauchement.
- ✓ Calcul de l'arc de cercle.
- ✓ Calcul des coordonnées des points singuliers.
- ✓ calcul de kilométrage des points particuliers.



**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:

$V_B = 100 \text{ km/h}$	X(m)	Y(m)	$R_1(m)$
$S_1 (P_1)$	255683.8689	4025677.8402	1000
$S_2 (P_2)$	256366.8600	4025482.1200	
$S_3 (P_3)$	257221.0264	4024540.0192	

## ❖ Détermination de L :

## ▪ Condition de confort optique :

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

On prendre  $\Delta R = 1\text{m}$

$$\text{Donc } L \geq \sqrt{24 \times 1000 \times 1} = 154.92\text{m} \dots \dots \dots$$

1

## ▪ Condition de (confort dynamique+ gauchissement) :

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

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

$$\Delta d = d - (-2.5) \Rightarrow \boxed{d = 2.5\%}$$

$$L \geq \frac{5}{36} \cdot (2.5\% - (-2.5\%)) \cdot 100$$

$$L \geq 55.55\text{m} \dots \dots \dots$$

2

$$L = \max(154.92, 55.55).$$

$$\text{Donc on prend : } \boxed{L = 154.92\text{m}}$$

## ❖ Calcul du paramètre A :

$$\text{On sait que : } A^2 = L \cdot R$$

$$A = \sqrt{L \cdot R} = 393.60$$

$$\text{Donc on prend : } \boxed{A = 393.6}$$

La condition  $R/3 \leq A_{\min} \leq R$  elle est vérifiée, ( $333.33 \leq A_{\min} \leq 1000$ )

❖ Calcul de  $\Delta R$  :

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} = \frac{155^2}{24 \times 1000} \Rightarrow \boxed{\Delta R = 1.00\text{m}}$$

❖ **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.

$$G_{S1}^{S2} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \Rightarrow G_{S1}^{S2} = 200 - \arctg\left(\frac{|256366.8600 - 255683.8689|}{|4025482.1200 - 4025677.8402|}\right)$$

$$G_{S1}^{S2} = 117.76 \text{ gr}$$

$$G_{S2}^{S3} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \Rightarrow G_{S2}^{S3} = 200 - \arctg\left(\frac{|257221.0264 - 256366.8600|}{|4024540.0192 - 4025482.1200|}\right)$$

$$G_{S2}^{S3} = 153.12 \text{ gr}$$

❖ **Calcul de l'angle  $\gamma$  :**

$$\gamma = |G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}| = 35.36 \text{ gr}$$

❖ **Calcul de l'angle  $\tau$  :**

$$\tau = \frac{L}{2 \cdot R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{154.92}{2 \cdot 1000} \times \frac{200}{\pi} = 4.93 \text{ gr}$$

❖ **Vérification de non chevauchement :**

$$\tau = 4.94 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 35.36/2 = 17.68 \text{ gr} \quad \text{D'où : } \tau < \gamma/2 \quad \Rightarrow \quad \text{pas chevauchement}$$

❖ **Calcul des distances :**

$$\overline{s1 s2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(682.9911)^2 + (-195.72)^2} = 710.40 \text{ m}$$

$$\overline{s2 s3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(854.1664)^2 + (-942.101)^2} = 1271.6739 \text{ m}$$

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

$$X_m = \frac{A^2}{2 \cdot R} = \frac{L}{2} = 77.46 \text{ m}$$

❖ **Abcisse de KE :**

$$x = L \left(1 - \frac{L}{40 \cdot R^2}\right) = 154.919 \text{ m.}$$

❖ **Origine de KE :**

$$y = \frac{L^2}{6.R} = 4.00\text{m}$$

❖ **Calcul de la tangente :**

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg}\left(\frac{y}{2}\right), \text{ On a: } L/R = 0.155$$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta R/R = 0.001012 \Rightarrow \Delta R = 1.012 \\ X_m/R = 0.077893 \Rightarrow X_m = 77.893 \\ X/R = 0.155723 \Rightarrow X = 155.723 \\ Y/R = 0.004045 \Rightarrow Y = 4.045 \end{array} \right.$$

$$\text{Donc : } T = 77.893 + (1000+1.012) \cdot \operatorname{tg}(17.68) = 363.26\text{m.}$$

❖ **Calcul des Coordonnées SL :**

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(155.723)^2 + (4.045)^2} = 155.77\text{m.}$$

❖ **Calcul de  $\sigma$  :**

$$\sigma = \operatorname{arctg}\left(\frac{y}{x}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{4.045}{155.723}\right) = 1.65 \text{ gr.}$$

❖ **Calcul de l'arc :**

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 35.36 - 9.88 = 25.48\text{gr.}$$

$$K_{E1} K_{E2} = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{200} = \frac{1000 \times \pi \times 25.48}{200} = 400.036\text{m.}$$

❖ **Calcul des coordonnées des points singuliers :**

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{KA1} = X_{S1} + (\overline{s1 s2} - T) \sin(G_{S1}^{S2}) = 256017.588\text{m.} \\ Y_{KA1} = Y_{S1} + (\overline{s1 s2} - T) \cos(G_{S1}^{S2}) = 4025582.248\text{m.} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{KA2} = X_{S2} + T \sin(G_{S2}^{S3}) = 256610.8216\text{m.} \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + T \cos(G_{S2}^{S3}) = 4025212.981\text{m.} \end{array} \right.$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + SL\sin(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 256168.397\text{m.} \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL\cos(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 4025543.249\text{m.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - SL\sin(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 256509.2298\text{m.} \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - SL\cos(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 4025331.063\text{m.} \end{cases}$$

❖ **Calcul de point kilométrique des points singuliers :**

$$PK_{KA1} = PK_{S1} + \overline{s1\ s2} - T = 0 + 710.40 - 363.26 = 0 + 346.84\text{m}$$

$$PK_{KE1} = PK_{KA1} + L = 346.84 + 154.92 = 0 + 501.76\text{m}$$

$$PK_{KE2} = PK_{KE1} + K_{E1}K_{E2} = 0 + 848.6\text{m}$$

$$PK_{KA2} = PK_{E2} + L = \mathbf{1+3.52\ m}$$

Les résultats de calcul d'axe sont joints en annexe

# CHAPITRE III

## PROFIL EN LONG

## Chapitre III: PROFIL EN LONG

### 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.*

### 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.*

### 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 :
- $R_{vertical} > 6 R_{horizontal}$  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.

### 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.

#### 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 inférieur à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

#### 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 ( $i_{max} = 6\%$ ) dans le franchissement de la côtère.

**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

**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 :

**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'ou :

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

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<sub>a</sub>* : Hauteur de l'œil au dessus de la chaussée = 1.10 m

*h<sub>g</sub>* : Hauteur de l'obstacle =1.20 m

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de bas Vr=80Km/h et pour la catégorie I on à :

Rayon	symbole	Valeur (m)
Min-absolu	<i>R<sub>vm</sub></i>	2500
Min- normal	<i>R<sub>vN</sub></i>	6000
Dépassement	<i>R<sub>vd</sub></i>	11000

b) Raccordements concaves (angle rentrant) :

ans le cas de raccordement 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 assurer pour un rayon satisfaisant la relation :

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

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

**6) Détermination pratique du profil en long :**

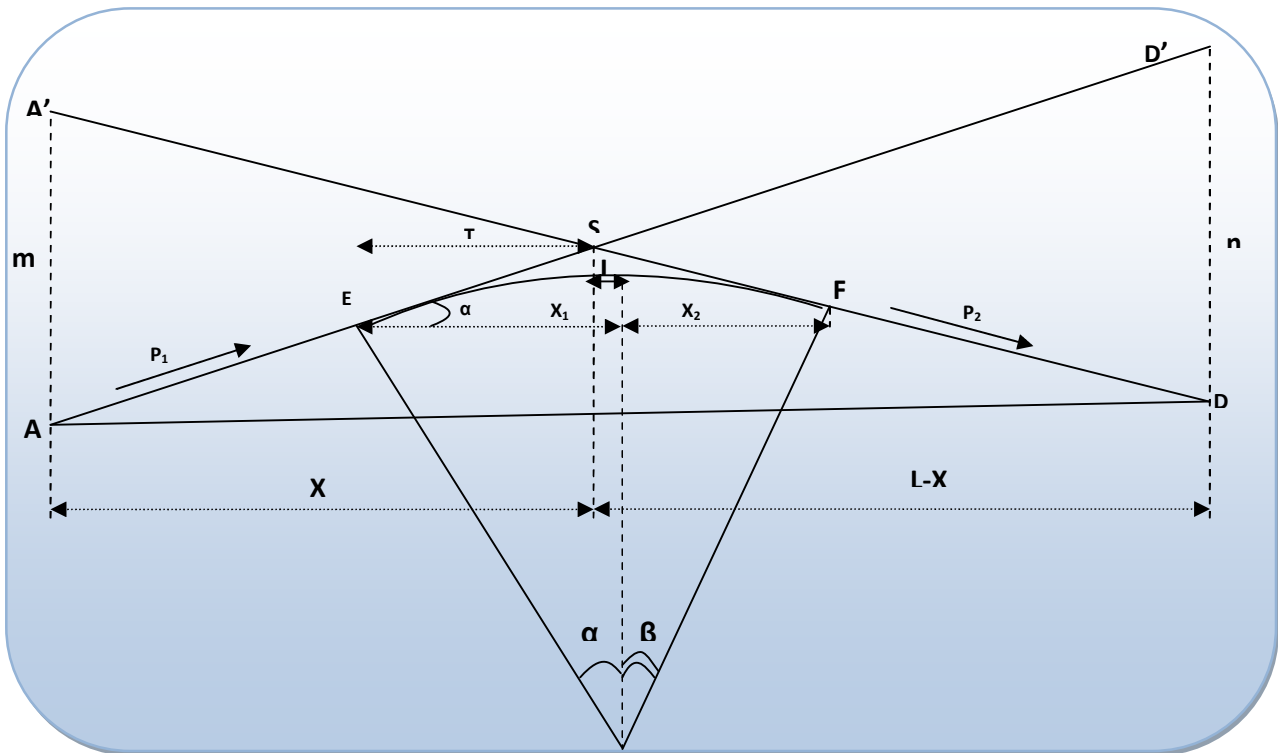
Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

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

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

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

- ✓ Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.
- ✓ Donnée La pente P1 de la droite (AS).
- ✓ Donnée la pente P2 de la droite (DS).
- ✓ Donnée le rayon R.



**a) Détermination de la position du point de rencontre (s) :**

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

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

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

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

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

**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.

$$E \left\{ \begin{array}{l} X_E = x_S - T \\ Z_E = z_S - T \cdot P_1 \end{array} \right. \quad F \left\{ \begin{array}{l} X_F = x_S + T \\ Z_F = z_S + T \cdot P_2 \end{array} \right.$$

**c) Projection horizontale de la longueur de raccordement :**

$$LR = 2T$$

**d) Calcul de la flèche :**

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

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

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

**f) Calcul des cordonnées du sommet de la courbe :**

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

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

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.

**7) Choix des éléments géométriques :**

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

✓ **Les rayons verticaux:**

<b><math>R_v</math> concave(m)</b>	<b>4000</b> (2)	<b>6000</b> (2)	<b>5680</b> (1)	
<b><math>R_v</math> convexes (m)</b>	<b>8000</b> (1)	<b>5000</b> (2)	<b>10000</b> (1)	<b>2500</b> (1)

✓ **La déclivité (max et min):**

$I_{max} = 6.599 \% > 6\%$ , à cause de la topographie difficile et pour des raisons économiques on était obligé de dépasser la déclivité maximale.

$$I_{min} = 0.999\% \geq I_{min}(B40).$$

**8) Exemple de calcul de profil en long :**

**a- Cas d'un Raccordements convexes :**

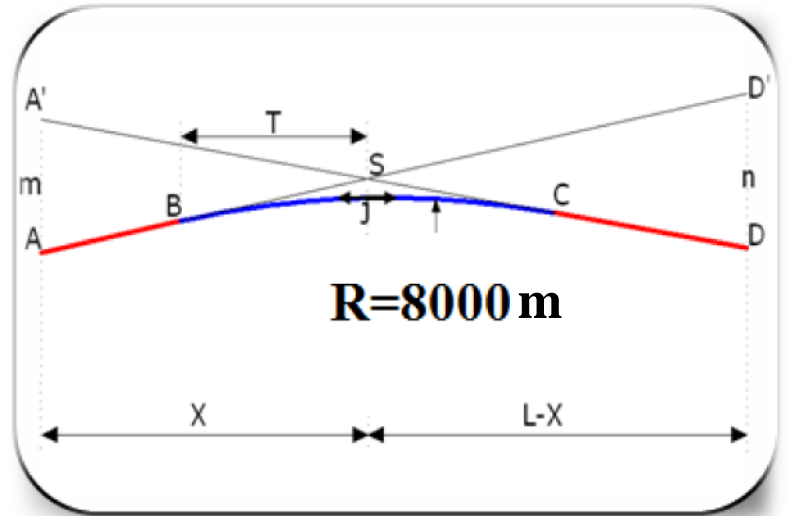
• **Raccordement N°1 :**

R=8000 m

A:  $\begin{cases} S_A = 00.00 \text{ m} \\ Z_A = 889.490\text{m} \end{cases}$

S:  $\begin{cases} S_S = 675.100 \text{ m} \\ Z_S = 896.710 \text{ m} \end{cases}$

D:  $\begin{cases} S_D = 1242.500 \text{ m} \\ Z_D = 891.040\text{m} \end{cases}$



✓ Calcul des pentes :

$i_1 = \left| \frac{(Z_S - Z_A)}{(S_S - S_A)} \right| = \left| \frac{(896.710 - 889.490)}{(675.100 - 00.00)} \right| = 1.069\%$   
 $i_2 = \left| \frac{(Z_S - Z_D)}{(S_S - S_D)} \right| = \left| \frac{(896.710 - 891.040)}{(675.100 - 1242.500)} \right| = -0.999\%$

✓ Calcul des tangentes :

$T = (|i_1| + |i_2|) \times R/2 = (|1.069\%| + |-0.999\%|) \times 20000/2 = 82.72\text{m}$ .

✓ Calcul des flèches :

$H = T^2/2R = (82.72)^2 / (2 \times 8000) = 0.427\text{m}$ .

✓ Calcul des coordonnées des points de tangentes :

✚ Calcul des coordonnées du point B:

$\begin{cases} S_B = S_S - T = 675.100 - 82.72 = 592.38 \text{ m} \\ Z_B = Z_S - T \times |i_1\%| = 896.710 - 82.72 \times |1.069\%| = 895.825 \text{ m} \end{cases}$

✚ Calcul des coordonnées du point C :

$\begin{cases} S_C = S_S + T = 675.100 + 82.72 = 757.82 \text{ m} \\ Z_C = Z_S - T \times |i_2\%| = 896.710 - 82.72 \times |-0.999\%| = 895.883 \text{ m} \end{cases}$

✓ Calcul de la longueur de la courbe :

$L = 2 \times T = 2 \times 82.72 = 165.44\text{m}$ .

*Cas d'un Raccordements concave :*

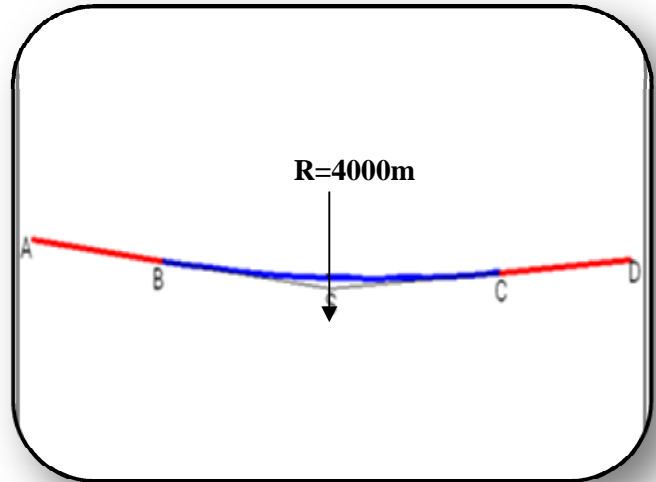
• Raccordement N°02 :

R= 4000 m

A :  $\begin{cases} S_A = 675.100 \text{ m} \\ Z_A = 896.710 \text{ m} \end{cases}$

S:  $\begin{cases} S_S = 1242.500 \text{ m} \\ Z_S = 891.040 \text{ m} \end{cases}$

D:  $\begin{cases} S_D = 1992.040 \text{ m} \\ Z_D = 940.030 \text{ m} \end{cases}$



Calcul des pentes :

$i_1 = \left| \frac{(Z_S - Z_A)}{(S_S - S_A)} \right| = \left| \frac{(891.040 - 896.710)}{(1242.500 - 675.100)} \right| = -1.00\%$

$i_2 = \left| \frac{(Z_S - Z_D)}{(S_S - S_D)} \right| = \left| \frac{(891.040 - 940.030)}{(1242.500 - 1992.040)} \right| = 6.536\%$

Calcul des tangentes :

$T = (|i_1| + |i_2|) \times R/2 = (|-1.00\%| + |6.536\%|) \times 4000/2 = 150.72 \text{ m.}$

Calcul des flèches :

$H = T^2/2R = (150.72)^2 / (2 \times 4000) = 2.839 \text{ m.}$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

✚ Calcul des coordonnées du point B :

$\begin{cases} S_B = S_S - T = 1242.500 - 150.72 = 1091.78 \text{ m} \\ Z_B = Z_S + T \times |i_1\%| = 891.040 + 150.72 \times |1\%| = 892.547 \text{ m} \end{cases}$

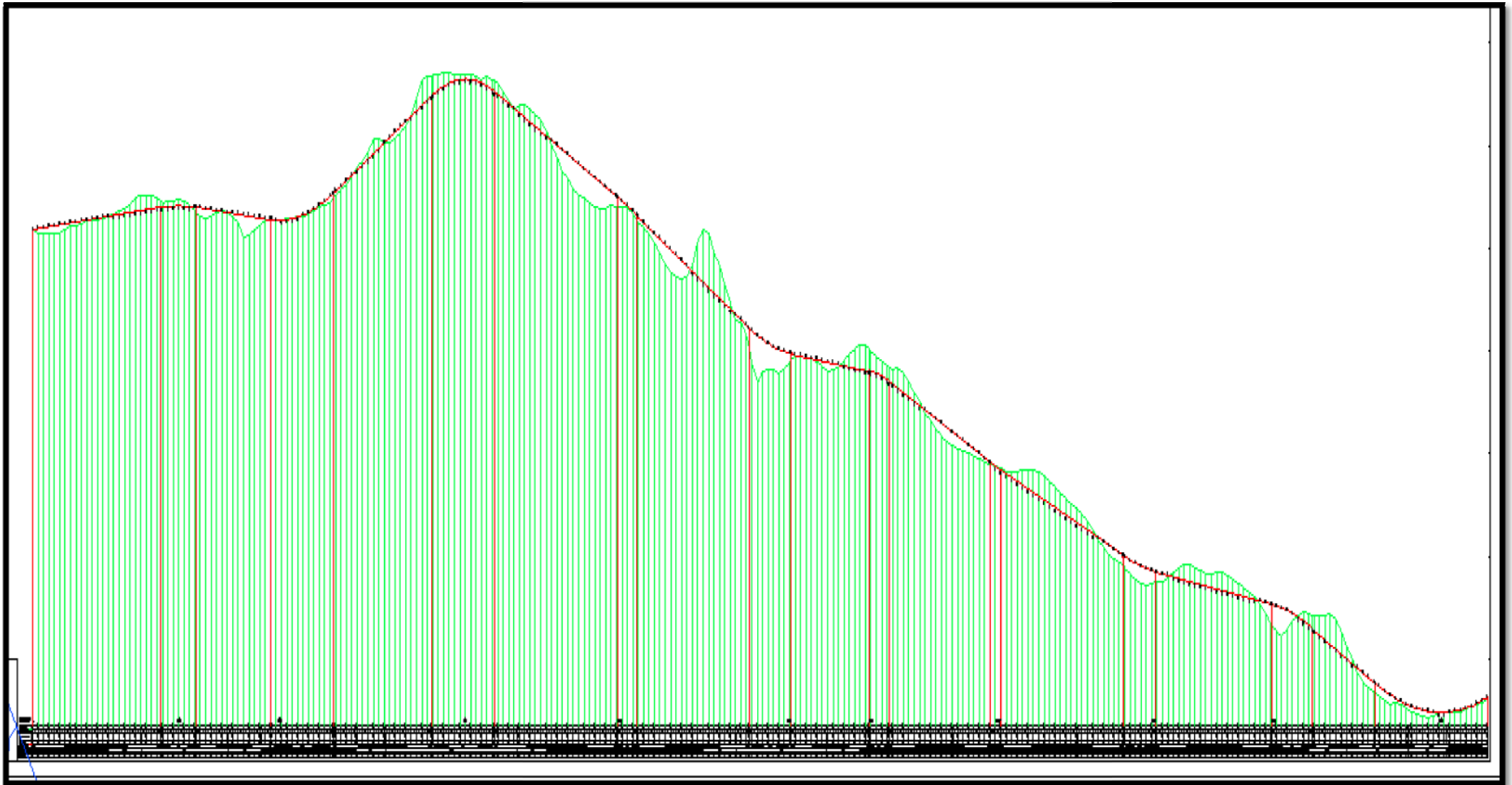
✚ Calcul des coordonnées du point C :

$\begin{cases} S_C = S_S + T = 1242.500 + 150.72 = 1393.22 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + T \times |i_2\%| = 891.040 + 150.72 \times |6.536\%| = 900.891 \text{ m} \end{cases}$

