

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

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

Thème

**Etude du contournement sud de la ville de
tadjenanet sur 10.5 Km avec conception de (03)
carrefours**

Encadré par :

Mr : ABDEREZAK SAMIR

Présenté par :

AMOUR ISHAK

BEY SABER

Promotion 2012

École Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Louange à ALLAH (que son Nom soit glorifié) qui nous a guidés, et sans lui nous n'aurions jamais été sur la bonne voie.

Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens et leurs patiences.

Nous exprimons toute notre gratitude à Mr ABDEREZAK SAMIR pour son encadrement exceptionnel, à sa confiance, à son soutien incessant et à son encouragement permanents.

l'aboutissement de ce travail doit beaucoup à sa confiance, à son soutien incessant et à son encouragement permanents..

Nous tenons également à remercier l'ensemble des enseignants de l'ENSTP pour toutes les informations qu'ils nous ont prodigué durant les cinq ans de notre formation.

Nous remercions les membres de jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce projet de fin d'étude.

الإهداء

بسم الله والحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله. أولاً بأول احمد الله تعالى على ما وفقني إليه.

- ❖ إلى أمي وأبي وإخوتي وكل العائلة والأقارب .
 - ❖ إلى كل من أعانني في مشوار دراستي وكل أصدقائي.
 - ❖ إلى من وافقني في هذا العمل زميلي بغالية عبدالقادر.
- إن الذين نحبهم ونعزهم مكانتهم ليست بين الأسطر والصفحات،
لأن مقامهم أجل وأعلى فالقلب سكناهم والذكرى ذكراهم،
والقلب لن ينساهم.

بإي حابر

DEDICACES

Tout d'abord je tien à remercié le dieu puissant.
Je dédie ce modeste travail à **ma très chère mère.**

Ainsi que **mon père Amour djamel.**

Qui ont su être à mes cotés dans les moments difficile sans
lesquels je n'aurai pas abouti à ce stade d'étude, ainsi que
chaque instant de bonheur qu'ils m'ont procuré, fasse dieu
que je puisse les honorés.

A mes chers frères qui me soutient depuis tout le
temps :hamzaet son enfant lina,hichem,sefiene,abd
elbaki,Abd elali

A mes sœurs que je les aime beaucoup

A à la mémoire de mon grand pères chikh mohamed et
mon grand mères khedidja;

A famille Amour et à la famille Basir ;

A Mon ami et binôme **bey saber** qui était mon frère
durant tout le cycle d'étude ;

A tous mes amis : Bourezg nassim(1000
FOIS) ,FOUAD,MOUNIR,RAOUF,HOUSSEM.....

A tous nos collègues de l'ENSTP promotion 2012
et Je vous dis merci et pour tous qui mon aidés de
loin ou de près pour la réalisation de ce mémoire.

Ecrit par l'ingénieur : **AMOUR ISHAK**

SOMMAIRE

CHAPITRE 0.	Page
INTRODUCTION GENERALE	01
PRESENTATION DE PROJET	
1. Introduction.....	02
2. Présentation de la ville.....	02
3. Description générale du nouveau tracé.....	03
4. Objectifs principaux de l'étude.....	03
5. Justification du carrefour.....	04
AVANT PROJET SOMMAIRE	
1. introduction.....	05
2. localisation du fuseau retenu.....	05
3. présentation des variantes	06
4. conclusion	08
AVANT PROJET DETAIAIS	
CHAPITRE I. ETUDE DE TRAFIC	
1. introduction.....	09
2.analyse du trafic.....	09
3. différents types de trafic.....	10
4. calcul de la capacité.....	10
5. application au projet.....	12
CHAPITRE II. TRACE EN PLAN	
1. introduction.....	15
2. règles et principes de tracé en plan.....	15
3. les éléments du tracé en plan.....	15
4. les courbes de raccordements.....	19
5. paramètres fondamentaux.....	24
6. calcul d'axe manuellement.....	24
CHAPITRE III. PROFIL EN LONG	
1. définition.....	29
2. règles à respecter dans le tracé du la ligne rouge.....	29
3. coordination entre le tracé en plan et le profil en long.....	29
4. déclivités.....	30
5. les raccordements en profil en long.....	30
6. détermination pratiques du profil en long.....	32
7. exemple de calcul de profil en long.....	34

CHAPITRE IV. PROFIL EN TRAVERS

1. Définition.....	37
2. Les éléments du profil en travers.....	37
3. Classification du profil en travers.....	38
4. Application au projet.....	38

CHAPITRE V. LES CUBATURES

1. Introduction.....	39
2. Définition.....	39
3. Méthodes de calcul des cubatures.....	39
4. calcul des cubatures de terrassement.....	41

CHAPITRE VI. ETUDE GEOTECHNIQUE

1. introduction.....	42
2. objectifs d'étude géotechnique.....	42
3. les moyens de reconnaissance.....	42
4. les essais réalisés au laboratoire.....	42
5. les essais d'identifications.....	43
6. les essais mécaniques.....	44
7. le différent essai « in-site ».....	44
8. condition d'utilisation des sols en remblais.....	45

CHAPITRE VII. DIMENSIONNEMENT DO CORPS DE CHAUSSÉE

1. introduction.....	46
2. la chaussée.....	46
3. les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée.....	49
4. les principales méthodes de dimensionnement.....	50
5. détermination de la portance de sol-support de chaussée.....	53
6. application au projet.....	54
7. conclusion.....	63

CHAPITRE VIII. CHOIX ET CONCEPTION DU CARRFOUR

1. définition.....	64
2. les différents types de carrefour.....	64
3. données utiles à l'aménagement d'un carrefour.....	65
4. principes généraux d'aménagement d'un carrefour.....	66
5. application au projet.....	67

CHAPITRE IX. ASSAINISSEMENTLES

1. introduction.....	75
2. objectif de l'assainissement.....	75
3. drainage des eaux souterraines.....	75
4. définitions des termes hydraulique.....	76
5. dimensionnement de réseau d'assainissement a projeter.....	77
6. application au projet.....	81

CHAPITRE X. SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1^{ER} PARTIE SIGNALISATION

1. Introduction.....	88
2. L'objet de la signalisation routière.....	88
3. Types de signalisation.....	88
4. Application au projet.....	91

2^{EME} PARTIE ELAIRAGE

1. introduction.....95
2. catégories d'éclairage.....95
3. paramètres de l'implantation des luminaires.....95
4. application de l'éclairage au projet.....95

CHAPITRE XI. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

.....96

CONCLUSION GENERALE

.....98

BIBLIOGRAPHIE

.....99

INTRODUCTION GENERALE

A La fin de chaque cycle de formation, l'école nationale supérieure des travaux publics (ENSTP), prévoit dans son programme du deuxième semestre de la cinquième année un travail de fin d'étude qui s'étale sur une durée de trois (03) mois environ.

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'intégrer au monde du travail.
- connaître les missions et les responsabilités d'un ingénieur d'état en travaux publics.

De ce fait l'élève d'ingénieur est appelé à fournir beaucoup d'effort, faire des observations; des remarques afin de présenter un travail qui est digne de son nom.

C'est dans ce cadre que la direction des travaux publics de la wilaya de MILA nous a proposé un projet de fin d'étude qui consiste en :

L'Etude de l'évitement sud de la ville de TADJENANET sur 10.5km avec conception de 03 carrefours.

Le projet consiste à contourner la ville de TADJENANET, située sur l'axe (RN5) reliant la ville de SETIF à celle de Constantine.

Les avantages qui découlent de notre projet sont des 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 DE PROJET

1. INTRODUCTION :

L'aménagement d'un réseau routier ne peut s'effectuer sans faire au préalable des prévisions du trafic afin de déterminer les besoins en déplacement et d'identifier les axes susceptibles d'être saturés à un horizon donné. Pour notre évitement de la ville de TADJENANET Le projet prend comme origine l'intersection de la RN05 et l'évitement sud de la ville de TADJENANET, et se poursuit vers l'Est qui coïncide avec la RN5 (TADJENANET- CHELGHOUM LAID). Dans le cadre de la convention intervenue entre la wilaya de MILA présentée par la direction des travaux publics (DTP).

2. PRESENTATION DE LA VILLE :

La ville de TADJENANET se situe dans le sud de la wilaya de MILA, dont le chef – lieu en est distant de 60 Km, et de 50Km de la frontière SETIF.

La Wilaya de MILA est située au nord-est algérien. à 450 Km de l'est de la capitale Alger .MILA s'étend sur une superficie de 3407,60 km², administrativement La wilaya compte 32 communes dont 13 sont des chefs- lieux de daïra .

Elle est limitée par :

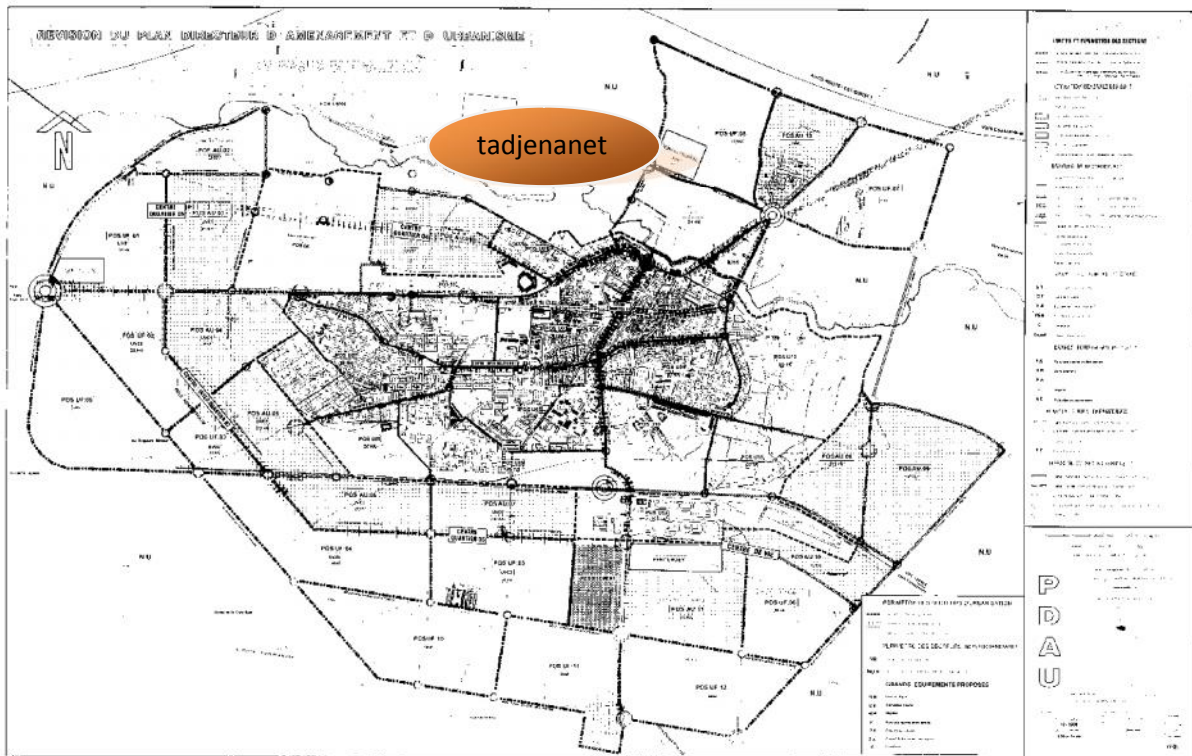
- A l'est : par la wilaya de CONSTANTINE.
- Au sud : par la wilaya de BATNA et la wilaya de OUM EL BOUAGHI.
- A l'ouest : par la wilaya de SETIF.
- Au nord par la wilaya de JIJEL est la wilaya de SKIKDA.