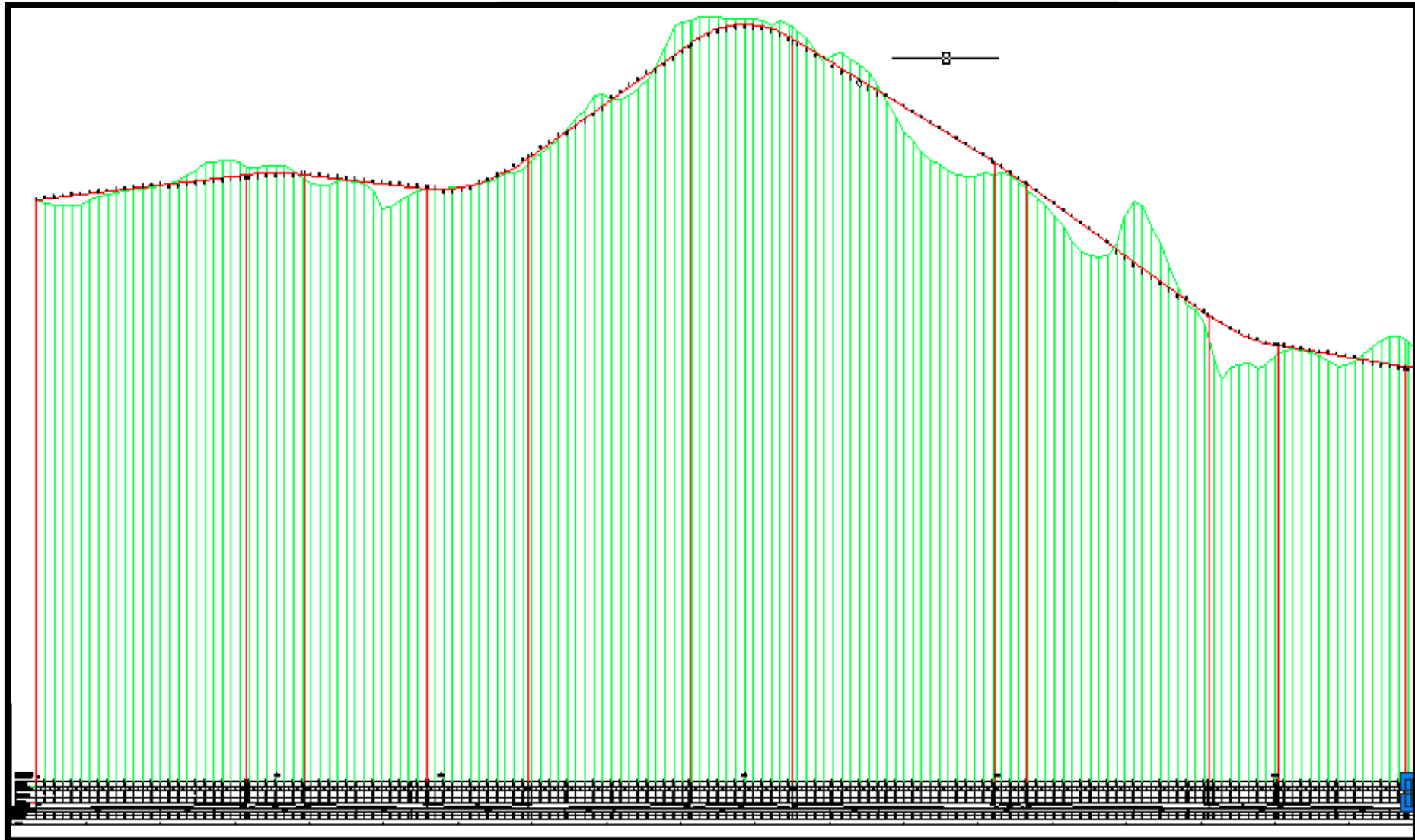
Calcul de la longueur de la courbe :

$L = 2 \times T = 2 \times 150.72 = 301.44 \text{ m.}$

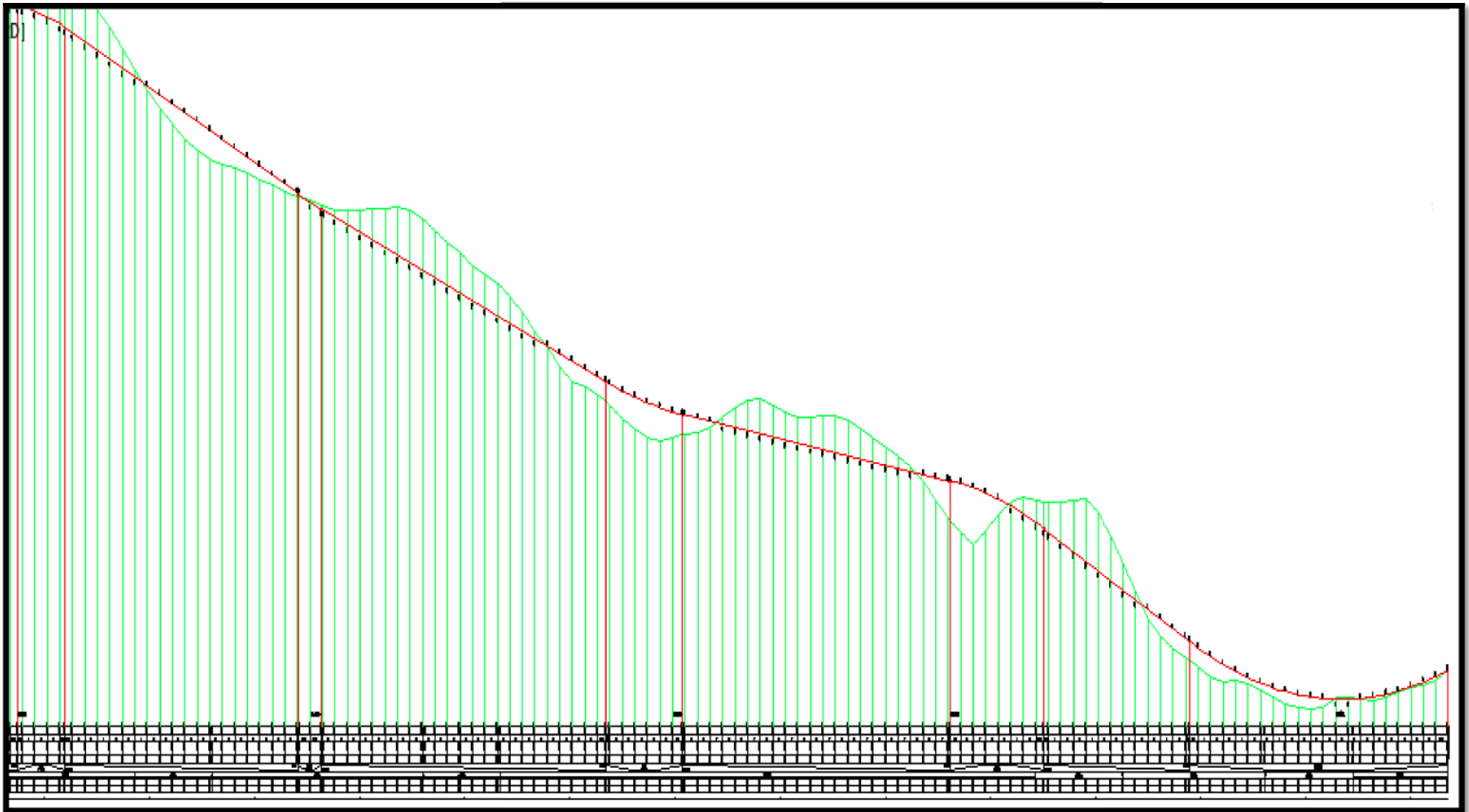
**Les résultats de calcul sont joints en annexe**



profil en long



Le 1<sup>er</sup> tronçon entre le PK 0+000 et le PK 3+875



Le 2<sup>ème</sup> tronçon entre le PK 3+875 et PK6+723

# CHAPITRE IV

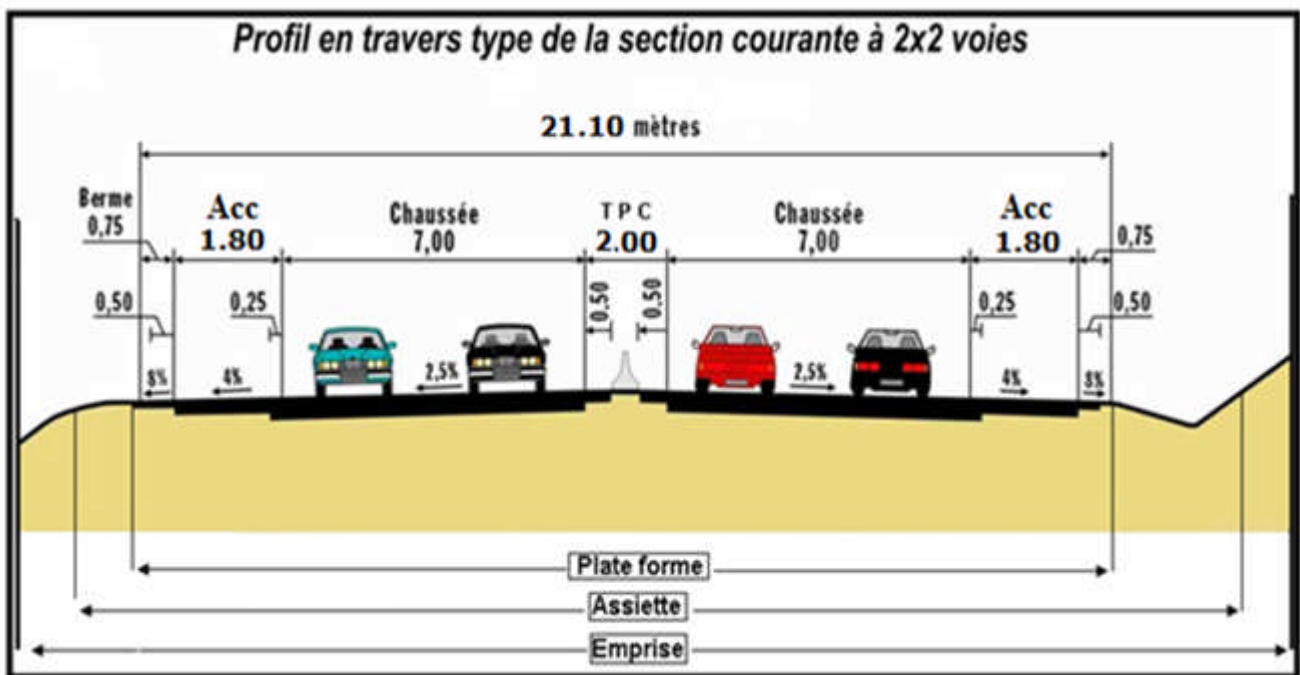
## PROFIL EN TRAVERS

## Chapitre IV: PROFIL EN TRAVERS

### 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...).

### 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.

### 3) Classification du profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

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

#### 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.

#### 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.

### 4) Application au projet :

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

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- ✓ deux chaussées de deux voies de 3.5m chacune :  $(2 \times 3.5) \times 2 = 14.00m$ .
- ✓ un terre-plein central de 2 m : 2.00m.
- ✓ accotement de 1.80m :  $2 \times 1.8 = 3.60m$ .
- ✓ une berme de 0.75m pour chaque côté. :  $2 \times 0.75 = 1.50 m$ .

**La largeur de la plateforme de l'évitement est de 21.1m.**

# CHAPITRE V

# CUBATURES

## Chapitre V: LES CUBATURES

### 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.

### 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.

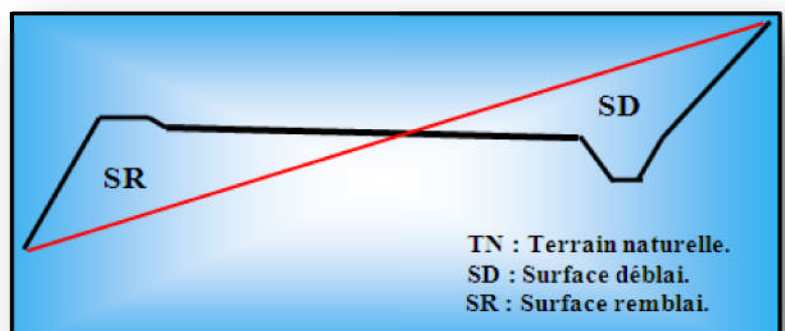
### 3) Méthode de calcul des cubatures :

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.

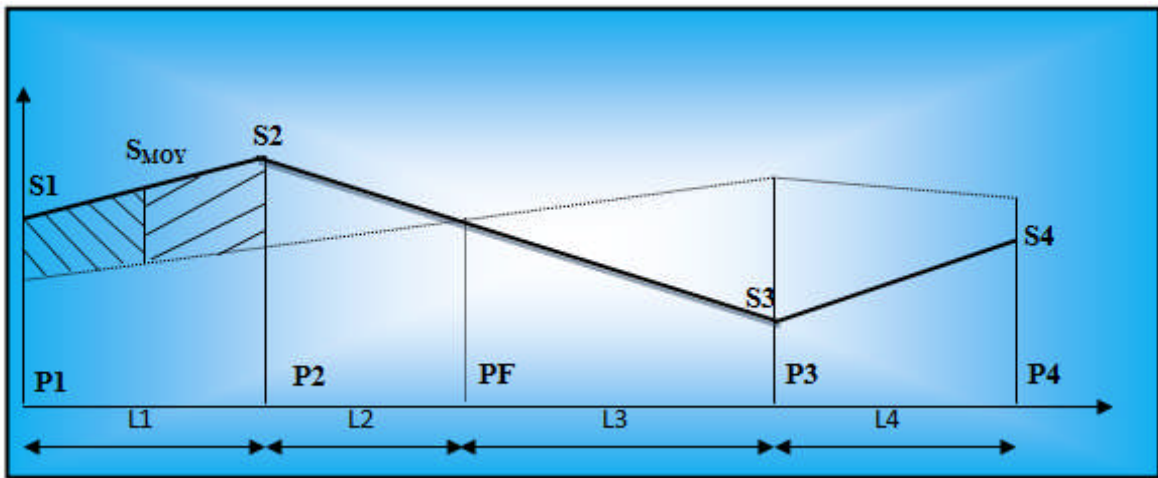
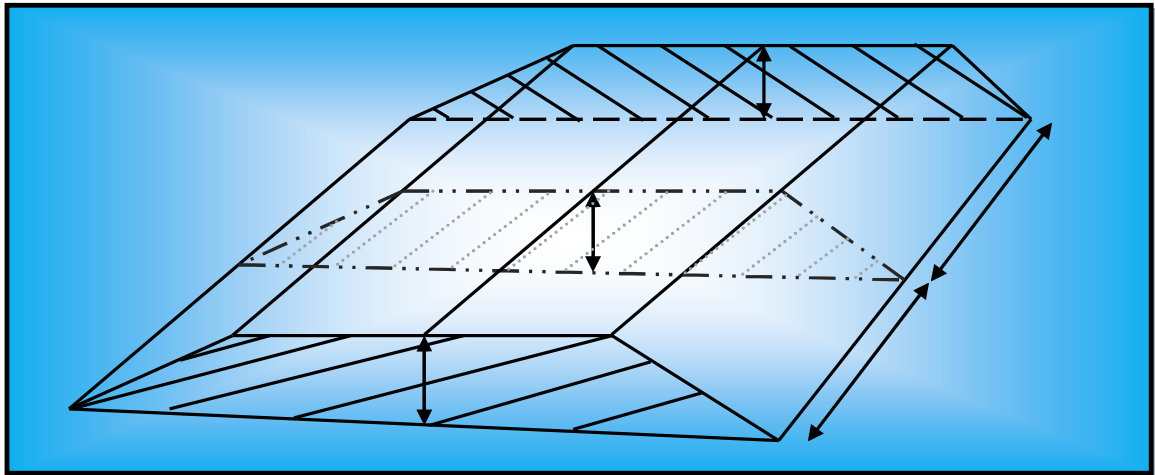
On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.



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 Pi.
- ✓ Li : distance entre ces deux profils.
- ✓ S<sub>MOY</sub> : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li).

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions  $S_{MOY}$  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 membre à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

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

#### 4) Calcul des cubatures de terrassement :

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel « **Piste 5.06** ».

**Voir L'Annexe**

# CHAPITRE VI

## ETUDE GEOTECHNIQUE

## Chapitre VI: ETUDE GEOTICHNIQUE

### 1) Introduction :

*La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profile en long. En effet une fois réalisée la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation, pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométrique mais aussi de bonnes caractéristiques mécanique lui permettant de résister à toutes ces charges pendant toute sa durée de vie. La qualité de la construction des chaussée joue à ce titre un rôle primordiale celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser.*

### 2) Les objectifs principaux d'une étude géotechnique :

- *Au stade des études, de bien définir le projet : optimisation du mouvement des terres, dimensionnement du corps de chaussée, choix des matériaux, etc.*
- *Au stade de l'exécution, de réaliser les travaux avec le minimum d'aléas possibles : choix des moyens et des matériels adaptés à la nature des soles rencontrés, méthode d'exécution.*

### 3) Les différents essais en laboratoire :

*Les essais réalisés en laboratoire sont :*

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

*Le calcul de l'épaisseur des chaussées souples nécessitera des prélèvements destinés à des essais CBR en laboratoire.*

a) Analyse granulométrique :

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  $80\mu\text{m}$ .



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'informité

- 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  $C_u \geq 2$

**b) 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 5mm. 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  $h_2$  du sable et la hauteur  $h_1$  du sommet du flocculat.

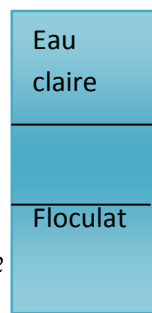
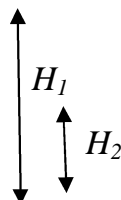
On calcule ensuite :

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

$ES = 0$  : Argile pure.

$ES = 40$  : Sol peu plastique.

$ES = 100$  : sable pure.



**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.



Schématization de l'appareil de Casagrande

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

1- 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.

2- 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 3mm).

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 :

$IP < 12$   $\longrightarrow$  faiblement argileux.

$12 \leq IP < 25$  —————> moyennement argileux.

$25 \leq IP < 40$  —————> argileux.

$IP \geq 40$  —————> très argileux.

### d) Essai PROCTOR :

L'essai PROCTOR est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol prévu pour l'étude, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».



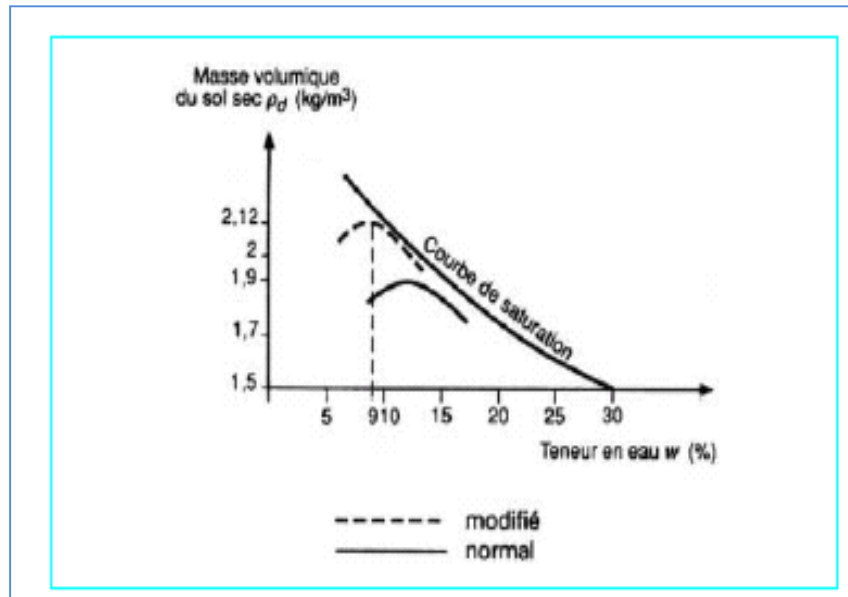
Essai Proctor

L'essai est répété plusieurs fois de suite pour des échantillons portés à des teneurs en eau croissantes (4%,6%,10% ,12%,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.



Courbe 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).

e) 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

**Interprétation d'essai CBR**

f) **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 soumit 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
$\leq 15$	Très bon à bon
15-20	Bon à moyen
20-30	Moyen à faible
$\geq 30$	Médiocre

**Interprétation du LA**

**g) 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 matériaux 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
$\leq 13$	Très bon à bon
13 – 20	Bon à moyen
20 – 25	Moyen à faible
$\geq 25$	Médiocre

**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.*

## 4) RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE

### 4.1 Programme de reconnaissance

Le programme de reconnaissance fût arrêté par le notre bureau d'études S.E.T.S de sétif. Il a consisté en l'exécution des puits à ciel ouvert aux endroits indiqués sur le tracé en plan.

C'est ainsi qu'ont été creusés à l'aide d'une pelle mécanique neuf (9) puits d'une profondeur variable de 1à2m.

Dans les puits ont été prélevés des échantillons de sol de différente nature.

### 4.2 Description des sols rencontrés

Les coupes ci-après illustrent la lithologie des différentes couches de sol rencontrées et leur niveau de séparation, du moins jusqu' à la profondeur d'investigation.

*Puits 1 PK 0 + 302*

- 0.0 – 0.7m : terre végétale
- 0.7- 2.0 : argile limoneuse

*Puits 3 PK 1 + 468*

- 0.0 – 0.4m : terre végétale
- 0.4- 1.5m : argile marneuse
- 1.5 – 2.0m : éboulis marneux

*Puits 4 PK 1 + 727*

- 0.00 – 0.4 : terre végétale
- 0.4 – 1.3m : argile limoneuse
- 1.3 – 2.0m : éboulis marneux

*Puits 5 PK 2 + 324*

- 0.00 – 0.5m : terre végétale
- 0.50 – 2.0m : limon encrouté

*Puits 6 PK 2+ 924*

- 0.0 – 0.30m : terre végétale
- 0.30 – 2.0m : encroutements calcaires

*Puits 7 PK 3 + 543*

- 0.0 – 0.4m : terre végétale
- 0.4 – 1.2m : argile limoneuse
- 1.2 – 2.0m : encroutements calcaires

*Puits 8 PK 3 + 925*

- 0.0 – 0.3m : terre végétale
- 0.3 – 2.0m : argile limoneuse

*Remarque : la présence d'eau sur profondeur de 1.80 m.*

*Puits 9 PK 4 + 412*

- *0.0 – 0.3m : terre végétale*
- *0.3 – 1.8m : argile limoneuse*
- *1.8 – 2.0m : éboulis marneux*

*Puits 10 PK 5 + 673*

- *0.0 – 0.3m : terre végétale*
- *0.3 – 2.0m : limon argileux*

### **5) Caractéristiques physiques des sols :**

*L'examen des valeurs des différentes caractéristiques permet de porter pour ce type de sol testé les éléments d'appréciation suivants :*

- *Teneur en eau*

*Selon que l'argile se tient en profondeur 1m où en surface, elle va du simple au double, c'est-à-dire dans une plage de variation de 21 à 34%. La valeur élevée est, tout à fait évident, due à cette période estival de prélèvement.*

- *Plasticité*

*La plasticité d'un sol est appréhendée par la méthode classique de limite liquidité et de plasticité. Cet essai exécuté selon le mode opératoire permet de déduire la teneur en eau dite de liquidité (WI), et l'indice de plasticité (Ip)*

*Sur les échantillons testés, les valeurs des trois paramètres varient ainsi :*

- *LL= 30 à 67*
- *IP = 12 à 41*

*Un tel seuil de la valeur IP indique que les sols sont moyennement à très plastiques.*

- *La granulométrie*

*L'analyse granulométrique fait ressortir un sol composé essentiellement de fines (inférieurs à 80u), soit un taux supérieur à 30%*

### **Caractéristiques mécaniques**

*Par caractéristiques mécaniques, on entend les caractéristiques de compactage et la portance des sols.*

*Ainsi, ont été effectués les essais Proctor Modifié et CBR à 95% de l'OPM sur le sol support.*

- **Essai Proctor modifié** : sera déterminé au  $\gamma_d$  maximum et la teneur en eau correcte des matériaux.
  - ✚  $\gamma_d = 1.36$  à  $1.62 \text{ t/m}^3$
  - ✚  $W\% = 15$  à  $22\%$
- **Essais de poinçonnement CBR** : La détermination d'indice portant des sols par dimensionnement de la chaussée sera effectuée à partir d'essais de poinçonnement CBR. Les essais seront élaborés par explosion de 3 échantillons moulés, aux valeurs proches de celles obtenues lors des Proctor.
  - Essai CBR à 95% OPM < 5
- **Classification des sols support** :

Pour classer les sols, nous avons utilisé la classification dite « GTR ».

Selon cette dernière les sols analysés se situent respectivement dans les catégories ainsi :

puis	Wn %	Granularité			Argilosité		OPN		IPI	Class GTR	
		Dmax	%2mm	80 $\mu$	LL%	IP%	$\gamma_d(T/m^3)$	W%			
K1	22.2	≤50mm	91%	79.5%	66.74	41.22	1.39	18.2	< 5	A <sub>4</sub>	
K3	23.70	≤50mm	99%	94.95%	54.1	25.6	1.53	15.6	<5	A <sub>3</sub>	
K4	30.13	≤50mm	97%	92.25%	58.81	29.76	1.62	17.5	<5	A <sub>3</sub>	
K5	25.63	≤50mm	91%	78.05%	46.12	19.84	1.39	18.4	2.57	A <sub>2</sub>	
K6	16.43	Matériaux rocheux non évolutifs (calcaire fragmentable) $\gamma_d = 1.8T/m^3$									R <sub>23</sub>
K7	23.27	≤50mm	98%	97.76%	59.93	25.76	1.39	17.7	0.25	A <sub>3</sub>	
K8	21.41	≤50mm	99%	91.83%	67.79	32.47	1.37	22.5	0.14	A <sub>3</sub>	
K9	26.81	≤50mm	98%	88.56%	64.04	29.61	1.36	26.81	<5	A <sub>3</sub>	
K10	26.81	≤50mm	91%	71.05%	58.25	23.76	1.39	15.7	<5	A <sub>2</sub>	

L'ensemble des résultats est récapitulé dans les tableaux ci-après :

## 6) MATERIAU DE GITES D'EMPRUNT :

Les matériaux provenant des gîtes seront destinés aux remblais et éventuellement à la couche de forme.

Les matériaux provenant de déblais meubles pourront constituer un remblai avoisinant sous réserve qu'ils ne soient pas d'une nature marneuse friable ou argileuse sensible à l'eau.

### 6.1 Prospection de gîtes d'emprunt

Un gîte d'emprunt a été prospecté aux endroits indiqués par notre bureau d'étude :

Le gîte localisé à proximité immédiate d'Oueld El Kaim. Dans ce gîte, ont été exécutés deux sondages n'ayant mis en évidence qu'une couche de tuf calcaire graveleux.

6.2 Caractéristiques géotechniques des matériaux de gîte d'emprunt :

Le matériau prélevés de gîte d'emprunts ont fait l'objet d'analyses suivantes :

- Teneur en eau.
- Analyse granulométrique.
- Limite d'Atterberg.
- Essai Proctor Normal.

L'ensemble de résultats est récapitulé dans le tableau ci-après :

Gite	Wn%	Granularité			Argilosité		OPN		Class GTR
		Dmax	%2mm	80μ	LL%	IP%	γd(T/m3)	W%	
Gite Prof.0.2/1.5	13.51	>50mm	32	23.14	30.62	12.06	1.81	13.3	C1B6

6.3 Classification de matériau de gite.

Pour classer ces matériaux, nous avons utilisé la classification dite «GTE » relative à l'utilisation des sols ayant un usage routier. selon cette dernière le matériau de gite se situent respectivement dans les catégories suivantes : C1B6 , ces sols ne posent pas de problème d'utilisation en remblai sauf par pluie forte

# CHAPITRE VII

## DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

## Chapitre VII: DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

### 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.*

### 2) La chaussée:

#### 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 définie comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.*

#### 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.*

### 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) de 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, elle reprend les efforts verticaux et repartit 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 :

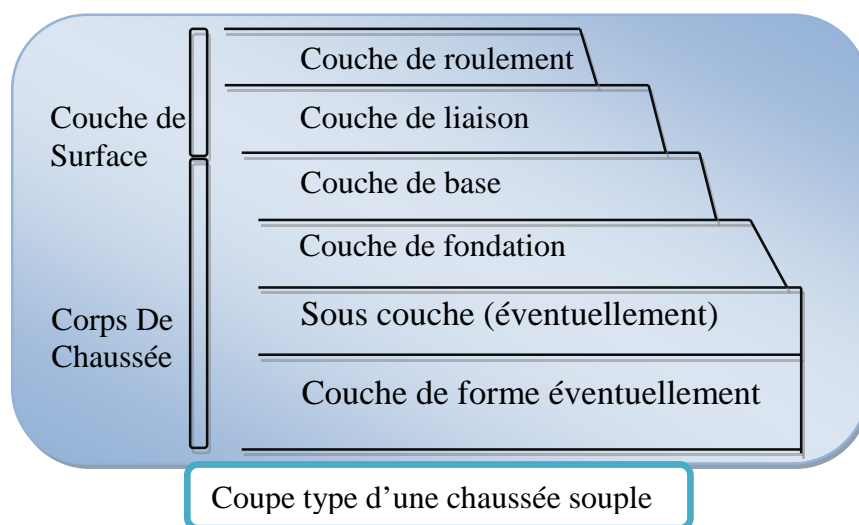
Complètement en matériaux non traités (en Algérie), elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, elle a le même rôle que celui de la couche de base.

#### ❖ 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.



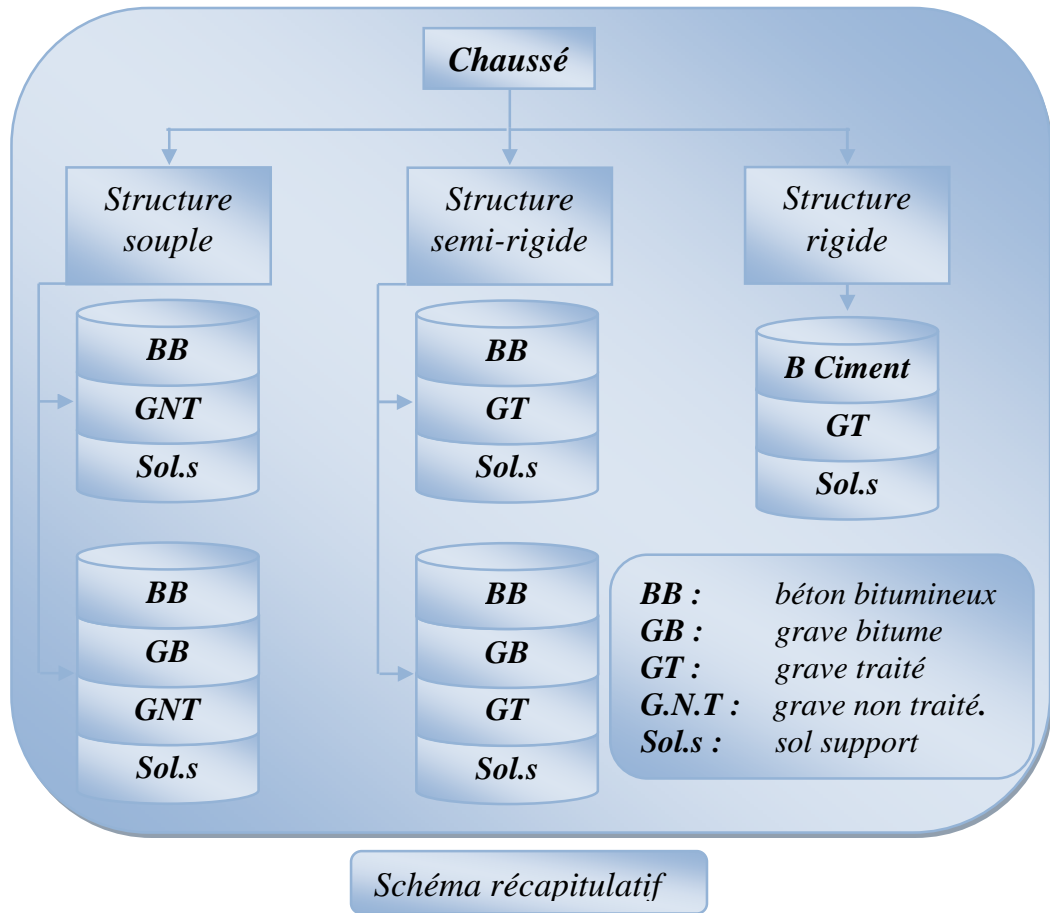
### Chaussée semi-rigide :

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 strictement 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.

### Chaussée rigide :

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



### 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 :

#### a) Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur a 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 :

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

$\tau$  : Taux de croissance du trafic.

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

### **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.*

### **c) Le Sol Support :**

*Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée » constitué 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.*

### **d) Matériaux :**

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

## **4) Les principales méthodes de dimensionnement :**

*On distingue deux familles de 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.*

### **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:*

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

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  $P = 6.5 \text{ t}$  (essieu 13 t)
- $\text{Log}$ : logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

Où:

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

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

▪ Coefficient d'équivalence :

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

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

b) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

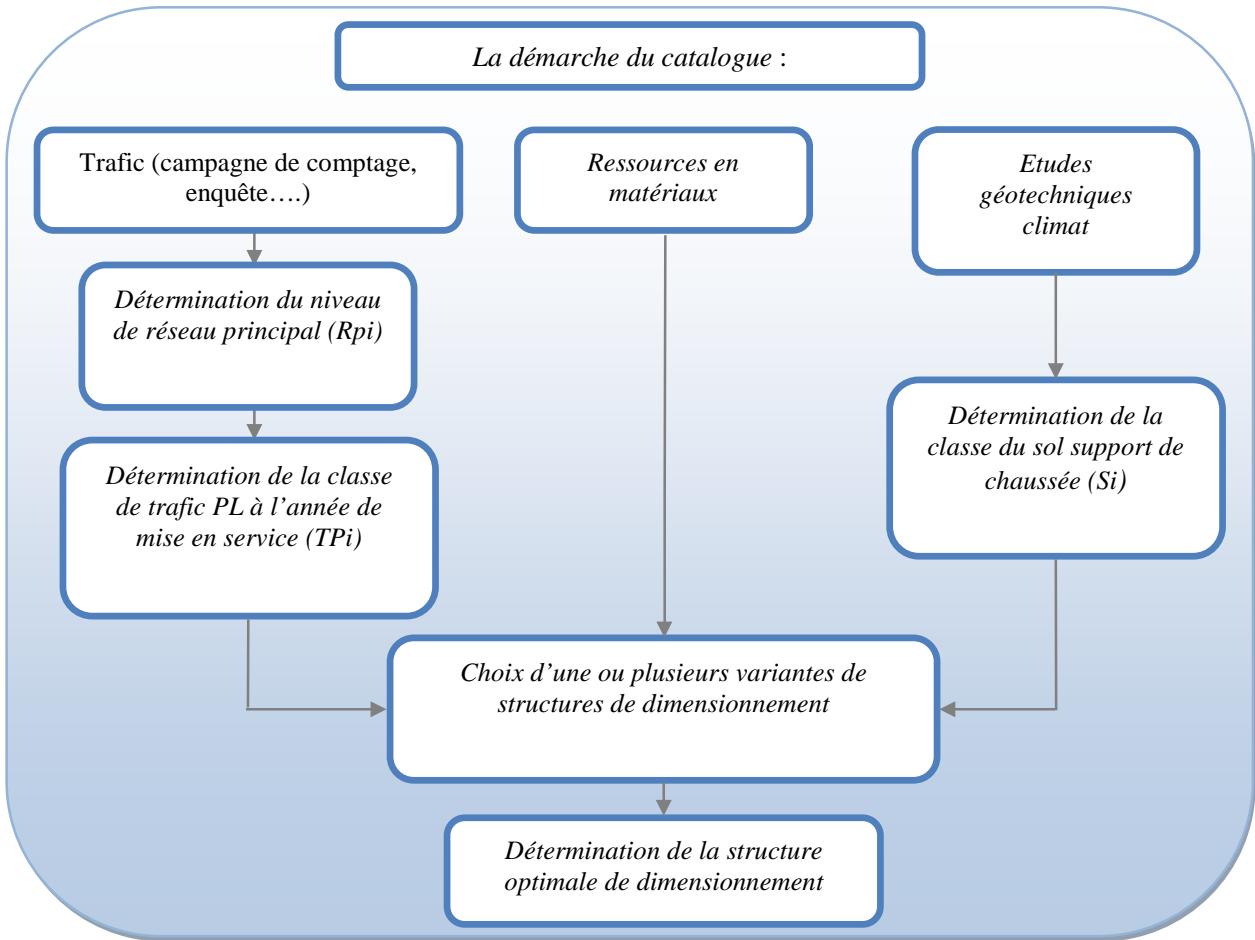
L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.

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.*



**5) Détermination de la classe du sol :**

<b>Classe de sol</b>	<b>Indice C.B.R</b>
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

**6) Caractéristiques du sol support :**

D'après le rapport géotechnique, nous avons un indice de  $CBR = 1$  (notre sol est de faible portance), donc la portance de sol support est de S4. On doit prévoir une couche de forme en matériau, pour améliorer la portance de sol support.

✓ **Amélioration de la portance du sol support :**

*La couche de forme a pour but d'améliorer la portance du sol support, Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de CF, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la CF.*

*Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant :*

<i>Portance de sol</i>	<i>Matériaux de CF</i>	<i>Epaisseur de CF Ecf</i>	<i>Portance visée</i>
<i>&lt;S4</i>	<i>Non traité</i>	<i>50cm (2couches)</i>	<i>S3</i>
<i>S4</i>	<i>Non traité</i>	<i>35cm</i>	<i>S3</i>
<i>S4</i>	<i>Non traité</i>	<i>60cm (2couches)</i>	<i>S2</i>
<i>S3</i>	<i>Non traité</i>	<i>40cm (2couches)</i>	<i>S2</i>
<i>S3</i>	<i>Non traité</i>	<i>70cm (2couches)</i>	<i>S1</i>

**Tableau: Amélioration du sol support**

**NB :** *Nous avons choisi le matériau non traité pour des conditions économiques. Pour notre cas on a un CBR=1 c S4, nous proposons Ecf =60cm (2couches) de Tuf pour obtenir un CBR compris entre 10 et 25 c S2.*

**7) Application au projet :**

**a) Méthode de C.B.R :**

Données de l'étude :

- Année de comptage : 2011.
- TJMA<sub>2011</sub>=6800 v/j
- Mise en service : 2013
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement :  $\tau = 4\%$
- Pourcentage de poids lourds :  $Z = 34\%$

Répartition de trafic :

$$TJMA_{2011} = 6800 \text{ (V/j)}$$

$$TJMA_{2011} = 3400 \text{ (V/j/sens)}$$

$$TPL_{2011} = 0,34 \times 3400 = 1156 \text{ PL /j/sens}$$

$$TPL_{2033} = (1 + \tau)^{22} \cdot PL_{2011} = (1 + 0,04)^{22} \times 1156 \approx 2740 \text{ (PL/j/sens)}$$

❖ Après l'amélioration du sol support ,on a un : C.B.R=10

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

$$e = [100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log(2740/10))] / (10 + 5)$$

$$E_{totale} = 41 \text{ cm.}$$

Epaisseur équivalente :

$$E_{équivalente} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3.$$

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :  $a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 41 \text{ cm.}$

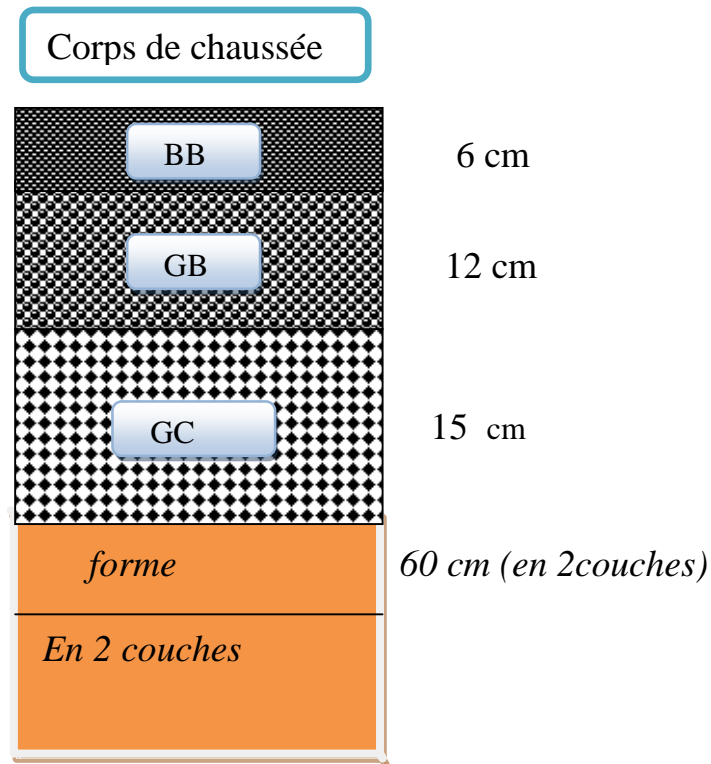
Pour résoudre l'équation précédente, on fixe 2 épaisseurs et on calcule la 3<sup>ème</sup>

- Couche de roulement en béton bitumineux (B.B) :  $a_1 \times e_1 = 6 \times 2 = 12 \text{ cm.}$
- Couche de base en grave bitume (G.B) :  $a_2 \times e_2 = 12 \times 1.5 = 18 \text{ cm.}$

Donc L'épaisseur de la couche fondation en Grave concassée ( $a_3=1$ )

$$e_3 = 41 - (12 + 18) = 11 \text{ cm. On prend : } e_3 = 15 \text{ cm}$$

$$E_{équivalente} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 6 \times 2 + 12 \times 1.5 + 1 \times 15 = 45 \text{ cm.}$$



### b) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

#### Données de l'étude :

- Année de comptage : 2011.
- $TJMA_{2011} = 6800$  v/j
- Mise en service : 2013
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement :  $\tau = 4\%$
- Pourcentage de poids lourds :  $Z = 34\%$

#### ✓ Détermination du type de réseaux principaux :

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

Réseau principal	Trafic (véhicules/jour)
<b>RP1</b>	<b>&gt;1500</b>
<b>RP2</b>	<b>&lt;1500</b>

$$TJMA_{2011} = 6800(V/j).$$

$6800(V/j) > 1500(V/j) \longrightarrow$  le réseau principale est RP1.