Relief : La wilaya se caractérise par un relief varié et présente deux grandes zones distinctes:

- au nord, des montagnes: M'sid, Aïcha, Zouagha et El-Halfa.
- au sud, les plaines et les hauts plateaux.

Oueds: oued Rhumel ,Nadja ,El-Kebir .

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



Situation et altitudes de la ville de tadjenanet

3. DISCRIPTION GENERALE DU NOUVEAU TRACE :

L'étude traitée est d'un tracé neuf qui est implanté dans un relief peu vallonné, Le projet en étude prend comme origine de la RN 05 à l'intersection avec un carrefour giratoire projeté du côté sud Est de la ville de TADJENANET, et un autre projeté du côté sud ouest de la ville toute en passant d'un carrefour à l'intersection de la CW 12, avec conception de deux passages supérieures (voie ferrée et une route) franchir plusieurs formations géologiques différentes, et traverse un oued.

4. OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'ETUDE :

Le but essentiel de notre projet est de créer une liaison assurant le transfert d'une grande partie de trafic de la RN05 qui relie la wilaya de SETIF vers CHALGHOM LEID en évitant l'agglomération de TADJENANAT, le projet assure :

- Décongestionner les zones urbaines.
- La fluidité de trafic.
- Garantir le confort et la sécurité des usagers.

5. JUSTIFICATION DE CARREFOUR :

Le but essentiel est d'assurer la continuité du réseau autoroutier et de desservir plusieurs directions en même temps. En distribuant les flux dans les différentes directions selon l'ordre d'importance, et de faciliter aux usagers un déplacement dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points du conflit qui peuvent être la cause de graves accidents, et les points d'arrêt qui provoquent des pertes de temps considérables.



Présentation de la variante sur la carte.

PHASE A.P.S

AVANT PROJET SOMMAIRE

1. INTRODUCTION:

Après une étude technique commence par une recherche nécessaire pour identifier les variantes possibles et favorable (voire le schéma qui représente les différents variantes).

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.

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

2. LOCALISATION DU FUSEAU RETENU :





3. PRESENTATION DES VARIANTES :

Dans cette phase, on va étudier deux (02) variantes afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet.

3.1. 1^{er} VARIANTE :

L'origine de la **première variante** est la jonction avec la RN05 au Sud de la ville, C'est la variante la plus courte, elle traverse un relief généralement plat, et en rejoignant finalement la RN05, cette variante a une longueur à environ 10 km mais cette variante présente une faible sinuosité et le plus loin au zone urbain.

3.2. 2^{ème} VARIANTE :

Pour la deuxième variante, elle est sinueuses et plus proche par rapport au bord de la ville et presque de la même longueur que le variante N°01.

33. Comparaison entre les deux variantes :

➤ **Comparaison entre les variantes :**

Éléments du choix de la variante	Unités	Variante I	Variante II	Comparaison	
				V I	V II
Longueur totale de l'itinéraire	m	10380	10643	+	-
Longueur totale de l'alignement droit	m	7257.6	6298.844	+	-
Longueur totale des parties courbes	m	3122.36	4344.63	+	-
Rayon minimale en plan	m	250	250	+	+
Rayon maximale en plan	m	1500	1400	+	-
Nombre de virage en plan	Unité	12	14	+	-
Divers maximale	%	6.80	5.55	-	+
Nombre d'angle saillant	Unité	7	6	-	+
Nombre d'angle rentrant	Unité	10	12	+	-
Rayon verticale minimale	m	3000	2500	+	-
Rayon verticale maximale	m	50000	30000	+	-
Déclivité maximale	%	6	5.2	-	+
Volume de déblai	m ³	50608	43657	-	+
Volume de remblai	m ³	175086	177567	+	-
				10	5

Tableau -1- La comparaison entre les deux variantes

	Avantages	Inconvénients
Variante I	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de contrainte topographique forte (coût diminué) - plus loin de la ville et plus courte (10 Km) - Faible sinuosité - Niveaux de service élevé - Plupart des terrain domaniales 	<ul style="list-style-type: none"> - Traverser des zones agricoles - Traversée au deux point la vois ferrée - Terrain plat ce qui nécessite pratiquement un remblai sur toute le linéaire bien sure avec augmentation de nombre des dalot et passage busée
Variante II	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de contraintes topographiques fortes 	<ul style="list-style-type: none"> - Traverser des zones agricoles - Plus longue par rapport les autres variantes - Traversée au deux point la vois ferrée - Terrain plat ce qui nécessite pratiquement un remblai sur toute le linéaire bien sure avec augmentation de nombre des dalot et passage busée - Tracer proche des habitations - Tracée plus saigneuse - Moine de confort et sécurité

Tableau de comparaison entre les deux variantes

4. Conclusion :

L'analyse comparative des deux(02) variantes, nous a permis d'opter pour la variante N°01 qui présente les critères techniques les plus avantageuses.

PHASE A.P.D

CHAPITRE

(I)

ETUDE DE TRAFIC

1. Introduction.
2. Analyse du trafic.
3. Différents types de trafic.
4. Calcul de la capacité.
5. Application au projet.

ETUDE DE TRAFIC

1. INTRODUCTION :

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers. Cette conception repose, pour partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaire pour :

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les coûts d'entretiens.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

2. ANALYSE DU TRAFIC :

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adopter le niveau de connaissance aux besoins. Le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire, mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause. Enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

- Celles qui permettent de quantifier le trafic : les comptages.
- Celles qui en outre permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs : les enquêtes.

2.1. Les comptages :

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage :

- ✓ Les comptages automatiques.
- ✓ Les comptages manuels.

2.1.1. Les comptages automatiques :

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires, en ce qui concerne les comptages permanents, sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

Les comptages temporaires s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

2.1.2. Les comptages manuels:

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

2.2. La Connaissance des flux (les enquêtes):

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

Elle permet en particulier de distinguer les trafics de transit et d'échange.

3. DIFFERENTS TYPE DE TRAFICS :

On distingue quatre types de trafic :

Trafic normal :

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

Trafic induit :

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

Trafic dévié :

C'est le trafic qui résulte de :

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

Trafic total :

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

4. CALCUL DE LA CAPACITE :

Définition de la capacité :

La capacité est le nombre de véhicules qui peuvent raisonnablement passer par une direction de la route « ou deux directions » avec des caractéristiques géométriques et de Circulation qui lui sont propre durant une période bien déterminé. La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

4.1. Calcul du (TJMA) horizon :

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

$$TJMA_h = TJMA_o (1 +)^n$$

- $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon.
- $TJMA_o$: le trafic à l'année de référence.
- n : nombre d'année.
- : taux d'accroissement du trafic (%).

4.2. Calcul des trafics effectifs:

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de :

Type de route et de l'environnement :

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P).
Le trafic effectif donné par la relation :

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

- T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (UVP/J)
- Z : pourcentage de poids lourds (%).
- P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route (nombres de voies et de l'environnement).

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

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-16
Route étroite	3-6	6-12	16-24

Coefficient d'équivalence.

4.3. Débit de pointe horaire normale:

Le débit de pointe horaire normale est une fraction du trafic effectif a l'horizon, il et exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule suivante :

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

- Q : débit de pointe horaire
- n : nombre d'heure, (en général $n=8$ heures).
- T_{eff} : trafic effectif.

4.4. Débit horaire admissible :

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

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

- K_1 : coefficient lié à l'environnement.

- K_2 : coefficient de réduction de capacité.
- C_{th} : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable. Avec :

Environnement	E_1	E_2	E_3
K_1	0,75	0,85	0,9 à 0,95

Valeurs de K_1 .

	catégorie				
Environnement	1	2	3	4	5
E_1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E_2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E_3	0,91	0,95	0,97	0,98	0,98

Valeurs de K_2 .

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

Valeurs de capacité théorique.

4.5. Calcul du nombre des voies:

Cas D'une Chaussée Bidirectionnelle :

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

Cas D'une Chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport :

$$n = S \cdot Q/Q_{adm}$$

Avec :

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

5. APPLIATION AU PROJET :

Données de trafic :

En se basant sur les données de trafic effectuées par le C.T.T.P (année 2012) pour la région de TADJENANET, s'agissant de la RN 05, les données sont les suivantes :

- Le trafic à l'année 2012 $TJMA_{2012} = 2570$ (v/j).
- Le taux d'accroissement annuel du trafic = 4%.
- La vitesse de base sur le tracé $V_B = 80$ (Km/h).
- Le pourcentage de poids lourds $PL = 26$ %.
- L'année de mise en service sera en 2014.
- La durée de vie estimée est de 20 ans.

5.1. Projection future du projet :

L'année de mise en service (2014).

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

- $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon (année de mise en service 2014).
- $TJMA_0$: le trafic à l'année de référence (origine 2012).

$$TJMA_{2014} = 2570 \times (1 + 0,04)^2 = 2780 \text{ (v /j)}.$$

Donc : $TJMA_{2014} = 2780 \text{ (v /j)}$.

Trafic a l'année (2034) pour une durée de vie de 20 ans.

$$TJMA_{2034} = 2780 \times (1 + 0,04)^{20} = 6092 \text{ (v /j)}.$$

Donc : $TJMA_{2034} = 6092 \text{ v /j}$.

5.2. Calcul du trafic effectif :

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

- **P**: coefficient d'équivalence pour le poids lourds. Pour une route à bonne caractéristique et un environnement E_1 , on a **P=3**.
- **Z** : pourcentage de poids lourds est égale à 26 (%).

$$T_{eff} = [(1 - 0,26) + 3 \cdot 0,26] \times 6092 = 9260 \text{ (unv /j)}.$$

Donc : $T_{eff} = 9260 \text{ (unv /j)}$.

5.3. Débit de pointe horaire normale :

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

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

$$Q = 0,12 \times 9260 = 1111 \text{ (unv/h)} \quad \text{donc:} \quad Q = 1111 \text{ (unv/h)}.$$

5.4. Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

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

- K_1 : coefficient correcteur pris égal à 0,75 pour E_1 .
- K_2 : coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement (E_1) et catégorie (C_2)
- C_{th} : capacité effective par voie.

D'après B40 on a trouvé une route de 2 voies de 3.5m pour notre projet

On prend $C_{th}=2000$ (uvp/h).

$Q_{adm} = 0.75 \times 01 \times 2000 = 1500$ (uvp/h).

Donc: $Q_{adm} = 1500$ (uvp/h).

Résultats de calcul :

TJMA ₂₀₁₂ (v /j)	TJMA ₂₀₁₄ (v /j)	Teff ₂₀₃₄ (uvp/h)	Q ₂₀₃₄ (uvp/h)	Q _{adm} (uvp/h)	N° des Voies Par sens
2570	2780	6092	1111	1500	1

5.5. Calcul de l'année de saturation :

On a :

$Teff_{2014} = [(1 - 0,26) + 3 \times 0,26] \times 2780 = 4226$ (uvp/j).

$Teff_{2014} = 4226$ (uvp/j).

$Q_{2014} = 0,12 \times 4226 = 508$ (uvp/j)..

$Q_{Saturation} = (1 +)^n \times Q_{2014} \Rightarrow n = \log (Q_{Saturation} / Q_{2014}) / \log (1 +)$

$n = \log (6000 / 2780) / \log (1 + 0,04) = 21.5 \approx 22$ ans.

Donc l'année de saturation = 2012+22=2034.

CHAPITRE

(II)

TRACE EN PLAN

1. Introduction.
2. Règles et principes de tracé en plan.
3. Les éléments du tracé en plan.
4. Les courbes de raccordements.
5. Paramètres fondamentaux.
6. Calcul d'axe manuellement.