#### ✓ 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.

$$TJMA_{2011} = 6800 \text{ (V/j)}$$

$$TPL_{2011} = 0,34 \times 6800 = 2312 \text{ PL/j.}$$

$$TPL_{2013} = (1 + \tau)^2 \cdot PL_{2011} = (1 + 0,04)^2 \cdot 2312 = 2500 \text{ (PL/j).}$$

▪ **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 unidirectionnelles à 2 voies : 90% du trafic PL.

$$TPL_{2013} = 2500 \times 0,9 \times 0,5 = 1125 \text{ (PL/j/voie).}$$

▪ **détermination de la classe de trafic (TPL<sub>i</sub>) :**

*Les classes de trafic (TPL<sub>i</sub>) 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<sub>i</sub> pour RP1 :*

<b>TPL<sub>i</sub></b>	<b>TPL<sub>3</sub></b>	<b>TPL<sub>4</sub></b>	<b>TPL<sub>5</sub></b>	<b>TPL<sub>6</sub></b>	<b>TPL<sub>7</sub></b>
<b>PL/j/sens</b>	<b>150-300</b>	<b>300-600</b>	<b>600-1500</b>	<b>1500-3000</b>	<b>3000-6000</b>

$TPL = 1125 \text{ (PL/j/voie).} \longrightarrow$  La classe de trafic est TPL<sub>5</sub>.

▪ **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 S<sub>4</sub> à S<sub>0</sub>. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.*

<b>Portance (S<sub>i</sub>)</b>	<b>CBR</b>
<b>S<sub>4</sub></b>	<b>&lt;5</b>
<b>S<sub>3</sub></b>	<b>5-10</b>
<b>S<sub>2</sub></b>	<b>10-25</b>
<b>S<sub>1</sub></b>	<b>25-40</b>
<b>S<sub>0</sub></b>	<b>&gt;40</b>

- *classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :*

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

*S<sub>3</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>0</sub>. 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

$E \text{ (MPA)} = 5 \times 10 = 50 \text{ (MPA)}$  la classe de portance de sol support est de  $S_2$ .

✓ 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 : GB.
- Couche de fondation : GNT.
- 

▪ Détermination de la zone climatique :

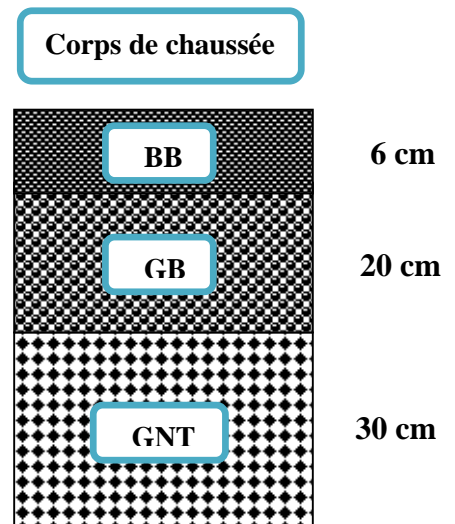
D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique I ( $700 > 600 \text{ mm/an}$ ).

▪ Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique I, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol ( $S_2$ ) et une classe de trafic (TPL5).

Dans le cadre de notre projet, nous avons proposé la structure suivante :  
(D'après le catalogue, fascicule 3)

- couche de roulement : BB = 6 cm.
- couche de base : GB = 20 cm.
- couche de fondation : GNT = 30 cm.



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

Il faudra vérifier que  $\varepsilon_t$  et  $\varepsilon_z$  calculées à l'aide d'Alize III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement a  $\varepsilon_{t,adm}$  et  $\varepsilon_{z,adm}$ .

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_0(10^\circ\text{C}, 25\text{hZ}) \times (\text{TCE}_i / 10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times Kc$$

$$\varepsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (\text{TCE}_i)^{-0.235}$$

$$\text{TCE}_i = \text{TC}_i \times A$$

$$\text{TC}_i = \text{TPL}_i \times 365 [((1+i)^n - 1) / i].$$

$$\text{TC}_{2033} = 1125 \times 365 [((1+0.04)^{20} - 1) / 0.04].$$

$$\text{TC}_{2033} = 1.22 \times 10^6 \text{ PL/J/sens.}$$

Niveau de réseau principal (RPi)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP <sub>1</sub>	<b>Chaussées a matériaux traités au bitume : GB/GC, GB /Tuf, GB/GC</b>	<b>0.6</b>
	Chaussées a matériaux traités au liants hydraulique : GL/GL, BCg / GC	1

Alors :

$$\text{TCE}_{2033} = 7.33 \times 10^6 \text{ PL/J/sens.}$$

▪ Choix des températures équivalentes :

Température équivalente $\theta_{eq}$ (C°)	Zone climatique		
	I et II	III	IV
	<b>20</b>	25	30

▪ performances mécaniques des matériaux bitumineux :

Matériau	E (30°,10 HZ) (MPa)	E (25°,10H Z) (MPa)	E (20°,10HZ ) (MPa)	E (10°,10HZ) (MPa)	$\epsilon_6(10^\circ c, 25$ $hZ)10^{-6}$	- 1/b	SN	$S_H$ (c m)	$\nu$	Kc cala ge
<b>BB</b>	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0.3 5	-
<b>GB</b>	3500	5500	7000	12500	100	6.8 4	0.4 5	3	0.3 5	1.3

Alors d'après Catalogue de DIMENSIONNEMENT des Chaussées Neuves et les tableaux ci-dessus on résume les paramètres suivant :

- $\theta_{eq}$  = température équivalent ( $\theta_{eq} = 20c^\circ$ ) =>  $E(20^\circ, 10Hz) = 7000$  MPa.
- Classe de trafic ( $TPL_5$ ).
- Risque adoptés pour réseau  $RP_1$  ( $R\% = 10$ ).
- $C$  : coefficient égal 0.02
- $t$  : fractile de la loi normale, en fonction du risque adopté ( $t = -1.282$ ).
- $b = -0.146$
- $Kne = \left(\frac{TCEI}{10^6}\right)^b = (7.33 \times 10^6 / 10^6)^{-0.146} = 0.779$
- $K\theta = \left(\frac{E(10^\circ C, 10Hz)}{E(\theta_{eq}, 10Hz)}\right)^{0.5} = (12500/7000)^{0.5} = 1.336$
- $KC = 1.3$
- $Kr = 10^{-tb\delta}$

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

$$\delta = \sqrt{(0.45)^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} 3\right)^2}$$

$$\delta = 0.609$$

$$\text{Donc: } Kr = 10^{0.146 \times -1.282 \times 0.609} = -0.769$$

A.N :

Déformation admissible verticale :

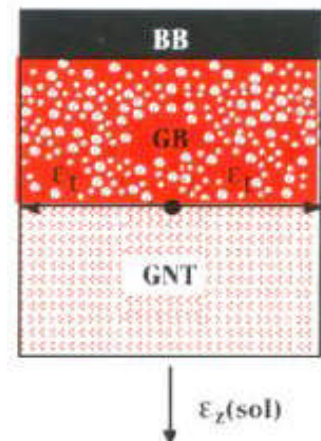
$$\epsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (7.33 \times 10^6)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z,adm} = 5.359 \times 10^{-4}$$

Déformation admissible de traction :

$$\epsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times 0.779 \times 1.336 \times 0.769 \times 1.3$$

$$\epsilon_{t,adm} = 1.04 \times 10^{-4}$$



## DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

### ✓ Résultats de calcul par Alize III :

Couche	Epaisseur (cm)	E(Mpa)	ν
<b>Roulement BB</b>	6	4000	0.35
<b>Base GB</b>	20	7000	0.35
<b>Fondation GNT</b>	30	125	0.25
<b>Sol</b>		50	0.35

\*

PROJET  
 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*    *          * .112E-03C* .984E+01B* -.926E-04C* .662E+01A*
*   * E= 40000. *          *          *          *          *          *
*   * NU= .35 *          *          *          *          *          *
*   * H1= 6.00 *          *          *          *          *          *
*   6.00*    *          * .512E-04C* .572E+01B* -.560E-04C* .601E+01B*
*   *----- COLLE -----*          *          *          *          *
*   6.00*    *          * .512E-04C* .759E+01B* -.588E-04C* .601E+01B*
*   * E= 70000. *          *          *          *          *          *
*   * NU= .35 *          *          *          *          *          *
*   * H2= 20.00 *          *          *          *          *          *
*   26.00*   *          * -.102E-03C* -.972E+01C* .943E-04B* .320E+00B*
*   *----- COLLE -----*          *          *          *          *
*   26.00*   *          * -.102E-03C* -.506E-01C* .270E-03B* .320E+00B*
*   * E= 1250. *          *          *          *          *          *
*   * NU= .25 *          *          *          *          *          *
*   * H3= 30.00 *          *          *          *          *          *
*   56.00*   *          * -.115E-03C* -.133E+00C* .180E-03C* .161E+00C*
*   *----- COLLE -----*          *          *          *          *
*   56.00*   *          * -.115E-03C* .133E-02B* .318E-03C* .161E+00C*
*   * E= 500. *          *          *          *          *          *
*   * NU= .35 *          *          *          *          *          *
*   * H4=INFINI *          *          *          *          *          *
*   *          *          *          *          *          *          *
*****
*   D      *          * 53.07MM/100 *          *          * R*D          *
*   R      *          * 778.64M *          *          * 41321.16M*MM/100 *
*****
  
```

MODULES ET CONTRAINTES EN BARS

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par Alizé III
$\epsilon_{t,adm} = 1.04 \times 10^{-4}$	$\epsilon_t = -1.02 \times 10^{-4}$
$\epsilon_{z,adm} = 5.359 \times 10^{-4}$	$\epsilon_z = 3.18 \times 10^{-4}$

D'après les résultats précédents :

$$\begin{cases} \epsilon_t < \epsilon_{t,adm} \\ \epsilon_z < \epsilon_{z,adm} \end{cases}$$

## 8) CONCLUSION :

### Résumé :

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

Indice C.B.R	Méthode	
	C.B.R	C.T.T.P
<b>10</b>	6BB +12GB+15GC	6BB+20GB+30GNT

*D'après le tableau ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante, alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importante.*

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

- *Augmentation de la longévité de la route.*
- *Disponibilité de crédit d'investissement à court terme pour éviter les fluctuations dans le cas d'un investissement différé à long terme.*
- *Minimiser les coûts d'entretien.*
- *Expérimentation de la méthode pour avoir un retour d'expérience suffisant pour sa généralisation et son adoption ou bien à sa révision selon les observations qui seront faites.*

# CHAPITRE VIII

## CHOIX ET CONCEPTION DU CARREFOUR

## Chapitre VIII: CHOIX ET CONCEPTION DU CARREFOUR

### 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.

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

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

- Les valeurs de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans le futur.
- Les types et les causes des accidents constatés dans les cas de l'aménagement d'un carrefour existant.
- Les vitesses d'approches à vide pratique.
- Des caractéristiques sections adjacents et des carrefours voisins.
- Respect de l'homogénéité de tracé.
- De la surface neutralisée par l'aménagement.

### 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.
- Objectifs de fonctionnement privilégié pour un type d'utilisateur.
- Objectifs de la capacité choisis.
- Objectifs de sécurité.

### 4) Les types de carrefours :

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

#### 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.

#### 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°).

### c) Carrefour à quatre branches (en croix) :

*C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi)*

### 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.*

## 5) Principes généraux d'aménagements d'un carrefour :

- *Les cisaillements doivent se produire sous un angle de  $90 \pm 20$  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.*

### 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.*

### 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.*

### 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.

D'après le **B40** :

En catégorie 1 et environnement 2,  $V_0 = 80\text{km/h}$  et  $V_B = 80\text{Km/h}$ . (4 voies).

$a = 2.5\text{m}$  (distance entre l'œil de conducteur du véhicule non prioritaire et la ligne d'arrêt)

$d'p$  (VP) = 175m.

- $d'p$  (PL) = 220m.
- $d'p$  (t.à.g) = 185m.
- $d'p$  (t.à.d) = 165m.

### 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.

### 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.

### f) Les couloirs d'entrée et de sortie:

Largeur de couloirs :

- Entrée 4.5 m (accotement dérasé 1.5m).
- Sortie 5.5 m (accotement dérasé 0.5m).

## 6) Application au projet :

- Choix de type de l'aménagement:

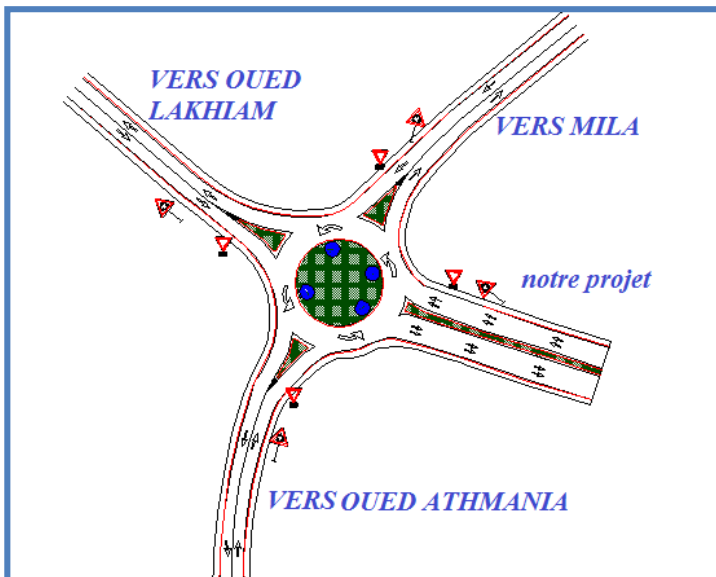
D'après les données du trafic de chaque bronche et L'environnement et la topographie du terrain d'implantation de chaque carrefour, notre choix de type d'aménagement est réparti comme suite :

- ✓ début de projet (intersection de l'évitement avec la RN5A ) : Carrefour giratoire en Y.

- ✓ fin de projet (intersection de l'évitement avec la RN5A) : Carrefour giratoire en Y.

### 1. Conception de carrefour giratoire(début de projet) situé au pk 0+00 km.

<i>Géométrie de l'anneau</i>	
<i>Coordonnées du centre</i>	<i>X=255675.5003m</i>
	<i>Y=4025688.2745m</i>
<i>Rayon extérieur</i>	<i>20 m</i>
<i>Rayon intérieur</i>	<i>13 m</i>
<i>Largeur d'anneau</i>	<i>8.000 m</i>
<i>Distance marquage extérieur</i>	<i>0.250 m</i>
<i>Distance marquage intérieur</i>	<i>0.250 m</i>

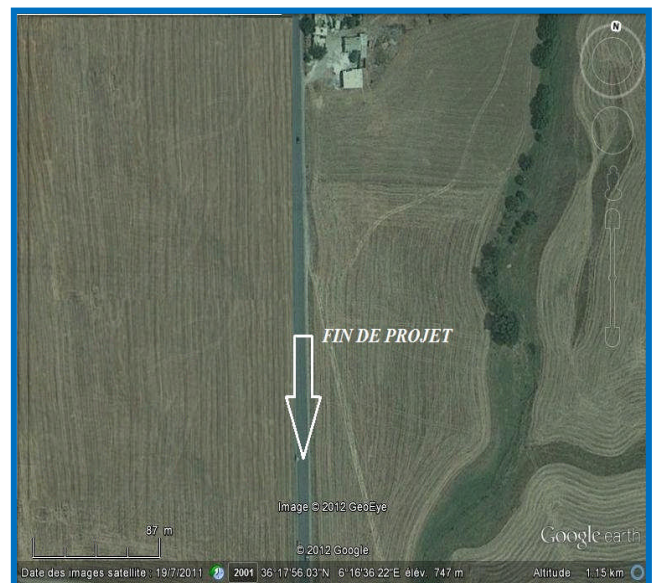
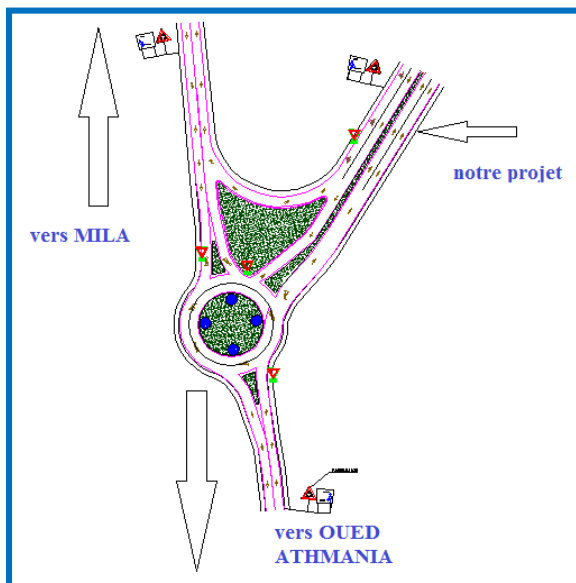


### Carrefour 1 au PK 00+000 : début de projet :

**2. Conception de carrefour giratoire (fin de projet)**

Situe au pk 6+723 km.

Géométrie de l'anneau	
Coordonnées du centre	X=255597.7286m
	Y=4020104.1690m
Rayon extérieur	20 m
Rayon intérieur	13 m
Largeur d'anneau	8.000 m
Distance marquage extérieur	0.250 m
Distance marquage intérieur	0.250 m



**Carrefour 02 au PK 6+723: fin de projet :**

# CHAPITRE IX

## ASSAINISSEMENT

## Chapitre IX: ASSAINISSEMENT

### 1) Introduction :

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire :

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, cunettes, rigoles, gondoles, etc....
- Les drainages : ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainant et canalisations drainant).
- Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...)

### 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.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de la portance de celle-ci et l'effet de gel).

### 3) Drainage des eaux souterraines :

#### 3.a) Nécessité du drainage des eaux souterraines :

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempe la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

Il faut donc veiller à éviter :

- ✓ La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- ✓ La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

### 3.b) Protection contre la nappe phréatique :

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation.

Si le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface, la teneur en eau du sol tend vers un état d'équilibre dont dépend la portance finale.

Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

soit dimensionner la chaussée en conséquence.

soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

Le choix de l'une ou l'autre de ces trois solutions dépend :

des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).

de l'importance des problèmes de gel.

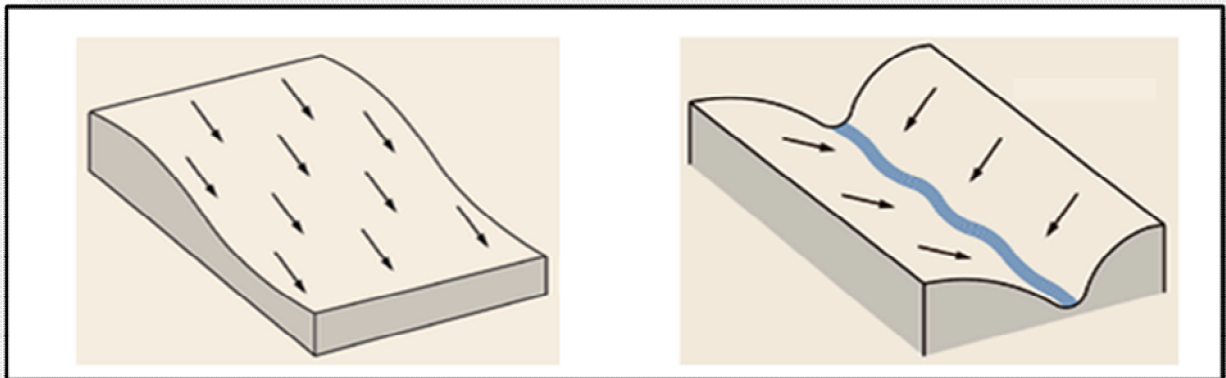
de leurs coûts respectifs.

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

### 4) Quelques définitions :

#### ▪ Bassin versant :

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, où la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.



### ▪ 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.

### ▪ Chambre de visite (cheminée):

Ouvrages placés sur les canalisations pour permettre le contrôle et le nettoyage.

Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

### ▪ Sacs:

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés par les eaux superficielles.

### ▪ Gueule de loup, grille d'introduction et gueulard :

Dispositifs constructifs permettant l'écoulement de l'eau superficielle dans les sacs.

### ▪ Fossés de crêtes :

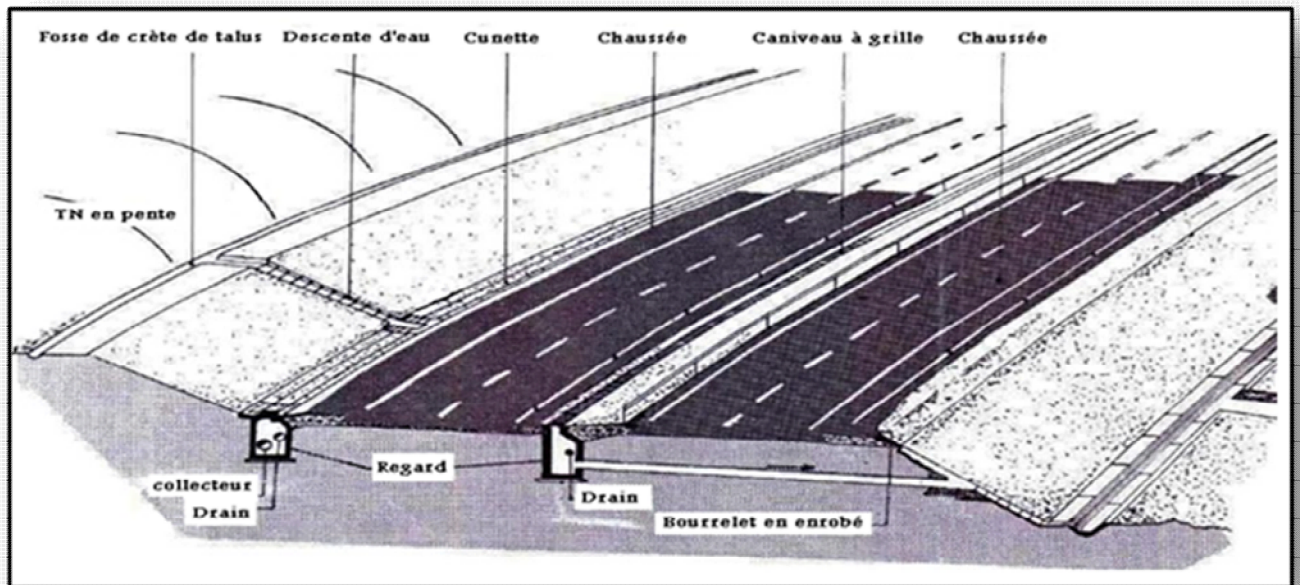
Outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des puits.

### ▪ Descente d'eau :

Draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

### ▪ 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.



## 5) Dimensionnement de réseau d'assainissement à projeter :

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés ou par un exutoire, on peut employer la méthode appelée La méthode Rationnelle dont nous rappelons très sommairement le principe:

$$Q_a = Q_s$$

$Q_a$  : débit d'apport en provenance du bassin versant (m<sup>3</sup>/s).

$Q_s$  : débit d'écoulement au point de saturation (m<sup>3</sup>/s).

### 5.a) Débats d'apports :

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

$$Q_a = K.C.I.A$$

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<sup>2</sup>).

### Remarque importante :

D'après **SETRA**: cette formule est empirique elle a été faite pour les unités suivantes :

**Q<sub>a</sub>** en (m<sup>3</sup>/s) valable pour : **i** en (mm/h) ; **A** en (km<sup>2</sup>) ; **K= 0.278**

Ou

**Qa en (L/s) valable pour : i en (mm/h) ; A en (ha) ; K= 2.78**

❖ **Coefficient de ruissellement (C) :**

*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
<b>Chaussée revêtement en enrobés</b>	<b>0.80 à 0.95</b>	<b>0.95</b>
<b>Accotement (sol légèrement perméable)</b>	<b>0.15 à 0.40</b>	<b>0.40</b>
<b>Talus</b>	<b>0.10 à 0.30</b>	<b>0.30</b>
<b>Terrain naturel</b>	<b>0.05 à 0.20</b>	<b>0.20</b>

**Tableau -1- Coefficient de ruissellement 'C'**

❖ **Calcul de précipitation :**

*La précipitation Pj (%) est obtenue par la formule suivante :*

$$P_j(\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

Avec

- **Pj** : pluie moyenne journalier (mm).
- **Cv** : coefficient de variation climatique.
- **U** : variation de Gauss, donnée par le tableau ci-dessus.

*La pluie de référence pour le calcul de dimensionnement des ouvrages correspond à une durée de pluie t minute et une période de retour de 10 ans, 50ans, 100 ans. Soit le tableau suivant qui donne les valeurs de variable du gaussien en Fonction de la fréquence :*

<b>Fréquence (%)</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Période de retour (ans)</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>Variable de Gauss (U)</b>	<b>0</b>	<b>0.841</b>	<b>1.282</b>	<b>1.645</b>	<b>2.057</b>	<b>2.327</b>

**Tableau -2- les valeurs de U en fonction de la fréquence**

*Les buses et les fossés seront dimensionnés pour une période de retour 10 ans.*

*Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.*

Les ponts dimensionnés pour une période de retour 100 ans.

❖ **Détermination de l'intensité :**

**Le temps de concentration :**

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 ( $\text{km}^2$ ).
- $L$  : Longueur de bassin versant (km).
- $P$  : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).
- $H$  : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale(m).

**L'intensité de l'averse pour un temps de concentration de  $t_c$ :**

$$I_t = I (t_c/24)^{b-1}$$

Avec:  $I=Pj$  (%) / t

**5.b) débit de saturation :**

Le débit de saturation est donné par la formule de **MANNING STRICKLER** :

$$Q_s = S \cdot K \cdot R^{2/3} \cdot j^{1/2}$$

Tel que :

**S** : section mouillée.

**K** : coefficient de STRICKLER qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage

Avec :

- **K=30** : Paroi en terre.
- **K =70** : Paroi en bétons (dalots).
- **K =80** : Paroi en bétons (buses préfabriquées).

**R** : rayon hydraulique (m).

**J** : pente longitudinale du fossé.

**6) Application au projet :**

Voici les données hydrologiques de la zone d'étude (la région de Mila) :

*Pluie moyenne journalière maximale : **Pj = 62 mm***

*Le coefficient de variation de la région considérée **Cv = 0.37***

*L'exposant climatique de la région **b = 0.28***

*temps de concentration **tc = 0.25 heures.***

**6.a) calcul de précipitation :**

Pour temps de retour = 10ans :

$$P (10\%) = 62 / (\sqrt{(0.37^2 + 1)}) \times e^{1.282 (\sqrt{\ln(0.372 + 1)})} = 92 \text{ mm}$$

Pour temps de retour = 50ans :

$$P (2\%) = 62 / (\sqrt{(0.37^2 + 1)}) \times e^{2.057 (\sqrt{\ln(0.372 + 1)})} = 121.48 \text{ mm}$$

**Calcul de I :**

Pour temps de retour = 10ans :

$$I = P(\%) / 24 = 92 / 24 = 3.83$$

Pour temps de retour = 50ans :

$$I = 121.48 / 24 = 5.06$$

**Calcul de l'intensité :**

Pour temps de retour = **10ans** :

$$I_t = 3.83 \times (0.25/24)^{0.28-1} = 102.43 \text{ mm/h}$$

Pour temps de retour = **50ans** :

$$I_t = 5.06 \times (0.25/24)^{0.28-1} = 135.32 \text{ mm/h}$$

**6.b) Dimensionnement du réseau de drainage :**

***i. Dimensionnement des fossés :***

Dans notre projet le débit d'apport est rapporté par la chaussée, l'accotement et le talus.

***La surface de bassin versant** : on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 100m on calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total.*

Donc :  $Q_a = Q_c + Q_A + Q_t$

Avec :

$$Q_c = K.I.C_c.A_c$$

$$Q_A = K.I.C_A.A_A$$

$$Q_t = K.I.C_t.A_t$$

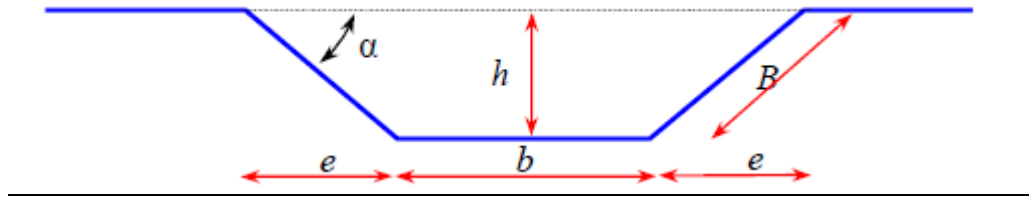
*Les résultats de calcul sont donnés dans le tableau suivant :*

Surface d'apport	Surface (km <sup>2</sup> )	Coef 'C'	Intensité (mm/h)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Total (m <sup>3</sup> /s)
Chaussée	0.0007	0,95	102.43	0.0189	0.0388
Accotement	0.00018	0.4	102.43	0.00205	
Talus	0.0021	0.3	102.43	0.0179	

*Les dimensions du fossé sont obtenues d'après la formule ci-dessous :*

$$Q_{a \max} = Q_s = K . S.m. J^{1/2} . R^{2/3}$$

$$Q_{a \max} = 0.0388 \text{ m}^3/\text{S}$$



La section mouillée :

$$S_m = bh + 2(eh/2).$$

Avec :  $\text{tg } \alpha = h/e = 1/n$ , d'où :  $e = n.h$

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

Le périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2.B$$

Avec :  $B = \sqrt{(h^2 + e^2)} = \sqrt{(h^2 + h^2 n^2)} = h\sqrt{(1 + n^2)}$

$$P_m = b + 2h\sqrt{(1 + n^2)}$$

Le Rayon hydraulique :

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

Donc :

$$\text{On a } Q_a = Q_s = (K_{st}.i^{1/2}).h.(b + n.h). \left[ \frac{h.(b + n.h)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3}$$

$$h_i = Q_{a,\max} / \left[ (b + nh_{i-1}).K_{st}.J^{1/2} \cdot \left( \frac{h[b + nh_{i-1}]}{b + 2h_{i-1}\sqrt{1 + n^2}} \right)^{2/3} \right] \quad / (i = 1, n)$$

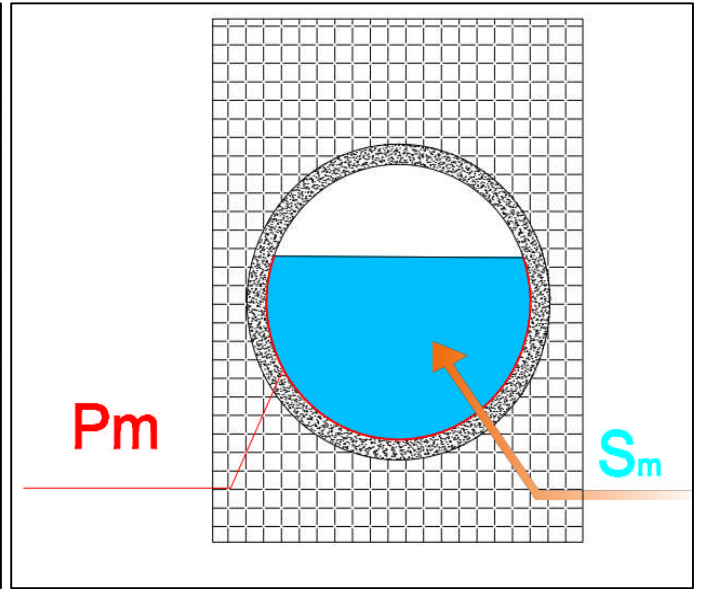
On fixe  $b=0.5$  et  $1/n=1$ .

On prend  $b=0,5m$  et on calcul la hauteur par itération on trouve :

$h = 0.30m$  et lorsque le terrain est montagneuse on prend  $h=0.5$  pour la sécurité.

## ii. Dimensionnement des ouvrages courants :

### ✓ Cas d'une buse : PK0+975



Pour dimensionner les buses, On a deux paramètres à envisager,  $Q$  et  $I$ .

Pour le débit  $Q$ , il est calculé par la formule :  $Q = k \cdot C \cdot I \cdot A$

$I$  : est la pente de radier qui est imposé par la pente du profil en travers qui prend au maximum une valeur de 4% (Manning Strickler) et ceci pour éviter les glissements des conduits sous l'effet des fortes charges. Avec un rapport de remplissage ( $\rho=0,5$ ).

Selon la formule de MANNING STICKLER on a :

$$D = 2 \times \left( \frac{2^{\frac{2}{3}} \times Q}{\pi \times Kst I^{0.5}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$I$  : pente de radier = 2.5%

$Q$  : débit d'après la méthode rationnelle = 3.31 m<sup>3</sup>/s.

$K$ : coefficient de MANNING = 80.

**D=925 mm**

**D ≅ φ 1000 mm**

**Cas d'un dalot : PK3+350**

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle. Les pieds droits sont posés sur une fondation ou radier.

La section transversale des dalots peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme rectangulaire.

**iii. Recherche les dimensions des dalots :**

Le dimensionnement des dalots est en fonction du débit maximum des eaux de ruissellement captées. Pendant le temps de concentration ( $t_c$ ).

Dans notre projet, les dalots sont en béton armé qui nous donne un coefficient de rugosité  $K_{st}=70$ .

La surface mouillée :

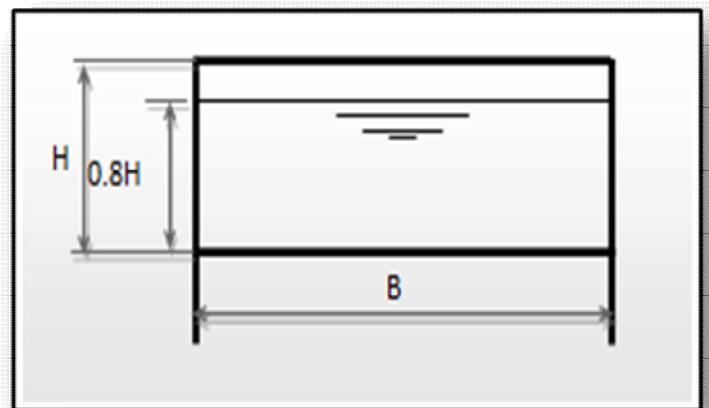
$$S_m = 0.8H \times B$$

Le périmètre mouillé :

$$P_m = 1.6H + B$$

Le rayon hydraulique :

$$RH = \frac{0.8H \times B}{1.6H + B}$$



$$Q_a = Q_s = K_{st} \cdot J^{1/2} \cdot S \cdot RH^{2/3}$$

$$H = \frac{1}{0.8B} \left( \frac{Q_a}{K_{st} \cdot J^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6H + B)^{2/5}$$

A (bassin versant) = 6.66 km<sup>2</sup>

$$Q_a = 50.12 \text{ m}^3$$

## ASSAINISSEMENT

Et par calcul itératif on tire la valeur de  $H$  qui vérifie cette inégalité.

On fixe  $B=3m$  et on trouve :  $H=2.5m$ .

Donc : on a un dalot de : **3m×2.5m**

### 7) Tableau récapitulatif des ouvrages courants :

N°	PK	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Dimensionnement
01	0+125	2,13	Passage busé (béton) $\Phi = 800mm$
02	0+975	3,31	Passage busé (béton) $\Phi = 1000mm$
03	1+350	2,13	Passage busé (béton) $\Phi = 800mm$
04	3+000	3,31	Passage busé (béton) $\Phi = 1000mm$
05	3+350	50.12	Dalot (3m×2.5m)
06	3+450	3,31	Passage busé (béton) $\Phi = 1000mm$
07	3+675	3,31	Passage busé (béton) $\Phi = 1000mm$
08	5+150	3,31	Passage busé (béton) $\Phi = 1000mm$
09	5+775	13.85	Passage busé (béton) $\Phi = 2(1000)mm$
10	6+275	2,13	Passage busé (béton) $\Phi = 800mm$
11	6+450	2,13	Passage busé (béton) $\Phi = 800mm$

# CHAPITRE X

## IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

## Chapitre X: L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

### 1) Introduction :

*La protection constante de la qualité de vie et des milieux naturels est l'affaire des tous, nous devons faire face aux multiples atteintes parfois irréparables qui menacent notre environnement.*

*Le transport routier par la différente nuisance qu'il généré et devenu aujourd'hui une préoccupation majeure, qui concerne tout particulièrement ceux qui sont chargés de concevoir, de construire et d'exploiter une infrastructure routière.*

*Tout projet de construction ou d'aménagement d'une infrastructure doit faire l'objet d'une évaluation de son impact sur l'environnement*

*Le terme "environnement" est à prendre ici au sens large. Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces animales et végétales.*

*Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore), mais aussi sur l'environnement de l'être humain. Le code de l'environnement a été récemment introduit l'obligation d'y ajouter l'évaluation de l'impact du projet sur la santé de l'homme.*