TRACE EN PLAN

1. INTRODUCTION :

Dans sa définition, le tracé en situation ou le tracé horizontal au Le tracé en plan est la projection verticale de la route sur un plan horizontale. Ce plan est en générale une carte topographique ou un plan de situation ou le relief du terrain est représenté 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 la rugosité de la chaussée assuré par la couche de roulement.

2. REGLES ET PRINCIPES DE TRACE EN PLAN :

- Respecter les normes de la ARP (l'aménagement des routes principales).
- Adapter le trace au terrain naturel afin d'éviter les grands mouvements de terre (les terrassements important).
- Se raccordé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et zones forestiers.
- Chercher la meilleure trace possible évitant au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire éviter les ouvrages biais.
- Eviter les sites qui sont sujet à des problèmes géologiques (présence de failles ou des matériaux présentant des caractéristiques très médiocres)
- Recourir de préférence a des alignements droits (au moins 50 % du linéaire pour permettre l'implantation de carrefours et de visibilité de déplacement dans de bonnes conditions) alternant avec des courbes moyennes (de rayon supérieur au rayon minimal sans dépasser le rayon non déverse).

3. LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

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

3.1. Les droites (alignements):

La droite est l'élément géométrique le plus simple, mais les grands alignements droits sont très déconseillés.

La longueur maximale d'un alignement ne dépasse pas la longueur parcourue par la vitesse de base durant une minute.

La longueur des alignements dépend de :

- ✓ La vitesse V_B , plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- ✓ Des sinuosités précédent et suivent l'alignement.
- ✓ Du rayon de courbure de ces sinuosités.

Longueur minimale :

La Longueur minimale correspond à un chemin parcouru durant un temps t d'adaptation.

$$L_{\min} = 5 \times V_B \quad \text{avec} \quad V_B \quad \text{en (m/s).}$$

Longueur maximale :

Pour réduire les effets de monotonie et d'éblouissement, la longueur maximale d'un alignement est prise égale à la distance parcourue pendant (01) minute à la vitesse V (m/s).

$$L_{\max} = 60 \times V_B \quad \text{avec} \quad V_B \quad \text{en (m/s).}$$

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

- Réunion de 2 Longues courbes par un alignement court : alignement a supprimé.
- Réunion de 2 Longues alignements par une courbe courte s'est à dire de faible rayon : augmenter le rayon.

3.2 .Les arcs de cercle:

Il est bien de rappeler que pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur à R_{Hm} (rayon minimum absolue), on utilise alors au tant que possible des valeurs supérieures ou égale à R_{Hm} .

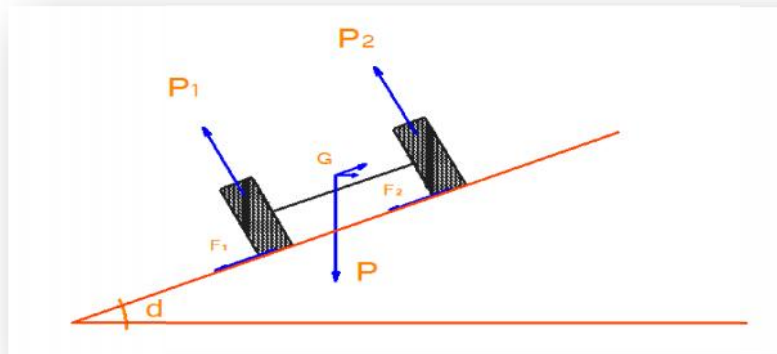
Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

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

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

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

$$R_{Hm} = \frac{V_B^2}{127 \cdot (f_t + d)}$$

**NB :**

- « d » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas)
- « d » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux.

Ce ci nous conduit à la série de couples (R, d).

Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu RHm avec :

- $d_{\max} = 7\%$ pour les catégories (1– 2) ;
- $d_{\max} = 8\%$ pour les catégories (3 – 4) ;
- $d_{\max} = 9\%$ pour la catégorie 5.

Conséquences :✓ **Rayon horizontal minimal absolu :**

C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de devers maximal.

$$RHm = \frac{V_B^2}{127 \cdot (ft + d_{\max})}$$

✓ **Rayon minimal normal :**

$$RHn = \frac{(V_B + 20)^2}{127 \cdot (ft + d_{\max})}$$

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 du quel 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 subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit. Dévers associé $d_{\min} = 2.5\%$.

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

✓ **Rayon minimal non déversé :**

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

$$RHnd = \frac{V_B^2}{127 \times 0,035}$$

Pour: Cat 1-2

$$RHnd = \frac{V_B^2}{127 \cdot (f'' - 0,03)}$$

Pour : Cat 3-4-5

Avec :

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

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

Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

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

- **Si $RHm < R < RHN$:**

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

- **Si $RHN < R < RHd$:**

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

- ✓ Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal d_{min} .
- ✓ Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.
- ✓ Un rayon RHm doit être encadré par des RHN.

Remarque :

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

Pour notre projet (l'évitement SUD de la ville de TADJENANET) situé dans un environnement (E1), et classé en catégorie 2 (C2) avec une vitesse de base de (80km/h), le règlement (B40) préconise les rayons suivant : (voir le tableau)

Paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V_B	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1000
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	1400

Rayons en plan et devers associés (E1- C2).

- **visibilité en courbe :**

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

- **Sur largeur :**

Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayons faibles :

Lorsqu'un véhicule circule dans une courbe, il occupe une largeur plus grande que sur l'alignement droit ; compte tenu de l'empattement du véhicule, les roues arrière n'épousant pas exactement le tracé de celles de devant.

La valeur de la Sur largeur théorique S nécessaire pour une voie de circulation :

$$S = L^2 / 2R$$

- L : longueur du véhicule (valeur moyenne L = 10m) ;
- R : rayon de l'axe de la route.

4. LES COURBES DE RACCORDEMENT :

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

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

4.1. Type de courbes de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- ✓ Parabole cubique
- ✓ Lemniscate
- ✓ Clothoïde

▪ **Parabole cubique :**

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).

▪ **Lemniscate :**

Cette courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.

▪ **Clothoïde :**

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il infini jusqu'au point asymptotique ou il s'annule, la courbure de la Clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

❖ Les raccordements progressifs « clotho de » :

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croit linéairement de $R=$ 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).

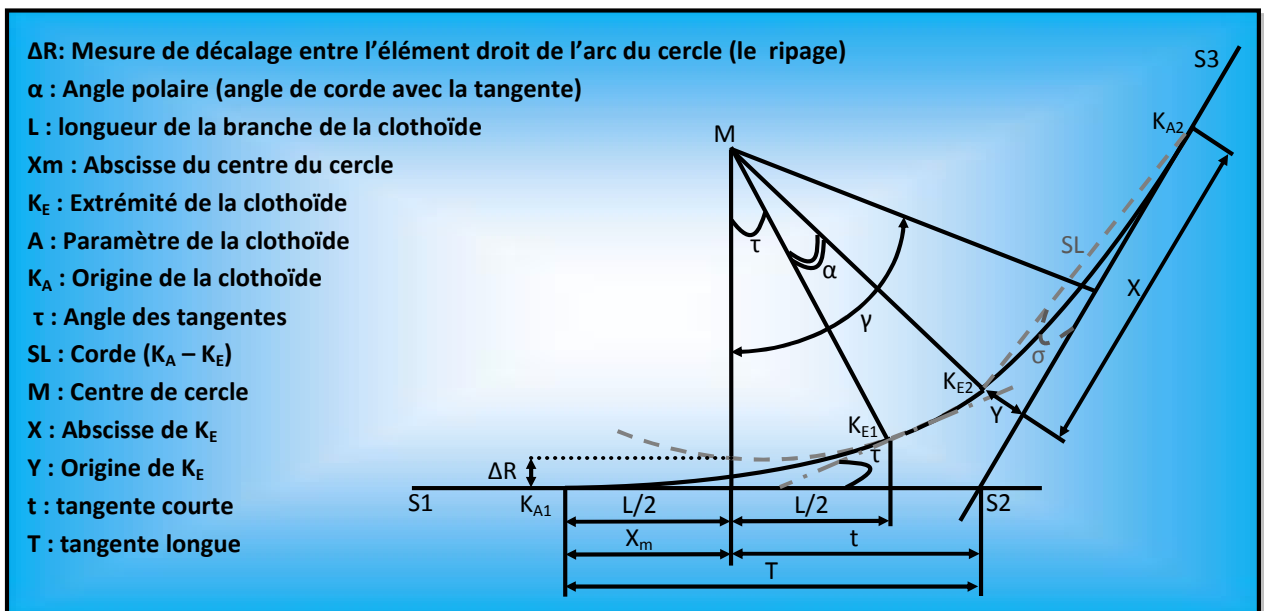
$$K = C.L ; K = \frac{1}{R} \quad L.R = \frac{1}{C}$$

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

$$L.R = A^2$$

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 :**



▪ **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.

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

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

$$R/3 < A < R$$

Pour **R = 1500** **R = 1m** (éventuellement 0.5m) d'où **L = (24.R. R)^{1/2}**

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

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

❖ **Condition de confort dynamique :**

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule. La variation de l'accélération transversale est : $(\frac{V^2}{R} - g \cdot d)$ Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur $Kg = g/0.2V_B$

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

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

V_B : vitesse de base (Km/h).

R : le rayon (m).

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

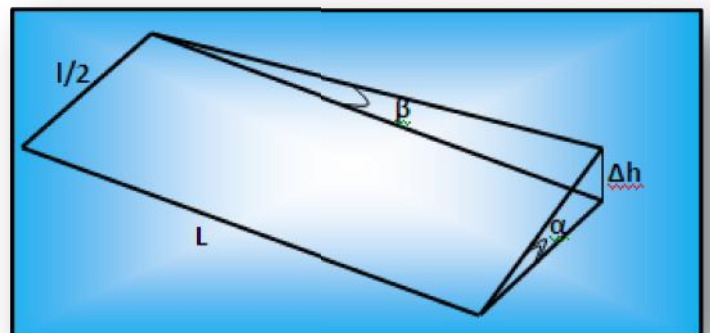
❖ **Condition de gauchissement :**

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

Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de telle sorte.

$$\Delta p \leq \frac{0.5}{V_B}$$



Nous avons :

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

l : largeur de chaussée

✓ **Combinaison des elements de trace en plan :**

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

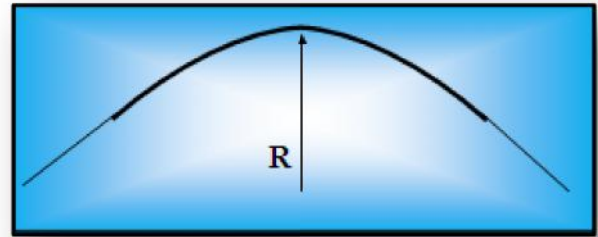
Courbe en S :

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

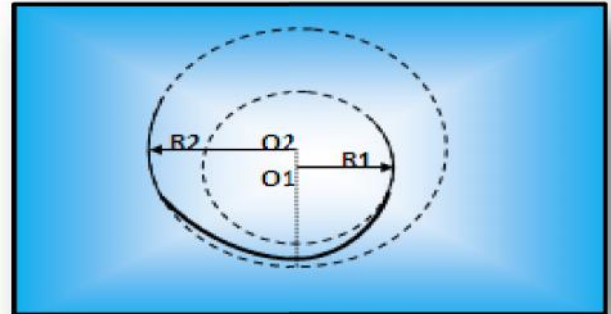


Courbe à sommet :

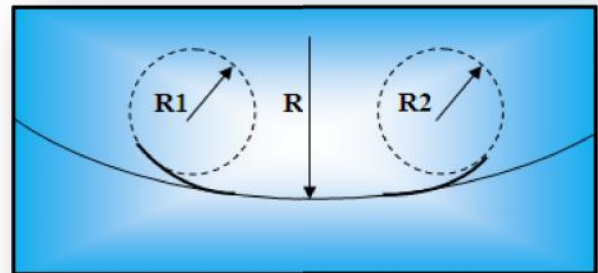
Une courbe constituée de deux arcs clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements.