*Il sera alors nécessaire pour chaque thème étudié, de définir le périmètre pertinent. Les effets spatiaux sont différents en fonction du paramètre affecté. Et des effets indirects en raison des relations fonctionnelles entre les divers compartiments du milieu.*

*Les étapes d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet routier peuvent se résumer en :*

- *L'analyse de l'état initial.*
- *La justification de la solution retenue.*
- *La détermination des impacts.*

### 2) Cadre juridique :

*L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du 27 février 1935, stipulant qu'une telle étude doit comprendre :*

- *Une analyse détaillée du projet ;*
- *Une analyse de l'état initial du site et de son environnement*
- *Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement.*

*Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet ; projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants.*

### **3) Objectifs :**

Les préoccupations relatives à l'environnement peuvent être en grande partie regroupées autour de quelques objectifs généraux :

- Rechercher la meilleure intégration de la route dans l'environnement, et favoriser la valorisation mutuelle de la route et de l'environnement.
- Ne pas dégrader l'environnement, ou du moins limiter ou corriger ce qui peut conduire à des dégradations.
- Gérer et entretenir les abords de la route.

### **4) Impact sur l'agriculture :**

Il est incontestable que l'agriculture est une activité économique principale et intarissable. De ce fait elle doit se faire octroyer un grand intérêt.

#### **a) Les impacts :**

L'ensemble des impacts sur l'agriculture peut se regrouper en trois éléments qui sont :

- L'effet de substitution de sol à vocation agricole, et la des diminutions des superficies exploitées.
- L'effet de coupure, entraînant la destruction d'une tranche la parcelle agricole, et difficultés de travail et de circulation par des allongements de parcours (rupture cheminements).
- L'effet de modification du régime agricole.

#### **b) Les remèdes :**

Les mesures visant à remédier à ces préjudices sont classées en deux catégories :

##### **❖ Mesures préventives :**

Devant intervenir en amont, lors des choix du tracé et la détermination des caractéristiques du projet, sinon on aura recours aux :

##### **❖ Mesures curatives :**

Comprenant la restriction des exploitations et des mesures techniques allant du rétablissement des réseaux existants à la remise en état des terrains agricoles.

Dans ce cadre, les différentes actions possibles, qu'on peut mener pour les préventions et les remèdes sont :

- le passage préférentiel en limite d'agglomération et de territoire agricole en évitant la coupure de zones agricoles homogènes.
- La pris en compte des superficies d'exploitation.
- Evier des zones hydro-agricoles sensibles aux modifications.

## **5) Impact sur la nature :**

### **a) La faune :**

*Lorsqu'une nouvelle infrastructure vient perturber ces cheminements, les animaux cherchent à les rétablir et n'hésitent pas à traverser la voie ce qui occasionne des accidents.*

*D'abord centrée sur les grands mammifères sauvages sous la pression des milieux cynégétiques, les préoccupations des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre et des «biologistes de la route», se sont élargies à d'autres groupes faunistiques dans un système d'approche plus globale*

*L'impact de construction d'une route sur les animaux doit faire partie des données essentielles prises en compte lors de la conception de son tracé pour atténuer la coupure biologique et pour protéger la faune des risques de collision, sachant que sur cette route il y a lieu de présence d'animaux sauvages sur les abords.*

*Le tracé de la route provoquera des accidents dus aux collisions des usagers de la route avec ces animaux.*

### **b) La flore :**

*Les études de rectifications menées sur le terrain permettent d'identifier précisément les groupements végétaux avec le tracé retenu. La connaissance approfondie de la flore locale vise à orienter le choix des espèces à planter sur le talus selon un certain nombre de critères : particularités de la climatologie et du paysage. Les espèces végétales indigènes sont ainsi toujours privilégiées car elles présentent l'intérêt d'être les mieux adaptées au milieu environnant (littoral).*

### **c) L'air :**

*La pollution résultant du fonctionnement des moteurs à combustion interne, essence ou diesel, est caractérisée par des émissions de polluant gazeux et particulaires auxquelles s'ajoutent celles résultant de l'usure des plaquettes de freins et des pneus, ou encore de l'évaporation d'hydrocarbures aux postes de distribution de carburant. la circulation routière est la principale source de CO<sub>2</sub> et contribue largement à l'accumulation de photo-oxydants dans certaines zones urbaines*

#### **❖ Les remèdes :**

- *Limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO<sub>2</sub> (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation et des moteurs.*
- *Utiliser d'autres modes de transport.*
- *Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique.*
- *Utiliser d'autres sources d'énergie.*
- *Régler le trafic.*
- *Contrôler les véhicules et les vitesses.*

**d) L'eau :**

Les phases de travaux donnent lieu à la mise en œuvre de toutes les dispositions adaptées pour pallier les inconvénients mis en évidence lors des études de conception. Les ouvrages d'assainissement sont ainsi largement dimensionnés par rapport aux crues les plus importantes et des aménagements spéciaux sont réalisés pour parer aux effets dévastateurs des écoulements torrentiels.

En section courante, on doit veiller à adapter le niveau d'équipement des ouvrages de protection aux enjeux de l'environnement local, l'évacuation des eaux vers la mer constitue dans la plus part des cas une réponse efficace, tout a fait adaptée au problème posé par l'épuration des eaux de ruissellement et permettant d'éviter des aménagements massifs, difficilement compatibles avec l'intégration paysagère de la route.

**6) Impact sur les habitants :**

Les principaux impacts d'une infrastructure autoroutière sur les habitants sont :

- La destruction
- La pollution
- Le bruit

En outre à ces impacts qui sont difficile, voire impossibles à évaluer, il existe d'autre effets qui leurs sont liés :

- L'effet de bornage d'une ville par projet.
- L'effet de barrière entre deux centres urbains
- L'effet de destruction au sein des agglomérations.

**a) La destruction :**

Les projets d'aménagement routier nécessitent parfois, la destruction de certaines habitations et le déplacement des populations du lieu de leur vie ou de travail, et leur réinstallation par la suite ailleurs, ce qui peut provoquer un bouleversement sur le plan économique et culturel de la vie des individus affectés.

**❖ Les impacts de destruction concernant :**

- Les populations situées sur l'emprise du projet, et qui seront obligés de se déplacer.
- Les populations situées au périmètre d'accueil.

**❖ Ces impacts sont d'ordre :**

- Economique : modification des systèmes de production.
- Socioculturel : désorganisation des communautés, et modification culturelle.

- *Naturel : modification dans l'exploitation des ressources naturelles.*

**b) Le bruit :**

❖ **Les impacts :**

*La construction d'une route au voisinage d'habitation a des conséquences sur la santé humaine suite à la gêne due au bruit pouvant se manifester de plusieurs façons :*

- *Perte de sommeil.*
- *La fatigue*
- *Baisse de l'acuité auditive.*

❖ **Les remèdes :**

- *Eviter les zones de grandes densités d'habitation en agissant en amont sur la configuration du tracé.*
- *Mettre des protections entre cette source de bruit et les récepteurs.*
- *Agir sur les façades des bâtiments concernés.*
- *La protection entre la source et le récepteur consiste à interposer un obstacle entre les voies de circulation et les habitations situées à proximité.*
- *Dans le cas d'immeubles de grande hauteur, ces dispositifs sont incapables de protéger les étages supérieurs.*

*En générale on peut avoir recours à :*

- *L'amélioration de la couche de roulement ; en agissant sur les enrobés aux dépens des frottements, pour minimiser les bruits de circulation.*
- *le maître d'ouvrage compense les déboisements par de nouvelles plantation réalisées à ses frais, et verse des indemnités compensatrices pour les préjudices subis.*

**7) Conclusion :**

*Il faut à améliorer les connaissances dans de nombreux domaines pour aboutir à des évaluations et des prévisions plus rigoureuses pour assurer une meilleure économie des aménagements destinés à la protection de l'environnement. Le défi est de limiter le plus possible l'impact sur l'environnement humain tout en préservant les ressources naturelles. Cet engagement permanent doit s'imposer tout le long des trois étapes successives qui marquent la vie de la route :*

- *Sa conception.*
- *Sa construction.*
- *Son exploitation.*

# CHAPITRE XII

## DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

**DEVIS ESTIMATIFS ET QUANTITATIFS**

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	P, U (DA)	QUANTITE	MONTANT(DA)
1	Acquisition des terrains	M2	1000	202363	202363000
<b>TOTAL 1</b>					<b>202 363 000</b>
2	INSTALATION DU CHANTIER				
	Forfait d'amenee du matériel et d'installation de chantier	forfait	1 500 000	/	1 500 000
	Forfait de repli du matériel et des installations de chantier	forfait	500 000	/	500 000
<b>TOTAL 2</b>					<b>2 000 000</b>
<b>TERRASSEMENT</b>					
3	décapage de la terre végétale 20 à 30 cm	m2	80	219963	17597040
	déblai meuble mis en remblais	M3	0	0	0
	Déblais en sol inutilisable mis en dépôt	M3	250	367597	91 899 250
	Remblais en provenance d'emprunts	M3	350	341213	119 424 550
<b>TOTAL 3</b>					<b>228 920 840</b>
4	CHAUSSEE				
	couche de forme	M3	720	27681	19 930 320
	couche de fondation en GNT	M3	2500	29447	73 617 500
	couche de base en grave bitume (2.2t/m3)	T	4500	20978	94 401 000
	Couche d'imprégnation (0.8kg/m2)	T	45000	75.29	3 388 050
	couche de d'accrochage (0.2à0.3kg/m2)	T	35000	30	1 050 000
	couche de roulement en BB (2.3t/m3)	T	5500	5766	31713000
	Matériaux sélectionnés pour accotements	M3	800	18585	14 868 000
<b>TOTAL 4</b>					<b>238 967 870</b>
5	Aménagements et équipements (carrefours, TPC)				
	Bordures préfabriqués pour TPC	ml	700	13446	9 412 200
	Bordures des carrefours	ml	650	505	328 250
<b>TOTAL 5</b>					<b>9 740 450</b>
6	Ouvrages d'art	M2	400 000	0	0
<b>TOTAL 6</b>					<b>0</b>
7	Assainissement				
	Fossé en béton.	ML	2 000	13446	26 892 000
	Buses Ø=800 mm.	ML	15 000	90	1 350 000
	Buses Ø=1000 mm.	ML	20 000	154	3 080 000
	Dalots en béton armé	M3	20 000	95	1 900 000
<b>TOTAL 7</b>					<b>33 222 000</b>
8	Signalisation	Forfait 5%	11912846		11912846
<b>TOTAL 8</b>					<b>11 912 846</b>
<b>TOTAL BRUTE</b>					<b>727 162 554</b>
<b>TVA FORFAIT (17% DU TOTAL BRUTE)</b>					<b>123 617 634</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>850 780 188</b>

**Le montant total est estimé à :**

***Huit cent cinquante millions sept cent quatre-vingt mille cent quatre-vingt huit Dinars Algérien***

# CONCLUSION

# CONCLUSION GENERALE

*Ce projet de fin d'études a été une opportunité, pour mettre en pratique nos connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à l'école nationale supérieur des travaux publics.*

*Le projet nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques et administratifs qui peuvent se présenter dans un projet routier. il était aussi une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier et par conséquent l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin notamment le PISTE, COVADIS et l'AUTOCAD ainsi que la maîtrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics.*

*Pour notre étude nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, directives et recommandations liés au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps l'a prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.*

*Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle.*

## BIBLIOGRAPHIE

- ❖ *Cours de routes de 4<sup>ème</sup> année ENSTP.*
- ❖ *Cours de 5<sup>ème</sup> année ENSTP.*
- ❖ *Cours d'hydraulique de 4<sup>ème</sup> 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.*
- ❖ *Site internet : [www.google.dz](http://www.google.dz)-- [www.ingdz.com](http://www.ingdz.com)*

# ANNEXES

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	255683.869	4025677.840
D1	GIS = 117.767g	348.016			
			348.016	256018.419	4025581.970
L1	A = 393.000 Rf= -1000.000 L = 154.449				
			502.465	256165.709	4025535.628
	XC= 255816.892 YC= 4024598.438 R = -1000.000 L = 400.780				
			903.244	256503.700	4025325.276
	Rd= -1000.000 A = 393.000 L = 154.449	709.678			
			1057.693	256610.323	4025213.593
D2	GIS = 153.114g	435.726			
			1493.419	256902.994	4024890.792
L2	A = 332.000 Rf= -800.000 L = 137.780				
			1631.199	256992.543	4024786.140
	XC= 256355.855 YC= 4024301.755 R = -800.000 L = 610.619				
			2241.818	257150.761	4024211.624
	Rd= -800.000 A = 332.000 L = 137.780	886.179			
			2379.598	257127.417	4024075.882
D3	GIS = 212.670g	720.459			
			3100.058	256984.978	4023369.644
L3	A = 393.000 Rf= -1000.000 L = 154.449				
			3254.507	256950.566	4023219.119
	XC= 255988.478 YC= 4023491.860 R = -1000.000 L = 415.274				
			3669.781	256758.759	4022854.155
	Rd= -1000.000 A = 393.000 L = 154.449	724.172			
			3824.230	256654.302	4022740.442
D4	GIS = 248.939g	275.240			
			4099.470	256462.947	4022542.603

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
L4	A = 393.000 Rf= 1000.000 L = 154.449				
			4253.919	256358.490	4022428.890
	XC= 257128.771 YC= 4021791.185 R = 1000.000 L = 423.363				
			4677.282	256164.509	4022056.135
	Rd= 1000.000 A = 393.000 L = 154.449	732.261			
			4831.731	256131.315	4021905.337
D5	GIS = 212.155g	1065.818			
			5897.549	255929.055	4020858.887
L5	A = 479.000 Rf= -1300.000 L = 176.493				
			6074.042	255891.658	4020686.438
	XC= 254634.954 YC= 4021019.147 R = -1300.000 L = 284.720				
			6358.762	255789.350	4020421.344
	Rd= -1300.000 A = 479.000 L = 176.493	637.706			
			6535.255	255701.201	4020268.482
D6	GIS = 234.741g	188.059			
			6723.315	255603.594	4020107.736
LONGUEUR DE L'AXE 6723.315					

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0.000	889.490
D1	PENTE= 1.069 %	592.349		
			592.349	895.825
PR1	S= 677.9070 Z= 896.2825 R = -8000.00	165.501		
			757.851	895.883
D2	PENTE= -0.999 %	333.943		
			1091.794	892.546
PR2	S= 1131.7657 Z= 892.3463 R = 4000.00	301.412		
			1393.206	900.890
D3	PENTE= 6.536 %	297.950		
			1691.156	920.364
PR3	S= 2017.9564 Z= 931.0440 R = -5000.00	601.768		
			2292.924	923.483
D4	PENTE= -5.499 %	403.333		
			2696.257	901.303
PR4	S= 2146.3215 Z= 916.4241 R = -10000.00	109.926		
			2806.183	894.653
D5	PENTE= -6.599 %	498.793		
			3304.976	861.740
PR5	S= 3568.9210 Z= 853.0314 R = 4000.00	209.127		
			3514.104	853.407
D6	PENTE= -1.370 %	352.365		
			3866.469	848.578
PR6	S= 3832.2078 Z= 848.8129 R = -2500.00	93.123		
			3959.591	845.568
D7	PENTE= -5.095 %	466.191		
			4425.782	821.814
PR7	S= 4731.5026 Z= 814.0248 R = 6000.00	46.456		
			4472.238	819.626
D8	PENTE= -4.321 %	570.118		
			5042.356	794.991
PR10	S= 5301.6207 Z= 789.3895 R = 6000.00	152.788		
			5195.144	790.334
D9	PENTE= -1.775 %	534.646		
			5729.790	780.846
PR11	S= 5641.0592 Z= 781.6337 R = -5000.00	186.681		
			5916.470	774.049
DT	PENTE= -5.508 %	282.397		
			6198.868	758.494

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
PRT	S= 6511.7308 Z= 749.8769 R = 5679.93	524.447	6723.315	753.818
LONGUEUR DE L'AXE 6723.315				

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	889.490	889.490	255683.869	4025677.840	217.767g	2.50	-2.5
2	25.000	888.586	889.757	255707.902	4025670.953	217.767g	2.50	-2.5
3	50.000	888.487	890.025	255731.934	4025664.066	217.767g	2.50	-2.5
4	75.000	888.204	890.292	255755.967	4025657.180	217.767g	2.50	-2.5
5	100.000	888.340	890.559	255780.000	4025650.293	217.767g	2.50	-2.5
6	125.000	888.292	890.827	255804.032	4025643.406	217.767g	2.50	-2.5
7	150.000	889.465	891.094	255828.065	4025636.519	217.767g	2.50	-2.5
8	175.000	890.419	891.362	255852.098	4025629.632	217.767g	2.50	-2.5
9	200.000	890.796	891.629	255876.131	4025622.745	217.767g	2.50	-2.5
10	225.000	891.208	891.896	255900.163	4025615.858	217.767g	2.50	-2.5
11	250.000	891.923	892.164	255924.196	4025608.971	217.767g	2.50	-2.5
12	275.000	892.250	892.431	255948.229	4025602.084	217.767g	2.50	-2.5
13	300.000	892.421	892.698	255972.261	4025595.198	217.767g	2.50	-2.5
14	325.000	892.562	892.966	255996.294	4025588.311	217.767g	2.50	-2.5
15	350.000	893.100	893.233	256020.327	4025581.424	217.768g	2.50	-2.5
16	375.000	893.729	893.500	256044.354	4025574.516	217.917g	2.50	-2.5
17	400.000	894.636	893.768	256068.350	4025567.504	218.324g	2.50	-2.5
18	425.000	895.613	894.035	256092.286	4025560.291	218.989g	2.50	-2.5
19	450.000	896.601	894.303	256116.131	4025552.779	219.911g	2.50	-2.5
20	475.000	898.780	894.570	256139.848	4025544.875	221.090g	2.50	-2.5
21	500.000	899.020	894.837	256163.398	4025536.485	222.528g	2.50	-2.5
22	525.000	899.548	895.105	256186.739	4025527.530	224.118g	2.50	-2.5
23	550.000	899.144	895.372	256209.848	4025517.995	225.710g	2.50	-2.5
24	575.000	898.840	895.639	256232.712	4025507.885	227.301g	2.50	-2.5
25	592.185	897.791	895.823	256248.278	4025500.605	228.395g	2.50	-2.5
26	600.000	897.359	895.903	256255.315	4025497.206	228.893g	2.50	-2.5
27	625.000	897.393	896.108	256277.645	4025485.966	230.484g	2.50	-2.5
28	650.000	897.850	896.234	256299.687	4025474.171	232.076g	2.50	-2.5
29	675.000	898.219	896.282	256321.427	4025461.829	233.667g	2.50	-2.5
30	700.000	897.880	896.252	256342.852	4025448.947	235.259g	2.50	-2.5
31	725.000	896.556	896.144	256363.948	4025435.533	236.850g	2.50	-2.5
32	750.000	894.819	895.958	256384.703	4025421.597	238.442g	2.50	-2.5
33	758.015	894.399	895.881	256391.282	4025417.019	238.952g	2.50	-2.5
34	775.000	893.525	895.712	256405.102	4025407.146	240.033g	2.50	-2.5
35	800.000	892.975	895.462	256425.134	4025392.189	241.625g	2.50	-2.5
36	825.000	893.140	895.212	256444.786	4025376.737	243.217g	2.50	-2.5
37	850.000	894.496	894.962	256464.045	4025360.798	244.808g	2.50	-2.5
38	875.000	894.660	894.712	256482.900	4025344.382	246.400g	2.50	-2.5
39	900.000	894.141	894.463	256501.338	4025327.501	247.991g	2.50	-2.5
40	925.000	893.505	894.213	256519.357	4025310.172	249.485g	2.50	-2.5
41	950.000	891.636	893.963	256536.999	4025292.459	250.724g	2.50	-2.5
42	975.000	887.448	893.713	256554.330	4025274.442	251.705g	2.50	-2.5
43	1000.000	887.994	893.463	256571.418	4025256.194	252.428g	2.50	-2.5
44	1025.000	889.420	893.213	256588.336	4025237.788	252.894g	2.50	-2.5
45	1050.000	890.585	892.964	256605.156	4025219.292	253.102g	2.50	-2.5
46	1075.000	891.975	892.714	256621.948	4025200.771	253.114g	2.50	-2.5
47	1100.000	892.361	892.472	256638.740	4025182.250	253.114g	2.50	-2.5
48	1102.003	892.349	892.457	256640.085	4025180.767	253.114g	2.50	-2.5
49	1125.000	892.217	892.352	256655.532	4025163.730	253.114g	2.50	-2.5
50	1150.000	892.279	892.388	256672.325	4025145.209	253.114g	2.50	-2.5
51	1175.000	892.554	892.580	256689.117	4025126.688	253.114g	2.50	-2.5
52	1200.000	892.851	892.928	256705.909	4025108.167	253.114g	2.50	-2.5

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
53	1225.000	893.181	893.433	256722.701	4025089.646	253.114g	2.50	-2.5
54	1250.000	893.534	894.094	256739.493	4025071.125	253.114g	2.50	-2.5
55	1275.000	893.913	894.911	256756.285	4025052.604	253.114g	2.50	-2.5
56	1300.000	894.956	895.884	256773.078	4025034.083	253.114g	2.50	-2.5
57	1325.000	896.127	897.014	256789.870	4025015.562	253.114g	2.50	-2.5
58	1350.000	896.367	898.300	256806.662	4024997.042	253.114g	2.50	-2.5
59	1375.000	897.298	899.742	256823.454	4024978.521	253.114g	2.50	-2.5
60	1390.317	898.549	900.702	256833.743	4024967.173	253.114g	2.50	-2.5
61	1400.000	899.377	901.334	256840.246	4024960.000	253.114g	2.50	-2.5
62	1425.000	901.173	902.968	256857.038	4024941.479	253.114g	2.50	-2.5
63	1450.000	902.784	904.602	256873.831	4024922.958	253.114g	2.50	-2.5
64	1475.000	904.652	906.236	256890.623	4024904.437	253.114g	2.50	-2.5
65	1500.000	907.290	907.870	256907.415	4024885.916	253.127g	2.26	-2.5
66	1525.000	909.394	909.504	256924.172	4024867.363	253.402g	1.35	-2.5
67	1550.000	911.721	911.138	256940.795	4024848.691	254.039g	0.45	-2.5
68	1575.000	915.505	912.772	256957.178	4024829.808	255.036g	-0.46	-2.5
69	1600.000	915.640	914.406	256973.209	4024810.624	256.394g	-1.37	-2.5
70	1625.000	914.441	916.040	256988.770	4024791.059	258.114g	-2.28	-2.5
71	1650.000	914.574	917.674	257003.749	4024771.045	260.092g	-2.50	-2.5
72	1675.000	915.475	919.308	257018.096	4024750.572	262.082g	-2.50	-2.5
73	1700.000	917.296	920.934	257031.796	4024729.661	264.071g	-2.50	-2.5
74	1725.000	919.477	922.462	257044.836	4024708.333	266.061g	-2.50	-2.5
75	1750.000	922.449	923.864	257057.203	4024686.607	268.050g	-2.50	-2.5
76	1775.000	927.492	925.141	257068.885	4024664.506	270.039g	-2.50	-2.5
77	1800.000	932.778	926.294	257079.871	4024642.050	272.029g	-2.50	-2.5
78	1825.000	933.545	927.321	257090.150	4024619.262	274.018g	-2.50	-2.5
79	1845.438	934.016	928.068	257098.021	4024600.401	275.645g	-2.50	-2.5
80	1850.000	934.101	928.223	257099.712	4024596.164	276.008g	-2.50	-2.5
81	1875.000	934.588	929.000	257108.548	4024572.778	277.997g	-2.50	-2.5
82	1900.000	934.974	929.653	257116.648	4024549.128	279.987g	-2.50	-2.5
83	1925.000	934.989	930.180	257124.006	4024525.237	281.976g	-2.50	-2.5
84	1950.000	934.487	930.582	257130.614	4024501.127	283.966g	-2.50	-2.5
85	1975.000	934.265	930.859	257136.465	4024476.822	285.955g	-2.50	-2.5
86	2000.000	934.468	931.012	257141.553	4024452.347	287.944g	-2.50	-2.5
87	2025.000	934.243	931.039	257145.875	4024427.724	289.934g	-2.50	-2.5
88	2050.000	933.782	930.941	257149.425	4024402.978	291.923g	-2.50	-2.5
89	2075.000	932.692	930.719	257152.201	4024378.134	293.913g	-2.50	-2.5
90	2100.000	933.837	930.371	257154.198	4024353.215	295.902g	-2.50	-2.5
91	2125.000	932.659	929.898	257155.416	4024328.246	297.892g	-2.50	-2.5
92	2135.162	932.451	929.670	257155.688	4024318.087	298.700g	-2.50	-2.5
93	2150.000	931.463	929.300	257155.854	4024303.250	299.881g	-2.50	-2.5
94	2175.000	929.287	928.578	257155.510	4024278.254	301.870g	-2.50	-2.5
95	2200.000	926.485	927.730	257154.385	4024253.280	303.860g	-2.50	-2.5
96	2225.000	923.910	926.757	257152.481	4024228.354	305.849g	-2.50	-2.5
97	2250.000	925.548	925.660	257149.799	4024203.499	307.819g	-2.20	-2.5
98	2275.000	925.772	924.437	257146.395	4024178.733	309.510g	-1.30	-2.5
99	2300.000	924.360	923.094	257142.405	4024154.054	310.840g	-0.39	-2.5
100	2325.000	922.896	921.719	257137.970	4024129.450	311.809g	0.52	-2.5
101	2350.000	921.113	920.344	257133.230	4024104.904	312.417g	1.43	-2.5
102	2375.000	917.947	918.970	257128.326	4024080.390	312.664g	2.33	-2.5
103	2400.000	913.814	917.595	257123.383	4024055.883	312.670g	2.50	-2.5
104	2425.000	910.154	916.220	257118.441	4024031.377	312.670g	2.50	-2.5

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
105	2450.000	906.439	914.845	257113.498	4024006.870	312.670g	2.50	-2.5
106	2475.000	904.239	913.470	257108.555	4023982.363	312.670g	2.50	-2.5
107	2500.000	901.609	912.095	257103.613	4023957.857	312.670g	2.50	-2.5
108	2525.000	899.264	910.721	257098.670	4023933.350	312.670g	2.50	-2.5
109	2550.000	898.637	909.346	257093.727	4023908.844	312.670g	2.50	-2.5
110	2575.000	896.849	907.971	257088.785	4023884.337	312.670g	2.50	-2.5
111	2600.000	895.761	906.596	257083.842	4023859.831	312.670g	2.50	-2.5
112	2625.000	895.426	905.221	257078.900	4023835.324	312.670g	2.50	-2.5
113	2650.000	895.556	903.846	257073.957	4023810.818	312.670g	2.50	-2.5
114	2675.000	896.425	902.472	257069.014	4023786.311	312.670g	2.50	-2.5
115	2700.000	896.009	901.096	257064.072	4023761.805	312.670g	2.50	-2.5
116	2704.543	895.928	900.843	257063.173	4023757.351	312.670g	2.50	-2.5
117	2725.000	896.206	899.681	257059.129	4023737.298	312.670g	2.50	-2.5
118	2750.000	896.016	898.203	257054.186	4023712.791	312.670g	2.50	-2.5
119	2775.000	893.911	896.662	257049.244	4023688.285	312.670g	2.50	-2.5
120	2793.757	892.331	895.465	257045.536	4023669.899	312.670g	2.50	-2.5
121	2800.000	891.804	895.059	257044.301	4023663.778	312.670g	2.50	-2.5
122	2825.000	889.992	893.412	257039.359	4023639.272	312.670g	2.50	-2.5
123	2850.000	888.322	891.762	257034.416	4023614.765	312.670g	2.50	-2.5
124	2875.000	885.818	890.112	257029.473	4023590.259	312.670g	2.50	-2.5
125	2900.000	882.923	888.463	257024.531	4023565.752	312.670g	2.50	-2.5
126	2925.000	879.302	886.813	257019.588	4023541.246	312.670g	2.50	-2.5
127	2950.000	876.754	885.163	257014.646	4023516.739	312.670g	2.50	-2.5
128	2975.000	875.787	883.514	257009.703	4023492.233	312.670g	2.50	-2.5
129	3000.000	875.208	881.864	257004.760	4023467.726	312.670g	2.50	-2.5
130	3025.000	875.905	880.214	256999.818	4023443.220	312.670g	2.50	-2.5
131	3050.000	879.109	878.565	256994.875	4023418.713	312.670g	2.50	-2.5
132	3075.000	885.555	876.915	256989.932	4023394.206	312.670g	2.50	-2.5
133	3100.000	889.335	875.265	256984.990	4023369.700	312.670g	2.50	-2.5
134	3125.000	888.157	873.616	256980.031	4023345.197	312.798g	2.50	-2.5
135	3150.000	882.932	871.966	256974.973	4023320.714	313.184g	2.50	-2.5
136	3175.000	878.790	870.316	256969.717	4023296.273	313.827g	2.50	-2.5
137	3200.000	873.511	868.667	256964.166	4023271.897	314.728g	2.50	-2.5
138	3225.000	867.923	867.017	256958.220	4023247.615	315.887g	2.50	-2.5
139	3250.000	863.260	865.367	256951.785	4023223.457	317.303g	2.50	-2.5
140	3275.000	862.740	863.718	256944.775	4023199.461	318.891g	2.50	-2.5
141	3300.000	859.092	862.068	256937.167	4023175.648	320.482g	2.50	-2.5
142	3311.417	855.097	861.320	256933.495	4023164.837	321.209g	2.50	-2.5
143	3325.000	850.372	860.469	256928.966	4023152.032	322.074g	2.50	-2.5
144	3350.000	845.070	859.022	256920.177	4023128.628	323.665g	2.50	-2.5
145	3375.000	848.194	857.732	256910.806	4023105.452	325.257g	2.50	-2.5
146	3400.000	848.989	856.598	256900.859	4023082.517	326.848g	2.50	-2.5
147	3425.000	849.149	855.621	256890.341	4023059.837	328.440g	2.50	-2.5
148	3450.000	847.828	854.799	256879.260	4023037.428	330.032g	2.50	-2.5
149	3475.000	848.941	854.134	256867.622	4023015.303	331.623g	2.50	-2.5
150	3500.000	851.129	853.625	256855.435	4022993.475	333.215g	2.50	-2.5
151	3507.663	851.524	853.500	256851.590	4022986.847	333.702g	2.50	-2.5
152	3525.000	852.522	853.258	256842.705	4022971.960	334.806g	2.50	-2.5
153	3550.000	852.683	852.915	256829.442	4022950.769	336.398g	2.50	-2.5
154	3575.000	852.364	852.573	256815.654	4022929.916	337.989g	2.50	-2.5
155	3600.000	852.050	852.230	256801.348	4022909.414	339.581g	2.50	-2.5
156	3625.000	851.165	851.887	256786.534	4022889.276	341.172g	2.50	-2.5

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
157	3650.000	849.828	851.545	256771.222	4022869.515	342.764g	2.50	-2.5
158	3675.000	848.365	851.202	256755.420	4022850.143	344.350g	2.50	-2.5
159	3700.000	848.891	850.859	256739.162	4022831.153	345.759g	2.50	-2.5
160	3725.000	849.563	850.517	256722.525	4022812.493	346.910g	2.50	-2.5
161	3750.000	851.633	850.174	256705.590	4022794.103	347.804g	2.50	-2.5
162	3775.000	853.072	849.832	256688.435	4022775.917	348.440g	2.50	-2.5
163	3800.000	855.052	849.489	256671.136	4022757.869	348.818g	2.50	-2.5
164	3825.000	855.992	849.146	256653.767	4022739.889	348.939g	2.50	-2.5
165	3850.000	855.850	848.804	256636.386	4022721.919	348.939g	2.50	-2.5
166	3866.469	855.038	848.578	256624.936	4022710.081	348.939g	2.50	-2.5
167	3875.000	854.390	848.447	256619.005	4022703.949	348.939g	2.50	-2.5
168	3900.000	852.578	847.894	256601.624	4022685.979	348.939g	2.50	-2.5
169	3925.000	851.030	847.091	256584.244	4022668.010	348.939g	2.50	-2.5
170	3950.000	849.762	846.038	256566.863	4022650.040	348.939g	2.50	-2.5
171	3959.591	849.290	845.568	256560.195	4022643.146	348.939g	2.50	-2.5
172	3975.000	848.784	844.782	256549.482	4022632.070	348.939g	2.50	-2.5
173	4000.000	849.185	843.509	256532.102	4022614.101	348.939g	2.50	-2.5
174	4025.000	847.939	842.235	256514.721	4022596.131	348.939g	2.50	-2.5
175	4050.000	845.509	840.961	256497.340	4022578.161	348.939g	2.50	-2.5
176	4075.000	842.477	839.687	256479.959	4022560.192	348.939g	2.50	-2.5
177	4100.000	839.609	838.413	256462.579	4022542.222	348.939g	2.50	-2.5
178	4125.000	836.561	837.139	256445.211	4022524.240	348.805g	2.50	-2.5
179	4150.000	834.029	835.866	256427.917	4022506.186	348.413g	2.50	-2.5
180	4175.000	831.743	834.592	256410.772	4022487.991	347.764g	2.50	-2.5
181	4200.000	829.643	833.318	256393.851	4022469.589	346.857g	2.50	-2.5
182	4225.000	827.939	832.044	256377.232	4022450.913	345.692g	2.50	-2.5
183	4250.000	826.807	830.770	256360.995	4022431.904	344.270g	2.50	-2.5
184	4275.000	826.031	829.496	256345.219	4022412.511	342.681g	2.50	-2.5
185	4300.000	825.499	828.223	256329.932	4022392.730	341.090g	2.50	-2.5
186	4325.000	824.731	826.949	256315.145	4022372.574	339.498g	2.50	-2.5
187	4350.000	823.876	825.675	256300.866	4022352.053	337.907g	2.50	-2.5
188	4375.000	823.054	824.401	256287.104	4022331.183	336.315g	2.50	-2.5
189	4400.000	822.214	823.127	256273.869	4022309.974	334.723g	2.50	-2.5
190	4425.000	821.399	821.853	256261.167	4022288.442	333.132g	2.50	-2.5
191	4425.782	821.384	821.814	256260.779	4022287.763	333.082g	2.50	-2.5
192	4450.000	820.880	820.628	256249.008	4022266.599	331.540g	2.50	-2.5
193	4472.238	820.247	819.626	256238.655	4022246.919	330.125g	2.50	-2.5
194	4475.000	820.166	819.507	256237.399	4022244.458	329.949g	2.50	-2.5
195	4500.000	819.583	818.427	256226.347	4022222.035	328.357g	2.50	-2.5
196	4525.000	819.389	817.346	256215.859	4022199.342	326.766g	2.50	-2.5
197	4550.000	819.440	816.266	256205.941	4022176.394	325.174g	2.50	-2.5
198	4575.000	819.738	815.186	256196.601	4022153.205	323.583g	2.50	-2.5
199	4600.000	819.813	814.106	256187.842	4022129.790	321.991g	2.50	-2.5
200	4625.000	819.910	813.025	256179.672	4022106.164	320.399g	2.50	-2.5
201	4650.000	819.417	811.945	256172.095	4022082.340	318.808g	2.50	-2.5
202	4675.000	818.242	810.865	256165.116	4022058.335	317.216g	2.50	-2.5
203	4700.000	816.656	809.785	256158.727	4022034.166	315.731g	2.50	-2.5
204	4725.000	814.883	808.704	256152.854	4022009.866	314.503g	2.50	-2.5
205	4750.000	813.352	807.624	256147.402	4021985.468	313.532g	2.50	-2.5
206	4775.000	811.451	806.544	256142.274	4021960.999	312.818g	2.50	-2.5
207	4800.000	810.227	805.463	256137.370	4021936.485	312.362g	2.50	-2.5
208	4825.000	809.023	804.383	256132.592	4021911.946	312.164g	2.50	-2.5

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
209	4850.000	807.046	803.303	256127.848	4021887.400	312.155g	2.50	-2.5
210	4875.000	804.860	802.223	256123.103	4021862.855	312.155g	2.50	-2.5
211	4900.000	802.399	801.142	256118.359	4021838.309	312.155g	2.50	-2.5
212	4925.000	799.761	800.062	256113.615	4021813.763	312.155g	2.50	-2.5
213	4950.000	797.152	798.982	256108.871	4021789.217	312.155g	2.50	-2.5
214	4975.000	795.072	797.902	256104.127	4021764.672	312.155g	2.50	-2.5
215	5000.000	794.310	796.821	256099.382	4021740.126	312.155g	2.50	-2.5
216	5025.000	793.161	795.741	256094.638	4021715.580	312.155g	2.50	-2.5
217	5042.356	792.287	794.991	256091.344	4021698.540	312.155g	2.50	-2.5
218	5050.000	791.638	794.666	256089.894	4021691.035	312.155g	2.50	-2.5
219	5075.000	789.730	793.669	256085.150	4021666.489	312.155g	2.50	-2.5
220	5100.000	788.193	792.777	256080.405	4021641.943	312.155g	2.50	-2.5
221	5125.000	787.028	791.989	256075.661	4021617.397	312.155g	2.50	-2.5
222	5150.000	786.438	791.305	256070.917	4021592.852	312.155g	2.50	-2.5
223	5175.000	787.061	790.726	256066.173	4021568.306	312.155g	2.50	-2.5
224	5195.144	787.607	790.334	256062.350	4021548.528	312.155g	2.50	-2.5
225	5200.000	787.618	790.248	256061.428	4021543.760	312.155g	2.50	-2.5
226	5225.000	787.697	789.805	256056.684	4021519.214	312.155g	2.50	-2.5
227	5250.000	788.434	789.361	256051.940	4021494.669	312.155g	2.50	-2.5
228	5275.000	790.040	788.917	256047.196	4021470.123	312.155g	2.50	-2.5
229	5300.000	791.395	788.474	256042.451	4021445.577	312.155g	2.50	-2.5
230	5325.000	792.256	788.030	256037.707	4021421.032	312.155g	2.50	-2.5
231	5350.000	792.516	787.586	256032.963	4021396.486	312.155g	2.50	-2.5
232	5375.000	791.586	787.143	256028.219	4021371.940	312.155g	2.50	-2.5
233	5400.000	790.700	786.699	256023.474	4021347.394	312.155g	2.50	-2.5
234	5425.000	789.897	786.255	256018.730	4021322.849	312.155g	2.50	-2.5
235	5450.000	789.960	785.812	256013.986	4021298.303	312.155g	2.50	-2.5
236	5475.000	790.226	785.368	256009.242	4021273.757	312.155g	2.50	-2.5
237	5500.000	790.307	784.924	256004.498	4021249.212	312.155g	2.50	-2.5
238	5525.000	789.456	784.481	255999.753	4021224.666	312.155g	2.50	-2.5
239	5550.000	788.215	784.037	255995.009	4021200.120	312.155g	2.50	-2.5
240	5575.000	786.938	783.593	255990.265	4021175.574	312.155g	2.50	-2.5
241	5600.000	785.708	783.150	255985.521	4021151.029	312.155g	2.50	-2.5
242	5625.000	784.427	782.706	255980.776	4021126.483	312.155g	2.50	-2.5
243	5650.000	782.950	782.262	255976.032	4021101.937	312.155g	2.50	-2.5
244	5675.000	780.829	781.819	255971.288	4021077.392	312.155g	2.50	-2.5
245	5700.000	778.111	781.375	255966.544	4021052.846	312.155g	2.50	-2.5
246	5725.000	775.735	780.931	255961.799	4021028.300	312.155g	2.50	-2.5
247	5729.790	775.235	780.846	255960.890	4021023.598	312.155g	2.50	-2.5
248	5750.000	773.394	780.447	255957.055	4021003.754	312.155g	2.50	-2.5
249	5775.000	771.861	779.840	255952.311	4020979.209	312.155g	2.50	-2.5
250	5800.000	773.646	779.108	255947.567	4020954.663	312.155g	2.50	-2.5
251	5825.000	776.229	778.250	255942.822	4020930.117	312.155g	2.50	-2.5
252	5850.000	777.956	777.268	255938.078	4020905.572	312.155g	2.50	-2.5
253	5875.000	778.689	776.161	255933.334	4020881.026	312.155g	2.50	-2.5
254	5900.000	778.179	774.929	255928.590	4020856.480	312.156g	2.50	-2.5
255	5916.470	777.773	774.049	255925.459	4020840.310	312.204g	2.50	-2.5
256	5925.000	777.739	773.579	255923.831	4020831.937	312.259g	2.50	-2.5
257	5950.000	777.741	772.202	255918.998	4020807.409	312.536g	2.50	-2.5
258	5975.000	777.965	770.825	255914.026	4020782.908	312.987g	2.50	-2.5
259	6000.000	778.219	769.448	255908.847	4020758.451	313.611g	2.50	-2.5
260	6025.000	776.446	768.071	255903.395	4020734.053	314.408g	2.50	-2.5

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
261	6050.000	773.010	766.693	255897.605	4020709.733	315.379g	2.50	-2.5
262	6075.000	769.163	765.316	255891.412	4020685.512	316.523g	2.50	-2.5
263	6100.000	765.311	763.939	255884.764	4020661.413	317.748g	2.50	-2.5
264	6125.000	761.211	762.562	255877.654	4020637.445	318.972g	2.50	-2.5
265	6150.000	758.699	761.185	255870.084	4020613.619	320.196g	2.50	-2.5
266	6175.000	757.131	759.808	255862.058	4020589.943	321.420g	2.50	-2.5
267	6200.000	755.687	758.431	255853.577	4020566.426	322.645g	2.50	-2.5
268	6207.693	755.356	758.014	255850.877	4020559.223	323.021g	2.50	-2.5
269	6225.000	754.366	757.114	255844.646	4020543.076	323.869g	2.50	-2.5
270	6250.000	752.847	755.907	255835.268	4020519.902	325.093g	2.50	-2.5
271	6275.000	752.086	754.810	255825.446	4020496.913	326.317g	2.50	-2.5
272	6300.000	752.456	753.823	255815.183	4020474.117	327.542g	2.50	-2.5
273	6325.000	751.834	752.946	255804.484	4020451.522	328.766g	2.50	-2.5
274	6350.000	750.920	752.180	255793.353	4020429.138	329.990g	2.50	-2.5
275	6375.000	749.991	751.523	255781.796	4020406.970	331.178g	2.50	-2.5
276	6400.000	749.137	750.976	255769.854	4020385.007	332.203g	2.50	-2.5
277	6425.000	748.448	750.539	255757.590	4020363.222	333.054g	2.50	-2.5
278	6450.000	748.209	750.212	255745.064	4020341.586	333.732g	2.50	-2.5
279	6475.000	748.640	749.996	255732.339	4020320.068	334.237g	2.50	-2.5
280	6500.000	749.902	749.889	255719.472	4020298.633	334.568g	2.50	-2.5
281	6525.000	749.917	749.892	255706.523	4020277.248	334.726g	2.50	-2.5
282	6550.000	749.805	750.006	255693.548	4020255.878	334.741g	2.50	-2.5
283	6575.000	749.597	750.229	255680.572	4020234.509	334.741g	2.50	-2.5
284	6600.000	749.901	750.563	255667.597	4020213.140	334.741g	2.50	-2.5
285	6625.000	750.834	751.006	255654.621	4020191.771	334.741g	2.50	-2.5
286	6650.000	751.418	751.560	255641.646	4020170.402	334.741g	2.50	-2.5
287	6675.000	751.780	752.224	255628.670	4020149.033	334.741g	2.50	-2.5
288	6700.000	752.407	752.997	255615.695	4020127.664	334.741g	2.50	-2.5
289	6723.315	753.818	753.818	255603.594	4020107.736	334.741g	2.50	-2.5

**ANNEXES : VOLUMES DES TERRASSEMENTS**

N° PROFIL	ABSCISSE	V REMBLAI	V DEBLAI	V DECAPAGE
1	0	297.6	96	98.2
2	25	454.7	0.7	0173.9
3	50	756.8	0	188.7
4	75	1100.9	0	199.3
5	100	1244.7	0	204.5
6	125	1394.2	0	206.1
7	150	795.6	0	188
8	175	403.9	53.3	201.7
9	200	350	78.5	202
10	225	285.4	112.2	202
11	250	172.1	244	207.2
12	275	192.7	369.5	214.1
13	300	225.7	357.2	218.5
14	325	209.1	299.5	213.8
15	350	120.2	340.6	209.4
16	375	56	538	212.3
17	400	0.8	935.2	212
18	425	2.2	1483.6	255.5
19	450	0.5	2403.4	265.9
20	475	0.5	3841.7	281.6
21	500	0.5	4055.6	290.8
22	525	0.5	3917	293.5
23	550	0.8	3287.1	279.4
24	575	1.1	2180	219.8
25	592.185	0.6	901.5	124.5
26	600	3.2	934.3	158.4
27	625	0.9	1199.8	219.3
28	650	1.6	1479.9	240.4
29	675	1.2	1726.9	248
30	700	1.1	1438.4	237.5
31	725	4.6	576.8	203.3
32	750	402.9	53	141.9
33	758.015	447	13.1	110.9
34	775	1187.7	0	181.7
35	800	1627.6	0	223.5
36	825	1293	0.1	212
37	850	447	339.1	233.3
38	875	335.9	688.1	242.6
39	900	287.7	373.3	221.1
40	925	370.4	98.5	209.3
41	950	1439.5	0	221.9
42	975	4520.7	0	278.8
43	1000	3988.3	0	268.8
44	1025	2553.3	0	246.9

ANNEXES : VOLUMES DES TERRASSEMENTS

45	1050	1460.1	0	215.4
46	1075	448.8	234.9	222.9
47	1100	66.9	183.3	113.6
48	1102.003	58.6	170.2	104.7
49	1125	114.4	312.7	198.8
50	1150	177.5	306.3	203.3
51	1175	148.5	384.3	213.5
52	1200	179.1	455.1	220
53	1225	236.7	392.9	222
54	1250	349.7	275.7	221.3
55	1275	545.6	142.1	217.9
56	1300	435	61.3	205.6
57	1325	386.1	88.7	204.3
58	1350	945.9	0	190.7
59	1375	1038.9	0	162.8
60	1390.317	543.7	0	97.7
61	1400	661.7	0	133.5
62	1425	907.6	0	193.2
63	1450	957.1	0	196
64	1475	922.2	65.5	230.6
65	1500	656	589.8	262.9
66	1525	452.5	742.6	262.7
67	1550	170.1	1043.1	247.5
68	1575	2.8	2205.5	253
69	1600	42.7	1432.5	250.9
70	1625	1172.1	127.3	253.2
71	1650	2412.9	0	248.7
72	1675	3080.2	0	271.3
73	1700	3088	0	273
74	1725	2280.9	0	250.9
75	1750	895.6	63.9	226.9
76	1775	2.6	1949.2	244.4
77	1800	0.8	5221.7	312.2
78	1825	0.6	4987	291.1
79	1845.438	0.6	2642.1	164.8
80	1850	0.7	3079.4	193.9
81	1875	1.1	4913.3	321.6
82	1900	1.2	4666.9	318.9