**Courbe en Ovale:**

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

**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.

✓ **La vitesse de référence (de base) :**

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

▪ **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 admis
- Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonne conditions normales.

5. PARAMETRES FONDAMENTAUX :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie C2, dans un environnement E1, avec une vitesse de base $V_B = 80 \text{ km/h}$.

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

❖ PARAMETRES FONDAMENTAUX (B40) :

Pour le cas de notre projet la vitesse de base est du 80 km/h ; le tableau suivant illustre l'ensemble de la caractéristique des différents éléments.

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse de base (km/h)	V_B	80
Longueur minimale (m)	L_{min}	111 ,11
Longueur maximale (m)	L_{max}	1333,33
Divers minimale (%)	d_{min}	2,5
Divers maximale (%)	d_{max}	7
Temps de perception réaction (s)	T_{pr}	2
Coefficient de Frottement longitudinal	f_L	0 ,39
Coefficient de Frottement transversal	f_t	0,13

Paramètres fondamentaux.

6. CALCUL D'AXE MANUELLEMENT :

Le calcul d'axe est l'opération par lesquelles toute étude d'un projet routier doit commencer, elle consiste à calculer l'axe de la route, point par point du début de projet jusqu'à la fin de celui-ci en déterminant les coordonnées de ces points et les gisements des directions.

Le calcul d'axe se fait à partir d'un point fixe dont ont connaît ces cordonnées; il doit suivre les étapes suivantes :

- Calcul des gisements ;
- Calcul des l'angle α entre les alignements ;
- Calcul de la tangente **T** ;
- Calcul de la corde polaire **S_L** ;
- Vérification de non- chevauchement ;
- Calcul de l'arc en cercle ;
- Calcul des coordonnées de points particuliers ;
- Calcul de kilométrage des points particuliers.

Exemple De Calcul D'axe Manuellement

$V_B=80\text{Km/h}$	$X (m)$	$Y (m)$	$R (m)$
S0(P119)	13734.043	17822.876	650
S1(P131)	14294.8506	17811.4421	
S2(P137)	14556.155	17916.047	

1- Caractéristiques De La Courbe De Raccordement :

a)-Calcul du paramètre A :

On sait que : $A^2 = L \times R$

b)-Détermination de L :

b.1)-Condition de confort optique :

$$\frac{R}{3} \leq A_{\min} \leq R \quad \text{D'où } 216.67 \leq A_{\min} \leq 650$$

$$R = 650\text{m} < 1400\text{m} \Rightarrow L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad R = 1$$

$$L \geq \sqrt{24 \times 650 \times 1} = 124.89\text{m} \quad \text{Donc } L \geq 124.9 \quad (1)$$

b.2)- Condition de confort dynamique et de gauchissement :

$$L \geq \frac{5}{36} \Delta d V_B \quad \text{avec : } \Delta d = d + 2.5$$

$$V_B=80\text{Km/h} \Rightarrow R_1 = 650\text{m} \text{ et } d = 4.09\%$$

$$\Rightarrow \Delta d = 4.09 + 2.5 = 6.59\%$$

$$L \frac{5}{36} \times 6.59 \times 80 = 73.22 \text{ m}$$

Donc

$$L = 73.3 \text{ m}$$

(2)

De (1) et (2) on aura:

$$L \geq 124.9$$

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = 284.929$$

On prend: **A=285m**

c)-Calcul des Gisements :

$$S_0 S_1 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{S1} - X_{S0}| = 560.81 \text{ m} \\ |\Delta Y| = |Y_{S1} - Y_{S0}| = 11.434 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$S_1 S_2 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X_1| = |X_{S2} - X_{S1}| = 261.304 \text{ m} \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = 104.605 \text{ m} \end{array} \right.$$

D'où:

$$G_{s0}^{s1} = \arctg \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 98.70 \text{ grades}$$

Donc :

$$G_{s0}^{s1} = 98.70 \text{ grades}$$

$$G_{s1}^{s2} = \arctg \frac{|\Delta X_1|}{|\Delta Y_1|} = 75.76 \text{ grades}$$

Donc :

$$G_{s1}^{s2} = 75.76 \text{ grades}$$

d)-Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{s1}^{s2} - G_{s0}^{s1}| = 22.94 \text{ grades}$$

Donc

$$\gamma = 22.94 \text{ grades}$$

e)-Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \cdot \frac{200}{f} = \frac{124.9}{2 \times 650} \times \frac{200}{f}$$

Donc

$$\tau = 6.119 \text{ grades}$$

f)-Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 6.119 \text{ grades}$$

$$\gamma/2 = 22.94 / 2 = 11.47 \text{ grades} \quad \text{D'où :} \quad \tau < \gamma/2 \Rightarrow \text{pas de chevauchement.}$$

g)-Calcul des distances:

$$\overline{S_1S_0} = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2} = \sqrt{(560.81)^2 + (11.434)^2} = \mathbf{560.927 \text{ m}}$$

$$\overline{S_2S_1} = \sqrt{(\Delta X_1)^2 + (\Delta Y_1)^2} = \sqrt{(261.304)^2 + (104.605)^2} = \mathbf{281.464 \text{ m}}$$

h)-Calcul de la tangente T :

$$\text{On a: } \frac{L}{R} = \frac{124.9}{650} = 0.1922$$

A partir des tables de Clothoïdes ligne **N°374**, on tire les valeurs suivantes:

$$\frac{\Delta R}{R} = 0.001561 \quad \Rightarrow \quad \Delta R = 1.01465\text{m}$$

$$\frac{X_m}{R} = 0.096770 \quad \Rightarrow \quad X_m = 62.9005\text{m}$$

$$\frac{X}{R} = 0.193419 \quad \Rightarrow \quad X = 125.72235\text{m}$$

$$\frac{Y}{R} = 0.006243 \quad \Rightarrow \quad Y = 4.05795\text{m}$$

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg}(\gamma / 2) \quad (\text{m})$$

$$T = 62.9005 + (650 + 1.01465) \operatorname{tg}(\mathbf{11.47}) = 181.48\text{m} \quad \text{donc : } \mathbf{T=181.48\text{m}}$$

i)-Calcul des Coordonnées SL :

$$S_L = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(125.72235)^2 + (4.05795)^2} = 125.7878 \text{ m} \quad \text{donc : } \mathbf{S_L = 125.79\text{m}}$$

j)-Calcul de \uparrow :

$$\sigma = \operatorname{arctg} \frac{Y}{X} = \operatorname{arctg} \frac{4.05795}{125.72235} = 2.0541 \text{ grades} \quad \text{donc : } \mathbf{= 2.0541\text{grades}}$$

k)-Calcul de l'arc:

$$K_{E1} K_{E2} = \frac{[f \cdot R(x - 2\uparrow)]}{200}$$

$$K_{E1} K_{E2} = \frac{[f \cdot 650(22.94 - 2 \times 6.119)]}{200} = 109.2139\text{m} \quad \text{donc: } \mathbf{K_{E1}K_{E2} = 109.214\text{m}}$$

I)-Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{aligned}
 K_{A1} \quad & X_{KA1} = X_{S0} - (\overline{S_0 S_1} - T) \times \sin G_{S0}^{S1} \\
 & Y_{KA1} = Y_{S0} - (\overline{S_0 S_1} - T) \times \cos G_{S0}^{S1}
 \end{aligned} \right\} \\
 & \left. \begin{aligned}
 K_{A1} \quad & X_{KA1} = 13734.043 - (560.927 - 181.48) \times \sin (98.70) = \mathbf{13354.675 \text{ m}} \\
 & Y_{KA1} = 17822.876 - (560.927 - 181.48) \times \cos (98.70) = \mathbf{17815.128 \text{ m}}
 \end{aligned} \right\} \\
 & \left. \begin{aligned}
 K_{E1} \quad & X_{KE1} = X_{KA1} - S_L \times \sin (G_{S0}^{S1} - \sigma) \\
 & Y_{KE1} = Y_{KA1} - S_L \times \cos (G_{S0}^{S1} - \sigma)
 \end{aligned} \right\} \\
 & \left. \begin{aligned}
 K_{E1} \quad & X_{KE1} = 13354.675 - 125.79 \times \sin (98.70 - 2.0541) = \mathbf{13229.0595 \text{ m}} \\
 & Y_{KE1} = 17815.128 - 125.79 \times \cos (98.70 - 2.0541) = \mathbf{17808.5037 \text{ m}}
 \end{aligned} \right\} \\
 & \left. \begin{aligned}
 K_{A2} \quad & X_{KA2} = X_{S1} - T \times \sin G_{S1}^{S2} \\
 & Y_{KA2} = Y_{S1} - T \times \cos G_{S1}^{S2}
 \end{aligned} \right\} \\
 & \left. \begin{aligned}
 K_{A2} \quad & X_{KA2} = 14294.8506 - 181.48 \times \sin (75.76) = \mathbf{14126.3678 \text{ m}} \\
 & Y_{KA2} = 17811.4421 - 181.48 \times \cos (75.76) = \mathbf{17743.999 \text{ m}}
 \end{aligned} \right\} \\
 & \left. \begin{aligned}
 K_{E2} \quad & X_{KE2} = X_{KA2} + S_L \times \sin (G_{S1}^{S2} + \sigma) \\
 & Y_{KE2} = Y_{KA2} + S_L \times \cos (G_{S1}^{S2} + \sigma)
 \end{aligned} \right\} \\
 & \left. \begin{aligned}
 k_{E2} \quad & X_{KE2} = 14126.3678 + 125.79 \times \sin (75.76 + 2.0541) = \mathbf{14244.5963 \text{ m}} \\
 & Y_{KE2} = 17743.999 + 125.79 \times \cos (75.76 + 2.0541) = \mathbf{1786.954 \text{ m}}
 \end{aligned} \right\}
 \end{aligned}$$

Les résultats de calcul d'axe sont joints en annexe

CHAPITRE

(III)

PROFIL EN LONG

1. Définition.
2. Règles à respecter dans le tracé de la ligne rouge.
3. Coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
4. Déclivités.
5. Les Raccordements en profil en long.
6. Détermination pratiques du profil en long
7. Exemple de calcul de profil en long.

PROFIL EN LONG

1. DEFINITION :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle.

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 constitué de deux éléments géométriques :

- Lignes droites (déclivités).
- Arcs de cercle tangents.

2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACÉ DE LA LIGNE ROUGE :

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

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

3. COORDINATION ENTRE LE TRACÉ EN PLAN ET LE PROFIL EN LONG :

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

- 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 500m au moins, créant une perte de tracés suffisamment francs pour prévenir les perceptions trompeuses.

4. DECLIVITES:

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.

4.1. Déclivité minimum :

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

4.2. Déclivité maximum :

Du point de vue technique, la déclivité maximale dépend de l'adhérence entre pneus et routes qu'elle provoque ou les camions (poids lourds) sont déterminants car la plupart des véhicules légers ont une grande puissance. Donc Il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 7%.

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. LES RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

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

5.1. Raccordements convexes :

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.

❖ Condition de confort :

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

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

D'où :

$$R_v = 0,30 V^2 \quad (\text{cat 1-2}).$$

$$R_v = 0,23 V^2 \quad (\text{cat 3-4-5}).$$

Tel que :

R_v : c'est le rayon vertical (m).

V : vitesse de référence (km/h).

❖ Condition de visibilité :

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v = \frac{d^2}{2 \cdot (h_0 + h_1 + 2 \cdot \sqrt{h_0 \cdot h_1})} \quad 0,27 D^2$$

- d : Distance d'arrêt (m).
- h_0 : Hauteur de l'œil (m) .
- h_1 : Hauteur de l'obstacle (m).
- $h_0 = 1.1 \text{ m}, h_1 = 0.15 \text{ m}$

Les rayons assurant ces deux conditions sont données par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix bidirectionnelle et pour une vitesse de base $V_r=80$ (Km/h) et pour la catégorie 2 on a :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R_{vm1}	4500
Min- normal	R_{vN1}	10000
Dépassement	R_{vD}	11000

Rayons convexes.

5.2. Raccordements concaves :

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

$$R'_V = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0,035 \times d_1)}$$

Pour une vitesse $V_r = 80$ km/h et catégorie 2 on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R'_{vm}	2400
Min -normal	R'_{vN}	3000

Rayons concaves (angle rentrant).

6. DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG :

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

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

À l'équation de la parabole $X^2 - 2R Y = 0$ $Y = \frac{X^2}{2R}$

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

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

Calcul de la flèche :

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

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

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

Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (T) :

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

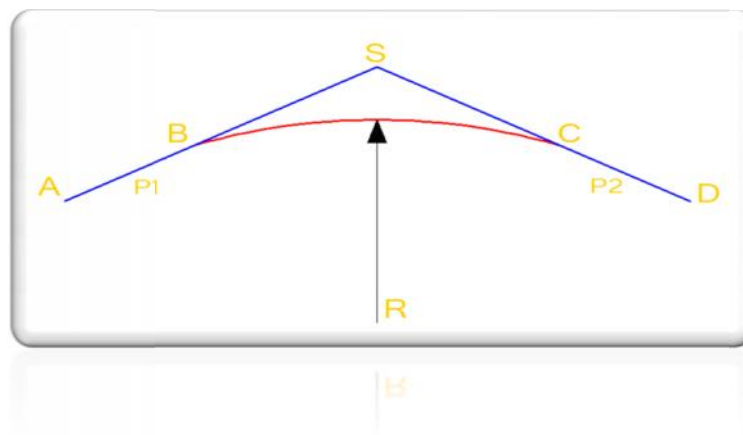
$$X1=Rp1 \quad ; \quad X2= Rp2 \quad J \begin{cases} X_J = X_E + R \cdot P_1 \\ Z_J = Z_E + X_1 \cdot P_1 \frac{X_1^2}{2R} \end{cases}$$

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

7. Exemple de calcul de Profil En Long :

a) Cas d'un Raccordements convexes :

R=7000 (m)



$$A \begin{cases} PK_A = 0 \\ Z_A = 999.501 \end{cases}$$

$$S \begin{cases} PK_S = 198.4605 \\ Z_S = 1001.85999 \end{cases}$$

$$D \begin{cases} PK_D = 388.939 \\ Z_D = 1002.875 \end{cases}$$

Calcul Des Pentes :

$$i_1 = (Z_S - Z_A) / (S_S - S_A)$$

$$i_1 = (1001.85999 - 999.501) / (198.4605 - 0) = 1.189 \%$$

$$i_2 = (Z_S - Z_D) / (S_S - S_D)$$

$$i_2 = (1001.85999 - 1002.875) / (198.4605 - 388.939) = 0.533 \%$$

Calcul des tangentes :

$$T = (i_1 + i_2) \times (R/2) = (1.189\% + 0.533\%) \times (7000/2) = 60.27 \text{ (m)}.$$

Calcul des flèches :

$$H = T^2 / 2R = (60.27)^2 / (2 \times 7000) = 0.259 \text{ (m)}.$$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

- **Calcul des coordonnées du point B:**

$$\begin{cases} S_B = S_s - T = |198.4605 - 60.27| = 138.19 \text{ (m)}. \\ Z_B = Z_S - T \times |i_1\%| = 1001.85999 - 60.27 \times |1.189\%| = 1001.143 \text{ (m)}. \end{cases}$$

- **Calcul des coordonnées du point C :**

$$\begin{cases} S_C = S_s + T = |198.4605 + 60.27| = 258.73 \text{ (m)}. \\ Z_C = Z_S - T \times |i_2\%| = 1001.85999 - 60.27 \times |0.533\%| = 1001.54 \text{ (m)}. \end{cases}$$

Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 60.27 = 120.54 \text{ (m)}.$$

b) Cas d'un Raccordements concave :

- **Raccordement N°01 :**

$$R = 10000 \text{ m}$$

$$A: \begin{cases} S_A = 9060.271 \text{ m} \\ Z_A = 959.11 \text{ m} \end{cases} \quad S: \begin{cases} S_S = 9261.9412 \text{ m} \\ Z_S = 953.8699 \text{ m} \end{cases}$$

$$D: \begin{cases} S_D = 10380.272 \text{ m} \\ Z_D = 947.989 \text{ m} \end{cases}$$

Calcul des pentes :

$$i_1 = (Z_S - Z_A) / (S_S - S_A) = (953.8699 - 959.11) / (9261.9412 - 9060.271) = -2.6 \%$$

$$i_2 = (Z_S - Z_D) / (S_S - S_D) = (953.8699 - 947.989) / (9261.9412 - 10380.27) = 0.53 \%$$

Calcul des tangentes :

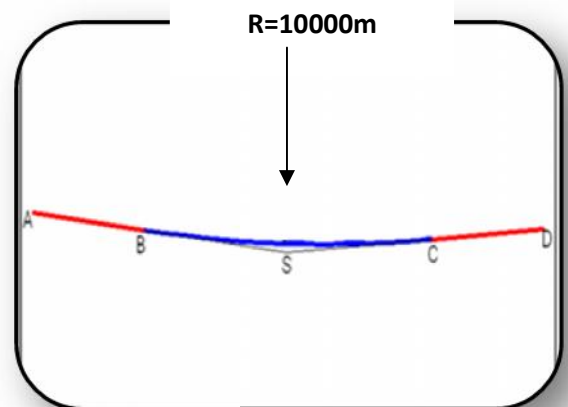
$$T = (i_1 + i_2) \times R/2 = (-2.6\% + 0.53\%) \times 10000/2 = 156.5 \text{ m}.$$

Calcul des flèches :

$$H = T^2 / 2R = (156.5)^2 / (2 \times 10000) = 1.225 \text{ m}.$$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

- **Calcul des coordonnées du point B :**



$$\begin{cases} S_B = S_s - T = 9261.9412 - 156.5 = 9105.44 \text{ m} \\ Z_B = Z_s + T \times |i_1\%| = 953.8699 + 156.5 \times |2.6\%| = 957.94 \text{ m} \end{cases}$$

- Calcul des coordonnées du point C :

$$\begin{cases} S_C = S_s + T = 9261.9412 + 156.5 = 9418.44 \text{ m} \\ Z_C = Z_s + T \times |i_2\%| = 953.8699 + 156.5 \times |0.53\%| = 954.7 \text{ m} \end{cases}$$

Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 156.5 = 313 \text{ m.}$$

Dans notre projet on a une croisement entre l'évitement et vois ferrée en deux points ce qui impose deux ouvrages

Un ouvrage d'art permet le franchissement d'un oued ou un site très accidenté il permet aussi la réalisation des passages supérieurs ou inférieurs sur autoroute, voies ferrées pour le rétablissement des voies des communications.

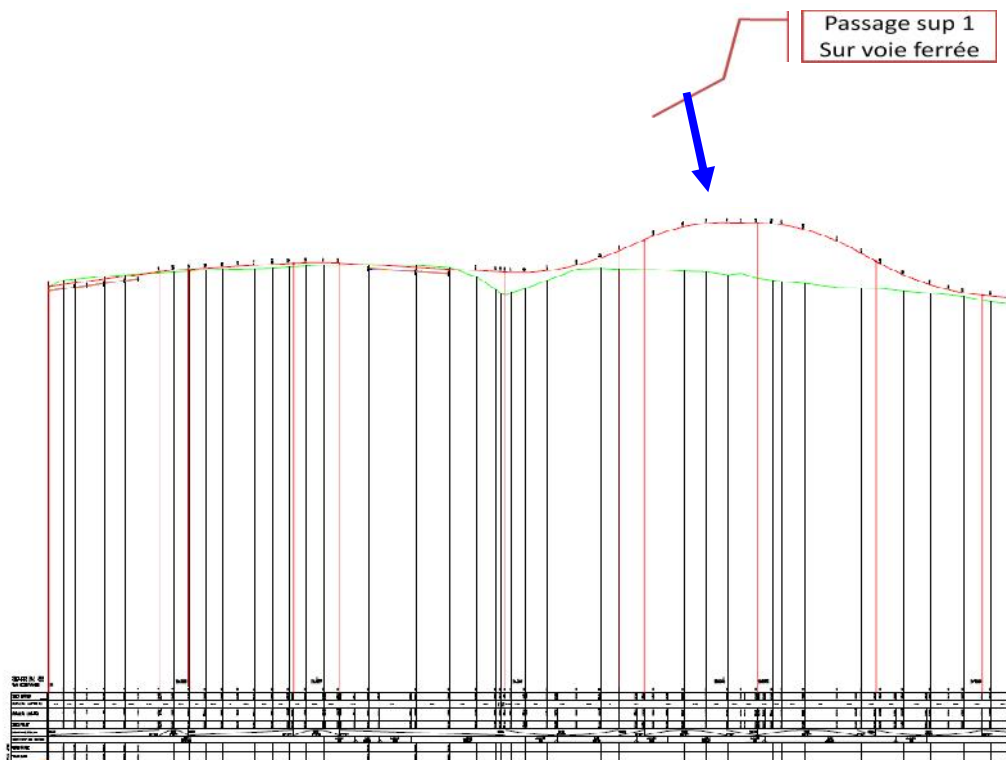
Un ouvrage d'art est constitué d'un tablier reposant sur deux culées avec ou sans appuis intermédiaires (les piles).

Dans notre projet on a proposée des passages supérieurs pour une raison de sécurité

Localisation des passages supérieure sur la vois ferrée :

Première ouvrage située au PK 1+100m

Deuxième ouvrage située au PK7+600m



Les résultats de calcul sont joints en Annexe

CHAPITRE

(IV)

PROFIL EN TRAVERS

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

PROFIL EN TRAVERS

1. DEFINITION :

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 ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS :

La chaussée:

C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.

La largeur roulable:

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

Plate forme:

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

L'assiette:

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

L'emprise:

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

Les accotements:

En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent Généralement les éléments suivants :

- ✓ Une bande de guidage.
- ✓ Une bande d'arrêt.
- ✓ Une berme extérieure.