83	1925	1.3	4188.7	311.1
84	1950	1.3	3489.7	299.2
85	1975	1.3	2933.4	284
86	2000	1.4	3127.4	293.8
87	2025	1.5	2675.7	279.4
88	2050	1.1	2349.7	263.5
89	2075	4	1822.1	255.2

## ANNEXES : VOLUMES DES TERRASSEMENTS

90	2100	1.2	2967.6	282.4
91	2125	0.9	1720.6	191.8
92	2135.162	0.6	1167.7	133.4
93	2150	0.9	1417.2	198.8
94	2175	0.7	671.6	208
95	2200	593.5	0	180.2
96	2225	1677	0	211.3
97	2250	210.4	373.4	220.5
98	2275	3.7	1188.9	230.1
99	2300	4.5	1157.4	230.9
100	2325	5	1117.4	231.5
101	2350	2.6	1220.8	273.6
102	2375	318.2	439.8	206.7
103	2400	2323	0	234.1
104	2425	4012.8	0	275.7
105	2450	6293.4	0	329.5
106	2475	7916.4	0	377.7
107	2500	9489.4	0	399.1
108	2525	10630.4	0	414.1
109	2550	10012.4	0	412.7
110	2575	10558.5	0	419.6
111	2600	10249.2	0	416.7
112	2625	9112	0	408.8
113	2650	7082.3	0	377
114	2675	4605.6	0	313.5
115	2700	2107	0	170.7
116	2704.543	1666.6	0	130.4
117	2725	1930.1	0	209.2
118	2750	1324.5	0	213.2
119	2775	1377.4	0	189.8
120	2793.757	912.7	0	111.2
121	2800	1194.5	0	140.2
122	2825	2031.4	0	225.9
123	2850	2182.6	0	240.5
124	2875	2835.3	0	256
125	2900	3967.9	0	287.3
126	2925	6407.1	0	369.8
127	2950	7026.7	0	372.4
128	2975	6369	0	350.9
129	3000	4997.4	0	317.2
130	3025	2746.9	0	247.5
131	3050	6.9	597.4	189.7
132	3075	0	6676.9	286.7
133	3100	0	11864	341.4
134	3125	0	12839.7	347.6

ANNEXES : VOLUMES DES TERRASSEMENTS

135	3150	0	8795	321.8
136	3175	0	6104.4	256.1
137	3200	0	3309.6	228.3
138	3225	0	667.7	189.9
139	3250	1229.3	0	203.4
140	3275	585.7	0.1	188.5
141	3300	1690	0	187
142	3311.417	2768.4	0	175.2
143	3325	7641.6	0	353.3
144	3350	13123.5	0	457.5
145	3375	9150.1	0	419.4
146	3400	6507.2	0	351.1
147	3425	5188.9	0	327.5
148	3450	5357	0	324.4
149	3475	3791.3	0	295.1
150	3500	915	0	136.9
151	3507.663	518.3	0	99
152	3525	255.5	69.3	167.7
153	3550	105.2	228.7	200.7
154	3575	84.7	217.2	201.4
155	3600	110.2	241.4	203.4
156	3625	302.6	132.6	206
157	3650	862.2	0.2	189.2
158	3675	1534.1	0	204.6
159	3700	1260.2	0	204.7
160	3725	554.6	192.8	224.9
161	3750	2.3	1236.8	207.4
162	3775	0	2458.8	225.1
163	3800	0	4194.1	245
164	3825	0	5381.8	281.9
165	3850	0	4714.9	236.9
166	3866.469	0	2588.5	140.6
167	3875	1.2	3197.9	186.5
168	3900	0	3677.8	242
169	3925	0	3067.4	234.6
170	3950	0	2028.7	161.6
171	3959.591	0	1466.8	116.6
172	3975	0	2628.6	192
173	4000	0	4465.1	250
174	4025	0	4499.9	250.5
175	4050	0	3480.4	238.4
176	4075	0	2205.1	223.4
177	4100	1.1	1039.1	224.2
178	4125	121.2	4.2	162
179	4150	878.9	0	189.4

ANNEXES : VOLUMES DES TERRASSEMENTS

180	4175	1589	0	212.3
181	4200	2234.7	0	230.8
182	4225	2557.9	0	238.9
183	4250	2424.7	0	235.9
184	4275	2071.8	0	226.5
185	4300	1501.5	0	210
186	4325	1158.7	0	199.6
187	4350	865.1	0	189.7
188	4375	563.8	0	178.8
189	4400	303.2	0	169.6
190	4425	48.9	19.4	94.2
191	4425.782	42.3	20.8	91.3
192	4450	3.9	359.2	189.1
193	4472.238	0	310.9	100.6
194	4475	0	360.2	112
195	4500	0	1000.7	206.8
196	4525	0	1639.9	215.7
197	4550	0	2456.1	226
198	4575	0	3475	237
199	4600	0	4394.7	246.2
200	4625	0	5176.3	253.4
201	4650	0	5767.3	259.6
202	4675	0	5966.3	287.1
203	4700	0	5570.3	287.3
204	4725	0	4895.5	256.3
205	4750	0	4331.9	244.2
206	4775	0	3758.8	238.7
207	4800	0	3471.6	234.4
208	4825	0	3416	233.9
209	4850	0	2732.7	226.7
210	4875	0	2022.3	218.9
211	4900	0	1049.8	206.3
212	4925	67.3	101.6	186.2
213	4950	863.4	0	188.5
214	4975	1445.2	0	202.1
215	5000	1457.7	0	212
216	5025	1278	0	186.3
217	5042.356	799.9	0	110.4
218	5050	1175.8	0	145.7
219	5075	2544.1	0	239.3
220	5100	3144.8	0	258.4
221	5125	3478	0	266.5
222	5150	3366.2	0	266
223	5175	2188.5	0	218.9
224	5195.144	806.4	0	108.6

ANNEXES : VOLUMES DES TERRASSEMENTS

225	5200	921.8	0	128.6
226	5225	1152.7	0	202.8
227	5250	380.4	45.7	200.4
228	5275	1.7	1074.6	231.2
229	5300	0	2080.3	204.4
230	5325	1.2	3721	298.4
231	5350	1.1	4401.9	312.1
232	5375	1.4	4174.3	316
233	5400	1.3	3918.8	312
234	5425	1.5	3593.5	307.9
235	5450	1.1	4098.4	316.1
236	5475	1.2	4751.8	322.7
237	5500	1.1	5182.4	331
238	5525	1.1	4730.1	321.6
239	5550	1.1	3964.8	307.9
240	5575	1.1	3105.6	286.2
241	5600	1	2359.6	264.1
242	5625	0.8	1651.8	237.8
243	5650	47	859.2	220.3
244	5675	523.5	112.1	209.8
245	5700	1898.7	0	218.7
246	5725	2107.6	0	157.5
247	5729.79	1981.1	0	147.9
248	5750	5131.4	0	304.2
249	5775	6612.9	0	350.9
250	5800	3797.9	0	291.9
251	5825	988.8	0	192.6
252	5850	0	736.5	204
253	5875	0	1980.4	219.7
254	5900	0	2078.1	187.7
255	5916.47	0	1437.7	115.5
256	5925	0	2152.7	157.6
257	5950	0	4315.4	247.5
258	5975	0	5627.6	284.5
259	6000	0	7156	298.2
260	6025	0	6566.7	289.4
261	6050	0	4845.9	249.2
262	6075	0	2773.3	225
263	6100	0	957.4	202.4
264	6125	682.5	0	189.6
265	6150	1361	0	207
266	6175	1523.9	0	213
267	6200	1046.1	0	140.8
268	6207.693	780.6	0	107.6
269	6225	1356.4	0	186

ANNEXES : VOLUMES DES TERRASSEMENTS

270	6250	1863.4	0	221.7
271	6275	1570.1	0	212.8
272	6300	611.8	0	180.5
273	6325	446.6	0	176.1
274	6350	522.8	0	177.9
275	6375	680.7	0	182.6
276	6400	874.8	0	187.9
277	6425	987.1	0	188.5
278	6450	919.5	0	186
279	6475	738.7	0	178.8
280	6500	333.7	146.7	203.7
281	6525	4	275.9	202.6
282	6550	0.7	154	183.1
283	6575	143.6	44.5	186.1
284	6600	211.5	79.5	193.2
285	6625	60.5	270.4	196.8
286	6650	15.1	152.5	188.5
287	6675	128.5	111	191.7
288	6700	172.2	70.8	187.6
289	6723.315	68.1	85.3	89.1
		341213	367597	66147

**ANNEXES : VOLUMES CHAUSSEE**

N° PROFIL	ABSCISSE	forme	FONDATION	BASE	ROUL	ACC	TPC
1	0	0	54.7	39	10.5	35	9.6
2	25	0	109.5	78	21	65.9	19.3
3	50	0	109.5	78	21	71.3	19.3
4	75	0	109.5	78	21	71.4	19.3
5	100	0	109.5	78	21	71.4	19.3
6	125	0	109.5	78	21	71.4	19.3
7	150	0	109.5	78	21	70.5	19.3
8	175	0	109.5	78	21	69.9	19.3
9	200	0	109.5	78	21	69.9	19.3
10	225	0	109.5	78	21	69.9	19.3
11	250	0	109.5	78	21	69.9	19.3
12	275	0	109.5	78	21	69.9	19.3
13	300	0	109.5	78	21	69.9	19.3
14	325	0	109.5	78	21	69.9	19.3
15	350	0	109.5	78	21	69.9	19.3
16	375	246	109.5	78	21	69.9	19.3
17	400	246	109.5	78	21	65.9	19.3
18	425	246	109.5	78	21	68.4	19.3
19	450	246	109.5	78	21	68.4	19.3
20	475	246	109.5	78	21	68.4	19.3
21	500	246	109.5	78	21	68.4	19.3
22	525	246	109.5	78	21	68.4	19.3
23	550	246	109.5	78	21	68.4	19.3
24	575	207.6	92.4	65.8	17.7	57.7	16.3
25	592.185	123.1	54.7	39	10.5	34.2	9.6
26	600	161.4	71.9	51.2	13.8	44.9	12.7
27	625	246	109.5	78	21	63	19.3
28	650	246	109.5	78	21	68.4	19.3
29	675	246	109.5	78	21	68.4	19.3
30	700	246	109.5	78	21	68.4	19.3
31	725	246	109.5	78	21	69.4	19.3
32	750	0	72.3	51.5	13.9	46.2	12.7
33	758.015	0	54.7	39	10.5	35	9.6
34	775	0	91.9	65.5	17.6	59.5	16.2
35	800	0	109.5	78	21	71.4	19.3
36	825	0	109.5	78	21	66.7	19.3
37	850	0	109.5	78	21	69.9	19.3
38	875	0	109.5	78	21	69.9	19.3
39	900	0	109.5	78	21	69.9	19.3
40	925	0	109.5	78	21	69.9	19.3
41	950	0	109.5	78	21	71.4	19.3
42	975	0	109.5	78	21	71.4	19.3

**ANNEXES : VOLUMES CHAUSSEE**

43	1000	0	109.5	78	21	71.4	19.3
44	1025	0	109.5	78	21	71.4	19.3
45	1050	0	109.5	78	21	70.8	19.3
46	1075	0	109.5	78	21	69.9	19.3
47	1100	0	59.1	42.1	11.3	37.8	10.4
48	1102.003	123.1	54.7	39	10.5	35	9.6
49	1125	236.2	105.1	74.9	20.2	67.1	18.5
50	1150	246	109.5	78	21	69.9	19.3
51	1175	246	109.5	78	21	69.9	19.3
52	1200	246	109.5	78	21	69.9	19.3
53	1225	246	109.5	78	21	69.9	19.3
54	1250	0	109.5	78	21	69.9	19.3
55	1275	0	109.5	78	21	69.9	19.3
56	1300	0	109.5	78	21	69.9	19.3
57	1325	0	109.5	78	21	69.9	19.3
58	1350	0	109.5	78	21	69.9	19.3
59	1375	0	88.3	62.9	16.9	57.5	15.5
60	1390.317	0	54.7	39	10.5	35.7	9.6
61	1400	0	76	54.1	14.6	49.5	13.4
62	1425	0	109.5	78	21	71.4	19.3
63	1450	0	109.5	78	21	69.8	19.3
64	1475	0	109.5	78	21	69.9	19.3
65	1500	0	109.5	78	21	69.6	19.3
66	1525	246	109.5	78	21	68.4	19.4
67	1550	246.1	109.5	78	21	67.2	19.6
68	1575	246.2	109.5	78	21	65	19.8
69	1600	246.1	109.5	78	21	65	19.8
70	1625	0	109.5	78	21	63.9	19.8
71	1650		109.5	78	21	64.1	19.8
72	1675	0	109.5	78	21	65.1	19.8
73	1700	0	109.5	78	21	65.1	19.8
74	1725	0	109.5	78	21	63.1	19.8
75	1750	0	109.5	78	21	63.6	19.8
76	1775	246	109.5	78	21	62.9	19.8
77	1800	246	109.5	78	21	62.9	19.8
78	1825	223.6	99.5	70.9	19.1	57.1	18
79	1845.438	123	54.7	39	10.5	31.4	9.9
80	1850	145.5	64.7	46.1	12.4	37.2	11.7
81	1875	246	109.5	78	21	62.9	19.8
82	1900	246	109.5	78	21	62.9	19.8
83	1925	246	109.5	78	21	62.9	19.8
84	1950	246	109.5	78	21	62.9	19.8
85	1975	246	109.5	78	21	62.9	19.8

**ANNEXES : VOLUMES CHAUSSEE**

<b>86</b>	2000	246	109.5	78	21	62.9	19.8
<b>87</b>	2025	246	109.5	78	21	62.9	19.8
<b>88</b>	2050	246	109.5	78	21	62.9	19.8
<b>89</b>	2075	246	109.5	78	21	62.9	19.8
<b>90</b>	2100	246	109.5	78	21	62.9	19.8
<b>91</b>	2125	173	77	54.9	14.8	44.2	13.9
<b>92</b>	2135.162	123	54.7	39	10.5	31.4	9.9
<b>93</b>	2150	196	87.2	62.1	16.7	50.1	15.7
<b>94</b>	2175	246	109.5	78	21	62.9	19.8
<b>95</b>	2200	246	109.5	78	21	64.7	19.8
<b>96</b>	2225	246	109.5	78	21	65.1	19.8
<b>97</b>	2250	246	109.5	78	21	64.6	19.8
<b>98</b>	2275	246.1	109.5	78	21	64.1	19.8
<b>99</b>	2300	246.2	109.5	78	21	65.1	19.8
<b>100</b>	2325	246.1	109.5	78	21	66.1	19.6
<b>101</b>	2350	246	109.5	78	21	67.1	19.4
<b>102</b>	2375	0	109.5	78	21	69.6	19.3
<b>103</b>	2400	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>104</b>	2425	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>105</b>	2450	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>106</b>	2475	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>107</b>	2500	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>108</b>	2525	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>109</b>	2550	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>110</b>	2575	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>111</b>	2600	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>112</b>	2625	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>113</b>	2650	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>114</b>	2675	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>115</b>	2700	0	64.7	46.1	12.4	42.2	11.4
<b>116</b>	2704.543	0	54.7	39	10.5	35.7	9.6
<b>117</b>	2725	0	99.5	70.9	19.1	64.9	17.5
<b>118</b>	2750	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>119</b>	2775	0	95.8	68.3	18.4	62.5	16.9
<b>120</b>	2793.757	0	54.7	39	10.5	35.7	9.6
<b>121</b>	2800	0	68.4	48.7	13.1	44.6	12
<b>122</b>	2825	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>123</b>	2850	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>124</b>	2875	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>125</b>	2900	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>126</b>	2925	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>127</b>	2950	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>128</b>	2975	0	109.5	78	21	71.4	19.3

**ANNEXES : VOLUMES CHAUSSEE**

<b>129</b>	3000	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>130</b>	3025	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>131</b>	3050	0	109.5	78	21	69.9	19.3
<b>132</b>	3075	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>133</b>	3100	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>134</b>	3125	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>135</b>	3150	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>136</b>	3175	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>137</b>	3200	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>138</b>	3225	0	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>139</b>	3250	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>140</b>	3275	0	109.5	78	21	67.5	19.3
<b>141</b>	3300	0	79.8	56.8	15.3	52	14
<b>142</b>	3311.417	0	54.7	39	10.5	35.7	9.6
<b>143</b>	3325	0	84.5	60.2	16.2	55.1	14.9
<b>144</b>	3350	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>145</b>	3375	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>146</b>	3400	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>147</b>	3425	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>148</b>	3450	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>149</b>	3475	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>150</b>	3500	0	71.5	51	13.7	46.6	12.6
<b>151</b>	3507.663	0	54.7	39	10.5	35.7	9.6
<b>152</b>	3525	0	92.7	66	17.8	59.2	16.3
<b>153</b>	3550	0	109.5	78	21	69.9	19.3
<b>154</b>	3575	0	109.5	78	21	69.9	19.3
<b>155</b>	3600	0	109.5	78	21	69.9	19.3
<b>156</b>	3625	0	109.5	78	21	69.9	19.3
<b>157</b>	3650	0	109.5	78	21	66.2	19.3
<b>158</b>	3675	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>159</b>	3700	0	109.5	78	21	71.2	19.3
<b>160</b>	3725	0	109.5	78	21	69.9	19.3
<b>161</b>	3750	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>162</b>	3775	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>163</b>	3800	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>164</b>	3825	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>165</b>	3850	204.1	90.8	64.7	17.4	56.8	16
<b>166</b>	3866.469	123.1	54.7	39	10.5	34.2	9.6
<b>167</b>	3875	165	73.4	52.3	14.1	45.9	12.9
<b>168</b>	3900	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>169</b>	3925	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>170</b>	3950	170.2	75.8	54	14.5	47.4	13.3
<b>171</b>	3959.591	123.1	54.7	39	10.5	34.2	9.6

**ANNEXES : VOLUMES CHAUSSEE**

<b>172</b>	3975	198.8	88.5	63	17	55.3	15.6
<b>173</b>	4000	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>174</b>	4025	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>175</b>	4050	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>176</b>	4075	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>177</b>	4100	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>178</b>	4125	0	109.5	78	21	65.2	19.3
<b>179</b>	4150	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>180</b>	4175	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>181</b>	4200	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>182</b>	4225	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>183</b>	4250	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>184</b>	4275	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>185</b>	4300	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>186</b>	4325	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>187</b>	4350	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>188</b>	4375	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>189</b>	4400	0	109.5	78	21	70.4	19.3
<b>190</b>	4425	0	56.5	40.2	10.8	36.1	9.9
<b>191</b>	4425.782	0	54.7	39	10.5	35	9.6
<b>192</b>	4450	0	101.7	72.5	19.5	63.6	17.9
<b>193</b>	4472.238	123.1	54.7	39	10.5	34.2	9.6
<b>194</b>	4475	136.6	60.8	43.3	11.7	38	10.7
<b>195</b>	4500	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>196</b>	4525	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>197</b>	4550	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>198</b>	4575	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>199</b>	4600	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>200</b>	4625	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>201</b>	4650	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>202</b>	4675	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>203</b>	4700	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>204</b>	4725	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>205</b>	4750	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>206</b>	4775	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>207</b>	4800	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>208</b>	4825	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>209</b>	4850	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>210</b>	4875	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>211</b>	4900	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>212</b>	4925	0	109.5	78	21	69.9	19.3
<b>213</b>	4950	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>214</b>	4975	0	109.5	78	21	71.4	19.3

**ANNEXES : VOLUMES CHAUSSEE**

<b>215</b>	5000	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>216</b>	5025	0	92.8	66.1	17.8	60.5	16.3
<b>217</b>	5042.356	0	54.7	39	10.5	35.7	9.6
<b>218</b>	5050	0	71.5	50.9	13.7	46.6	12.6
<b>219</b>	5075	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>220</b>	5100	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>221</b>	5125	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>222</b>	5150	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>223</b>	5175	0	98.9	70.4	19	64.4	17.4
<b>224</b>	5195.144	0	54.7	39	10.5	35.7	9.6
<b>225</b>	5200	0	65.4	46.6	12.5	42.6	11.5
<b>226</b>	5225	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>227</b>	5250	0	109.5	78	21	69.9	19.3
<b>228</b>	5275	0	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>229</b>	5300	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>230</b>	5325	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>231</b>	5350	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>232</b>	5375	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>233</b>	5400	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>234</b>	5425	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>235</b>	5450	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>236</b>	5475	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>237</b>	5500	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>238</b>	5525	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>239</b>	5550	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>240</b>	5575	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>241</b>	5600	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>242</b>	5625	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>243</b>	5650	246	109.5	78	21	69.9	19.3
<b>244</b>	5675	0	109.5	78	21	69.9	19.3
<b>245</b>	5700	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>246</b>	5725	0	65.2	46.5	12.5	42.5	11.5
<b>247</b>	5729.79	0	54.7	39	10.5	35.7	9.6
<b>248</b>	5750	0	99	70.5	19	64.5	17.4
<b>249</b>	5775	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>250</b>	5800	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>251</b>	5825	0	109.5	78	21	71.4	19.3
<b>252</b>	5850	0	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>253</b>	5875	246	109.5	78	21	68.4	19.3
<b>254</b>	5900	204.1	90.8	64.7	17.4	56.8	16
<b>255</b>	5916.47	123.1	54.7	39	10.5	34.2	9.6
<b>256</b>	5925	165	73.4	52.3	14.1	45.9	12.9
<b>257</b>	5950	246	109.5	78	21	68.4	19.3

**ANNEXES : VOLUMES CHAUSSEE**

258	5975	246	109.5	78	21	68.4	19.3
259	6000	246	109.5	78	21	68.4	19.3
260	6025	246	109.5	78	21	68.4	19.3
261	6050	246	109.5	78	21	68.4	19.3
262	6075	246	109.5	78	21	68.4	19.3
263	6100	246	109.5	78	21	68.4	19.3
264	6125	0	109.5	78	21	71.4	19.3
265	6150	0	109.5	78	21	71.4	19.3
266	6175	0	109.5	78	21	71.4	19.3
267	6200	0	71.6	51	13.7	46.7	12.6
268	6207.693	0	54.7	39	10.5	35.7	9.6
269	6225	0	92.7	66	17.8	60.4	16.3
270	6250	0	109.5	78	21	71.4	19.3
271	6275	0	109.5	78	21	71.4	19.3
272	6300	0	109.5	78	21	71.4	19.3
273	6325	0	109.5	78	21	71.3	19.3
274	6350	0	109.5	78	21	71.4	19.3
275	6375	0	109.5	78	21	71.4	19.3
276	6400	0	109.5	78	21	71.4	19.3
277	6425	0	109.5	78	21	71.4	19.3
278	6450	0	109.5	78	21	71.4	19.3
279	6475	0	109.5	78	21	69.5	19.3
280	6500	0	109.5	78	21	69.9	19.3
281	6525	0	109.5	78	21	68.4	19.3
282	6550	0	109.5	78	21	65	19.3
283	6575	0	109.5	78	21	69.9	19.3
284	6600	0	109.5	78	21	69.9	19.3
285	6625	0	109.5	78	21	69.9	19.3
286	6650	0	109.5	78	21	69.7	19.3
287	6675	0	109.5	78	21	69.9	19.3
288	6700	0	105.8	75.4	20.3	67.5	18.6
289	6723.315	0	51.1	36.4	9.8	32.6	9
		<b>27680.5</b>	<b>29447</b>	<b>20976.8</b>	<b>5647.6</b>	<b>18585.1</b>	<b>5204.4</b>