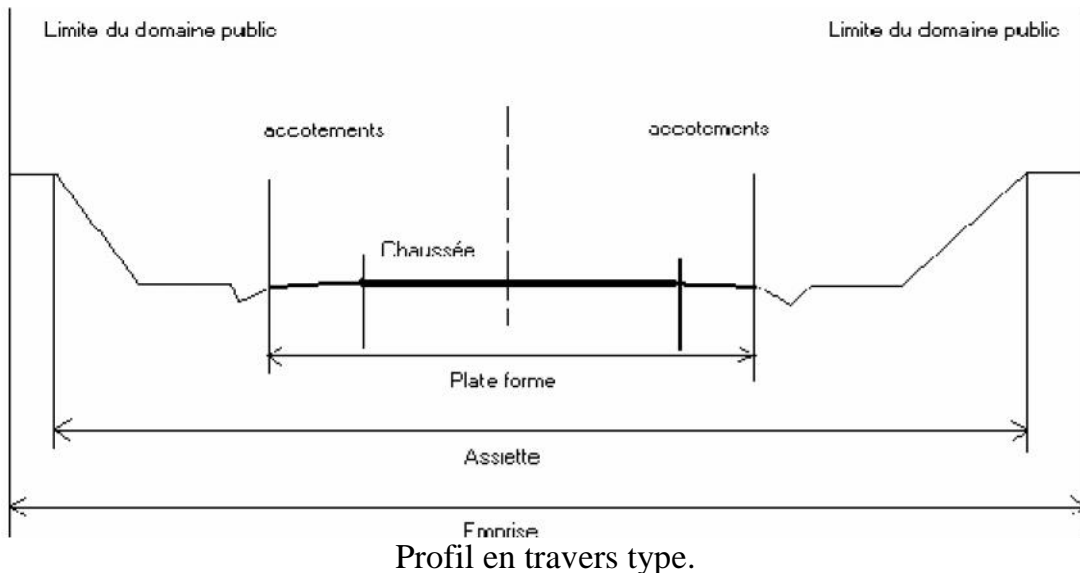
Le terre-plein central:

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

- ✓ Les sur largeurs de la chaussée (bande de guidage).
- ✓ Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

Le fossé :

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

Les éléments constitutifs du profil en travers :**3. CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :**

Ils existent deux types de profil :

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

3.1. Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'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 cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

3.2. 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 route de (2×3,5) voies.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée : $(3,5\text{m} \times 2) = 7\text{ (m)}$.
- Accotement : $(1,8\text{ m} \times 2) = 3,6\text{ (m)}$
- Une berme de 0.5m pour chaque coté: $(0.5\text{m} \times 2) = 1\text{ (m)}$
- La largeur de la Plate forme est de 11.6(m).

CHAPITRE

(V)

CUBATURES

1. Introduction.
2. Définition.
3. Méthodes de calcul des cubatures.
4. calcul des cubatures de terrassement.

CUBATURES

1. INTRODUCTION :

La réalisation d'une infrastructure de travaux publics nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel sera implanté le projet. Pour les voies de circulations celles ci sont très visibles sur les profils en longs et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par apport à la terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai, soit par excavation des terres existantes au dessus du niveau de la ligne rouge déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre se trouvant entre le tracé du projet et celui du terrain naturel. Ce calcul s'appelle ((les cubatures des terrassements)).

2. DEFINITION :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

3. METHODES 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.

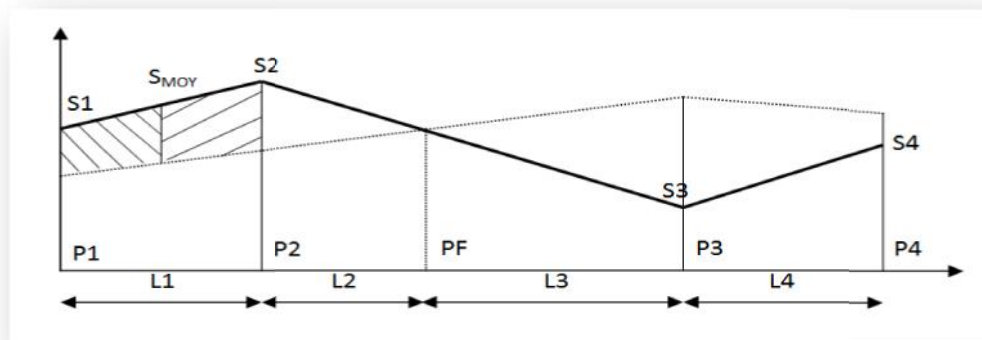
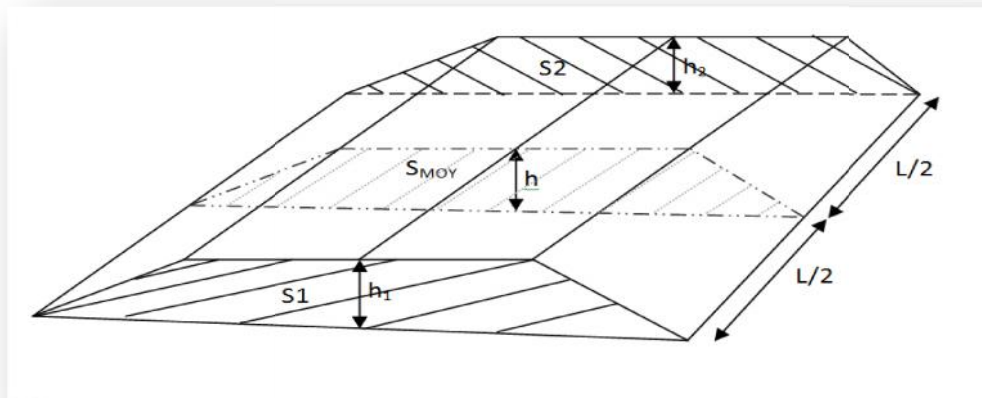
- **TN** : Terrain Naturelle.
- **SD** : Surface Déblai.
- **SR** : Surface Remblai.



3.1. La formule de SARRAUS :

On calcule séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule des trois niveaux ou formule au prismoïde.

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



- **PF**: profil fictive, surface nulle.
- **Si**: surface de profil en travers Pi.
- **Li** : distance entre ces deux profils.
- **S_{MOY}** : 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 $(S_1+S_2)/2$; Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

$$\text{Entre P1 et P2 : } V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2) \quad ; \quad \text{Entre P2 et PF : } V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0) \quad .$$

$$\text{Entre PF et P3 : } V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3) \quad ; \quad \text{Entre P3 et P4 : } V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4) \quad .$$

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

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

3.2. La méthode de GULDEN :

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

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

3.3. La méthode linéaire :

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

4. CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT :

La méthode choisie pour le calcul est celle de **GULDEN** et elle a été effectuée à l'aide du logiciel piste 5.

- Le volume de déblais est de: $VD = 50608 \text{ m}^3$
- Le volume de remblais est de: $VR = 175086 \text{ m}^3$

Les résultats de calcul des cubatures sont joints en Annexe.

CHAPITRE

(VI)

ETUDE GEOTECHNIQUE

1. INTRODUCTION.
2. OBJECTIFS D'ETUDE GEOTECHNIQUE.
3. LES MOYENS DE RECONNAISSANCE.
4. LES ESSAIS REALISES AU LABORATOIRE.
5. LES ESSAIS D'IDENTIFICATIONS.
6. LES ESSAIS MECANIQUES.
7. LE DIFFERENT ESSAI « IN-SITE ».
8. CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS.

ETUDE GEOTECHNIQUE

1. Introduction :

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

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

- L'étude des archives et documents existants.
- Les visites de site
- Les essais « in-situ » : (les forages- les méthodes géophysiques-Les essais de pénétration).
- les essais de laboratoire.

4. Les essais réalisés au laboratoire:

- **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.

Les essais seront fait à différentes teneurs en eau énergies de compactage, afin d'apprécier la stabilité du sol aux accidents lors des terrassements, ces essais seront précédés d'essai PROCTOR.

La classification des sols rencontrés sera utile et nécessitera la détermination des limites d'Atterberg.

5. Les essais d'identifications :

5.1. Teneur en eau et masse volumique :

-La teneur en eau () exprime, pour un volume de sol donnée, le rapport du poids de L'eau au poids du sols sec, soit $= W_w / W_s$

-La masse volumique () est la masse d'un volume unité de sol : $= W / V$, on calcule aussi la masse volumique sèche : $d = W_s / V$

5.2. Analyses granulométriques :

Il s'agit du tamisage (soit au passant de 2mm, soit au passant de 80 μ m) qui permet par exemple de distinguer sols fins, sols sableux (riches en fines) et sols graveleux (Pauvres en fines). C'est un essai qui a pour objectif 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 et construite emportant sur un graphique cette analyse se fait en générale par un tamisage.

5.3. Equivalent de sable :

Le but de l'essai de l'équivalent est de déterminer la qualité d'impureté (ou pour déterminer le pourcentage d'impureté dans un échantillon) soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.

5.4. Limites d'Atterberg :

Limite de plasticité (Wp) et limite de liquidité (WL), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol :

WP sépare l'état solide de l'état plastique et WL sépare l'état plastique de l'état liquide ; les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité (IP = WL – WP), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

6. Les essais mécaniques :

6.1. 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 ».

6.2. Essai C.B.R (California Bearing Ratio):

C'est un essai qui a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner le corps de chaussée et orienter les travaux de terrassements.

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (PROCTOR modifier) avec 3 énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant 4 jours.

6.3. 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 « Los Angeles ».

6.4. 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, on parlera du micro-Deval humide.

7. Le différent essai « in-site »:

a- les Forage.

b- les méthodes géophysiques.

- la prospection sismique.
- la prospection électrique.

C- les essais de pénétration.

Le principe consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni d'une pointe de pénétration

- **Le pénétration statique** : l'enfoncement est provoqué par une pression continue exerce sur la tête du train de tige. On détermine ainsi, en fonction de la profondeur, la résistance de pointe, l'effort latéral et l'effort total.

- **Le pénétromètre dynamique** : l'enfoncement du train de tige est provoqué par la chute d'un mouton tombant d'une hauteur normalisée. On mesure le nombre de coups nécessaires pour obtenir un enfoncement donné (10 cm).

8. Condition d'utilisation des sols en remblais :

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

Les matériaux de remblais seront exempts de :

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

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

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage.

Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

Nota :

Vu que le rapport géotechnique ne nous a pas été remis (Non disponible ?)

Nous n'avons pas traité cette partie en détail.

CHAPITRE

(VII)

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1. Introduction.
2. La chaussée.
 3. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée.
4. Les principales méthodes de dimensionnement.
5. Détermination de la portance de sol-support de chaussée.
6. Application au projet.
7. conclusion.

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1. Introduction:

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier. Actuellement, dans beaucoup de pays développés, on parle le plus souvent de « projet chaussée » compte tenu de son importance sur le plan technique et économique de l'ensemble de projet routier. Il s'agit, en même temps, de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée. Tout cela, en fonction des paramètres fondamentaux. Il est aussi nécessaire de définir, dès le départ, une stratégie « investissement-entretien » fonction des données économiques.

2. La chaussée:

2.1 Définition:

Au sens structural, une chaussée est l'ensemble des couches de matériaux superposées et mises en œuvre de façon à permettre la reprise des charges extérieures.

La chaussée doit permettre la circulation des véhicules dans des conditions de confort et de sécurité voulues, et de reprendre les contraintes provoquées par les charges extérieures et de les répartir sur le sol- support de façon à ne pas provoquer de déformations excessives. Cet aspect se traduit, sur le plan mécanique, par le comportement des différentes couches composant la structure de la chaussée.

2.2. Les différents types de chaussée :

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

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

i. Chaussée souple :

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

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

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

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 04 couches suivantes :

❖ Couche de roulement (surface) :

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

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

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

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

❖ Couche de base :

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

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

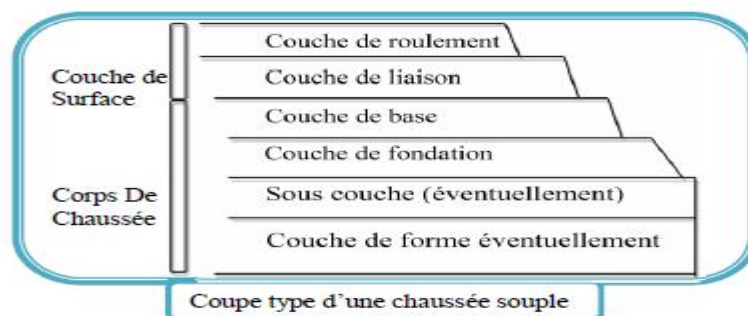
❖ Couche de fondation :

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

❖ Couche de forme :

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

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



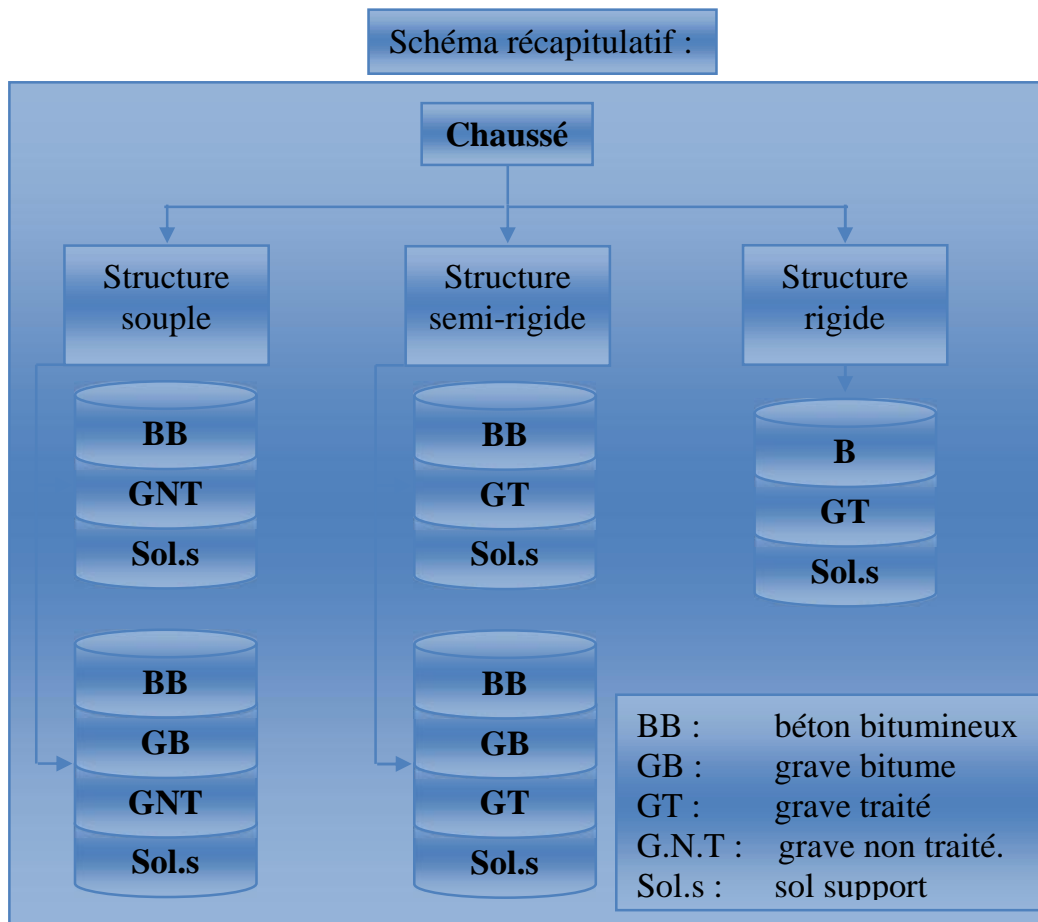
ii. Chaussée semi-rigide :

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,..). La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé 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.

iii. Chaussée rigide

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



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 :

3.a. Trafic :

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

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

De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes ;

De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T.A.C$$

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul

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

: Taux de croissance du trafic.

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

3. b. Environnement :

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

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

3. 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.

3. 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 des méthodes :

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

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

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

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

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

Où:

c₁, c₂, c₃ : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

❖ Coefficient d'équivalence :

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

Tableau -1- : Coefficients d'équivalence

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 gypseux	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

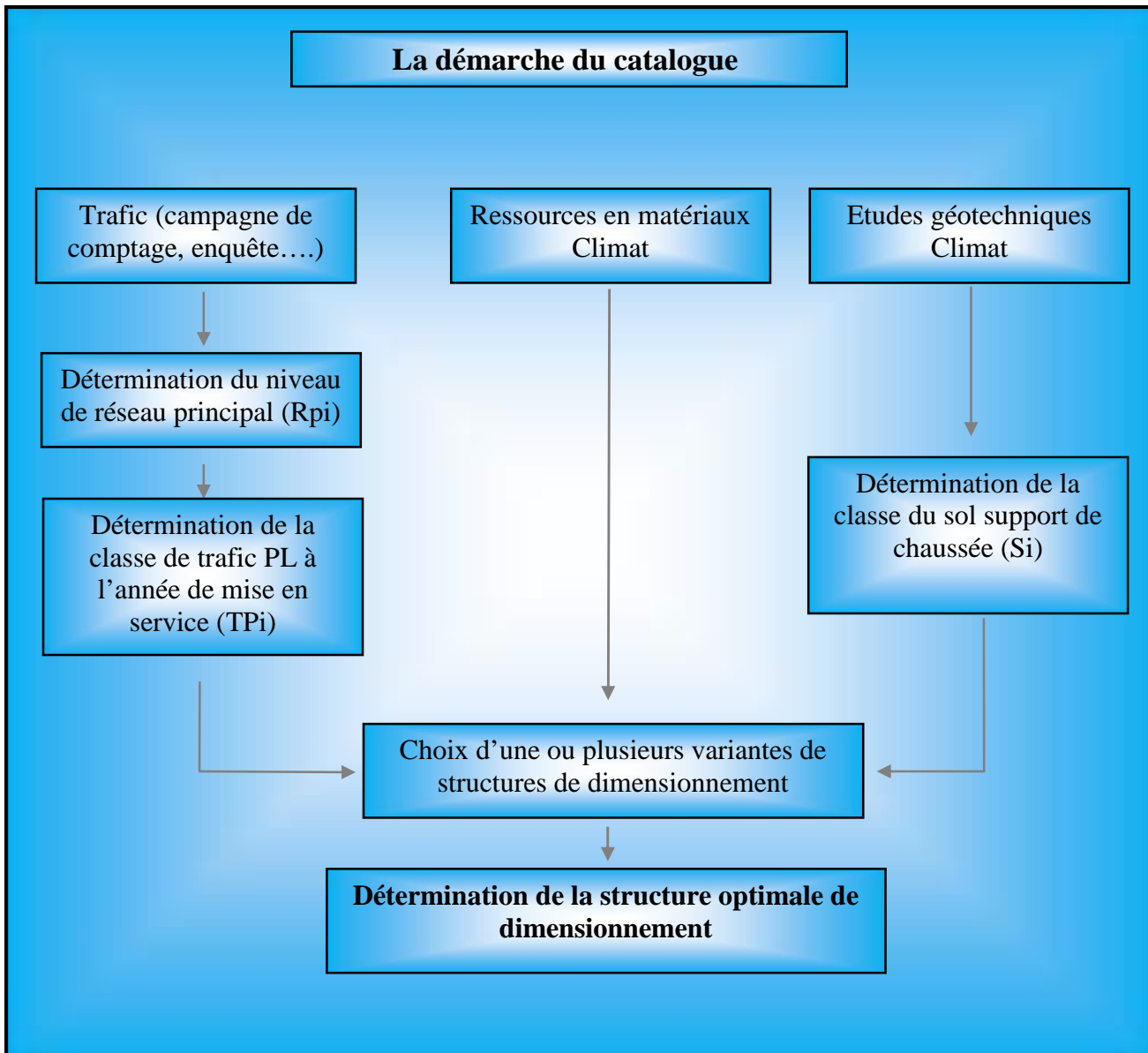
4.b) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

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

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

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

- ❖ Approche théorique.
- ❖ Approche empirique.



5. Détermination de la portance de sol-support de chaussée :

-Présentation des classes de portance de sols :

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S4 à S0

Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

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

CBR=7, donc la portance de sol support est de S3

✓ Amélioration de la portance du sol support :

Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de la couche de forme, 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 couche de forme.

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

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de couche de forme	Classe de portance visée (Sj)
< S4	Matériaux non traités	50cm(en 2 couches)	S3
S4	Matériaux non traités	35cm	S3
S4	Matériaux non traités	60cm(en 2 couches)	S2
S3	Matériaux non traités	40cm (en 2 couches)	S2

Dans ce cas, on a un sol de faible portance S3, le recours à une couche de forme devient nécessaire pour permettre la réalisation des couches de chaussées dans les conditions acceptables.

Alors l'utilisation d'une couche de forme (tuf) d'épaisseur 40cm permet un sur classement de portance du sol qui sera d'une classe S2 .

6. Application au projet

a) Méthode C.B.R

Données du projet :

- $I_{CBR} = 7$
- $TJMA_{2012} = 2570 \text{ v/j}$
- $= 4 \%$.
- $Z=26\%$.
- $TJMA_{2034} = 6092 \text{ v/j}$
- $N(pL) = 26\%$. $TJMA_{2034} = 1584 \text{ pl/j}$

Chaussées bidirectionnelles a 2voies :50% du trafic pl ;

$$N(pl) = 792 \text{ pl. /j/ sens.}$$

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{1584}{10})}{7 + 5} = 47.63 \approx 48 \text{ cm}$$

Avec : $E_{eq} = a_1 \cdot e_1 + a_2 \cdot e_2 + a_3 \cdot e_3$

- e_1 : épaisseur réelle de la couche de roulement.

- e_2 : épaisseur réelle de la couche de base.
- e_3 : épaisseur réelle de la couche de fondation.

Calcule l'épaisseur e_3 :

$e_1 = 6 \text{ cm}$ en béton bitumineux (BB) $\Rightarrow a_1 = 2.0.$

$e_2 = 12 \text{ cm}$ en grave bitume (GB) $\Rightarrow a_2 = 1,5.$

$e_3 =$ épaisseur en grave non traité (GNT) $\Rightarrow a_3 = 1,0.$

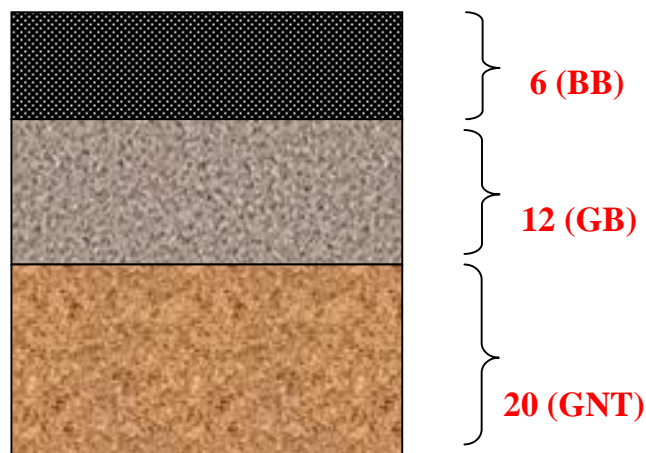
$$E_{eq} = 6 \times 2 + 12 \times 1,5 + 1,0 \times e_3 = 48 \text{ (cm)}.$$

Donc : $e_3 = 18 = 20 \text{ (cm)}.$

Donc la structure proposée :

$$6 \text{ (BB)} + 12 \text{ (GB)} + 20 \text{ (GNT)} = 38 \text{ cm}$$

Comme indique la figure suivante :



Corps de chaussée méthode CBR.

Structure	Epaisseur réelle	Epaisseur équivalent
BB	6cm	12cm
GB	12cm	18cm
GNT	20 cm	20cm
TOTAL	38cm	50cm

b)Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

- Année de comptage : 2012.
- TJMA2012=2570 v/j
- Mise en service : 2014
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : = 4 %
- Pourcentage de poids lourds : Z = 26 %
- CBR =7%.

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

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

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

✓ **Détermination de la classe de trafic :**

Route bidirectionnelle à 2 voies, répartition du trafic 50% sur la voie

- Durée de vie : 20ans.
- Taux de d'accroissement : 4 %.
- TJMA2012 = 2570 v/j.
- TJMA2014 = 2780 v/j (année de mise en service)
- Z = 26%.

Chaussées unidirectionnelles à 2 voies 90% du trafic PL sur la voie lente de droite

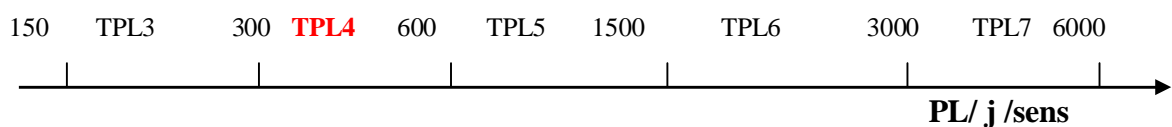
Chaussées unidirectionnelles à 3 voies 80% du trafic PL sur la voie lente de droite

Chaussées bidirectionnelles à 2 voies 50% du trafic PL sur la voie lente de droite

Chaussées bidirectionnelles à 3 voies 50% du trafic PL sur la voie lente de droite

$$TPL = 0.26(2780/2) = 362PL/ j/s$$

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en : **TPL4.**



▪ **Détermination de la portance de sol-support de chaussée :**

-Présentation des classes de portance de sols :

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

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

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

S₃, S₂, S₁, S₀. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

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

Classes de sol-support	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀
Module (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

$$E \text{ (MPa)} = 5 \times 7 = 35 \text{ (MPa)} \longrightarrow S_3.$$

▪ **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 : SG.

Détermination de la zone climatique :

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique II (350<600 mm/an).

Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique II, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL4).

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

- couche de roulement : BB = 6 cm.
- couche de base : GB =15 cm.
- couche de fondation : GNT =35cm

Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves

2
RESEAU PRINCIPAL DE NIVEAU 1 (RP1)
GB/GNT

FICHE STRUCTURE GRAVE BITUME/GRAVE NON TRAITEE

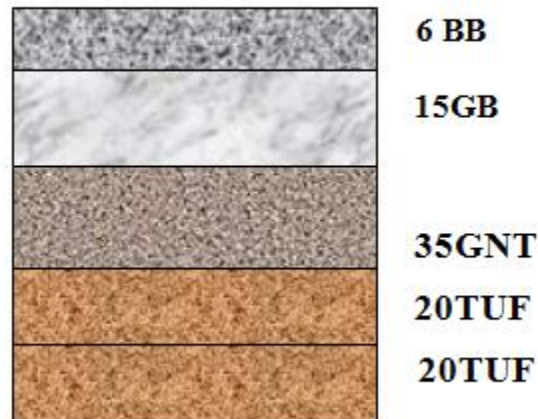
Type : MTB
Zone climatique : I et II
Durée de vie : 20 ans, taux d'accroissement : 4%

TPLi PL./sens	Si	S2		S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa	200 MPa
6000 TPL7					
3000 TPL6					
1500 TPL5		6 BB 20 GB 30 GNT	6 BB 14 GB 30 GNT	6 BB 12 GB 30 GNT	
600 TPL4		6 BB 15 GB 35 GNT	6 BB 10 GB 35 GNT	6 BB 10 GB 20 GNT	
300 TPL3		6 BB 15 GB 30 GNT	6 BB 10 GB 25 GNT	6 BB 10 GB 15 GNT	
150					

Si : Classe de sol support, TPLi : Classe de trafic PL/jour/sens
 BB : Béton bitumineux, GB : Grave bitume (0/20), GNT : Grave non traitée
 Epaisseurs de mise en œuvre : GB (min = 10, max = 15), GNT : (min = 15, max = 25)
Toutes les épaisseurs sont données en cm

Fascicule 3 / Fiches Techniques de Dimensionnement **13**

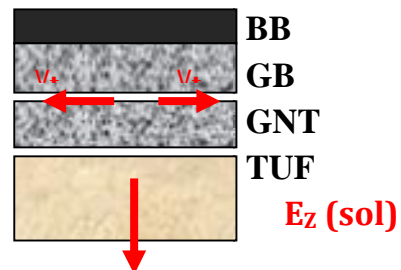
donc : 6BB+15GB+35GNT+40 (Tvo ou Tuf) :



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

il faudra vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculées a l'aide d'alizé III , sont inférieures aux valeurs admissibles calculée c'est-à-dire respectivement a ϵ_t, adm et ϵ_z, adm .

$V_z < V_{z,adm}$ et $V_t < V_{t,adm}$



$$t_{adm} = 6(10^\circ C, 25Hz) \times \left(\frac{TCE_i}{10^6}\right)^b \times \sqrt{\left[\frac{E(10^\circ C)}{E(t_{eq})}\right]} \times 10^{-tb\delta} \times k_c$$

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

▪ $TCE_i = TC_i \times A$

▪ $TC_i = TPL_i \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}$

⇒ $TC_{2034} = 3.93 \times 10^6 PL / J/sens$

Niveau de réseau principal (RP _i)	Type de matériaux et structures	Valeurs de A
RP₁	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GC, GB/TUF, GB/GC	0.6
	Chaussées a matériaux traités au liants hydraulique : GB/GC, GB/TUF, GB/GC	1

Alors :

$$TCE_{2034} = 3.93 \times 10^6 \times 0.6 \quad \Rightarrow \quad TCE_{2034} = 2.35 \hat{=} 10^6 \text{ PL/ J / sens}$$

(Tableau VIII) : chois des températures équivalentes

Température équivalentes	Zone climatique		
	I et II	III	IV
	20	25	30

(Tableau VIII) : performances mécaniques des matériaux bitumineux

6	E(30°C,10Hz z)	E(25°C,10Hz)	E(20°C,10Hz)	E(10°C,10Hz)	$\epsilon_6(10^\circ\text{C},25\text{Hz})$ (10 ⁻⁶)	$-\frac{1}{b}$	SN	S _h	v	K _C
GB	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 suivants :

- θ_{eq} : températures équivalents ($\theta_{eq} = 20^\circ\text{C}$) $\Rightarrow E(20^\circ, 10\text{Hz}) = 7000\text{Mpa}$
- Classe de trafic (TPL₄)
- Risque adoptés pour réseau RP1 (R% = 15)
- C : coefficient égal à 0.02
- t : fractile de loi normal, en fonction de risques adoptés (t = -1.036)
- b = -0.146
- KC = 1.3
- $K_r = 10^{-tb\sigma}$

$$Kne = \left(\frac{TCE_i}{10^6}\right)^b = \left(\frac{2.35 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0.146} = 0.88$$

$$K\theta = \left(\frac{E(10^\circ\text{C}, 10\text{Hz})}{E(\theta_{\text{eq}}, 10\text{Hz})} \right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{7000} \right)^{0.5} = 1.336$$

$$= \sqrt{\left(SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh \right)^2 \right)}$$

$$\delta = \sqrt{\left(0.45^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3 \right)^2 \right)} = 0.609$$

Donc $K_f = 10^{0.146 \times -1.036 \times 0.609} = 0.808$

Application :

• Déformations admissibles verticales :

$$\epsilon_{z,\text{adm}} = 22 \times 10^{-3} \times (2.35 \times 10^6)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z,\text{adm}} = 7.001 \times 10^{-4}$$

• Déformations admissibles de traction :

$$\epsilon_{t,\text{adm}} = 100 \times 10^{-6} \times 0.88 \times 1.336 \times 0.808 \times 1.3$$

$$\epsilon_{t,\text{adm}} = 1.234 \times 10^{-4}$$

▪ Vérifications avec ALIZE III :

	Epaisseurs (cm)	Modules (mpa)	Coeff de poisson
Couche de roulement	6 BB	4000	0.35
Couche de base	12GB	7000	0.35
Couche de fondation	25 GNT	350	0.25
Couche de Forme II	20 TUF	140	0.25
Couche de Forme I	20 TUF	70	0.25
Sol support	sol	35	0.35

Caractéristiques des couches.

Résultats de calcul par ALIZE III :

```

;LK
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 6
*****
* Z * EPSILON T * SIGMA T * EPSILON Z * SIGMA Z *
* .00 * .151E-03C * .118E+02B * -.116E-03C * .662E+01A *
* E= 40000. *
* NU= .35 *
* H1= 6.00 *
* 6.00 * .560E-04C * .581E+01B * -.556E-04C * .568E+01B *
* --- COLLE ---
* 6.00 * .560E-04C * .787E+01B * -.580E-04C * .568E+01B *
* E= 70000. *
* NU= .35 *
* H2= 12.00 *
* 18.00 * -.120E-03C * -.113E+02B * .117E-03B * .999E+00B *
* --- COLLE ---
* 18.00 * -.120E-03C * -.192E+00C * .305E-03B * .999E+00B *
* E= 3500. *
* NU= .25 *
* H3= 25.00 *
* 43.00 * -.149E-03C * -.560E+00C * .170E-03C * .333E+00C *
* --- COLLE ---
* 43.00 * -.149E-03C * -.158E+00C * .289E-03C * .333E+00C *
* E= 1400. *
* NU= .25 *
* H4= 20.00 *
* 63.00 * -.143E-03C * -.203E+00C * .198E-03C * .179E+00C *
* --- COLLE ---
* 63.00 * -.143E-03C * -.100E+00C * .256E-03C * .179E+00C *
* E= 700. *
* NU= .00 *
* H5= 20.00 *
* 83.00 * -.151E-03C * -.106E+00C * .166E-03C * .116E+00C *
* --- COLLE ---
* 83.00 * -.151E-03C * -.172E-01C * .364E-03C * .116E+00C *
* E= 350. *
* NU= .35 *
* H6=INFINI *
*****
* D * 67.19MM/100 * R*D *
* R * 506.16M * 34010.45M*MM/100 *
*****

```

Résultats de la simulation :

	Déformations calculées	Déformations admissibles
ϵ_z sol support	$364 \hat{=} 10^{-6}$	$700.1 \hat{=} 10^{-6}$
ϵ_t à la base de GB	$120 \hat{=} 10^{-6}$	$123 \hat{=} 10^{-6}$

La structure **6 BB + 12 GB + 25 GNT + 40 TUF** est donc vérifiée, car :

$$v_t = 120 \hat{=} 10^{-6} < v_{t.adm} \quad \text{et} \quad v_z = 364 \hat{=} 10^{-6} < v_{z.adm}$$

Résumé :

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

Indice CBR	méthode	
	CBR	C.T.T.P
7	6 (BB) + 12 (GB) +20 (GNT)	6 (BB) + 12 (GB) +25 (GNT) +40 (TUF)

Récapitulatifs des résultats.

7. CONCLUSION :

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 et uniforme pour l'ensemble du tracé, alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importantes et différentes selon l'indice portant du sol support.

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.
- ✓ Un meilleur comportement à l'orniérage.

CHAPITRE ***(VIII)***

CHOIX ET CONCEPTION DU CARREFOUR

1. Définition.
2. les différents types de carrefour.
3. Données utiles à l'aménagement d'un carrefour.
4. principes généraux d'aménagement d'un carrefour.
5. Application au projet.

CARREFOUR

1. DEFINITION :

Le carrefour est une partie importante de route. L'efficacité, la vitesse, la sécurité, le coût d'exploitation et la capacité en dépendent.

Le carrefour à niveau est le lieu de l'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau.

2. LES DIFFERENTS TYPES DE CARREFOUR :

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

2.1. Carrefour à trois branches (en T) :

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires unique et orthogonale, Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

2.2. 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°)

2.3. Carrefour à quatre branches (en croix) :

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

2.4. 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.

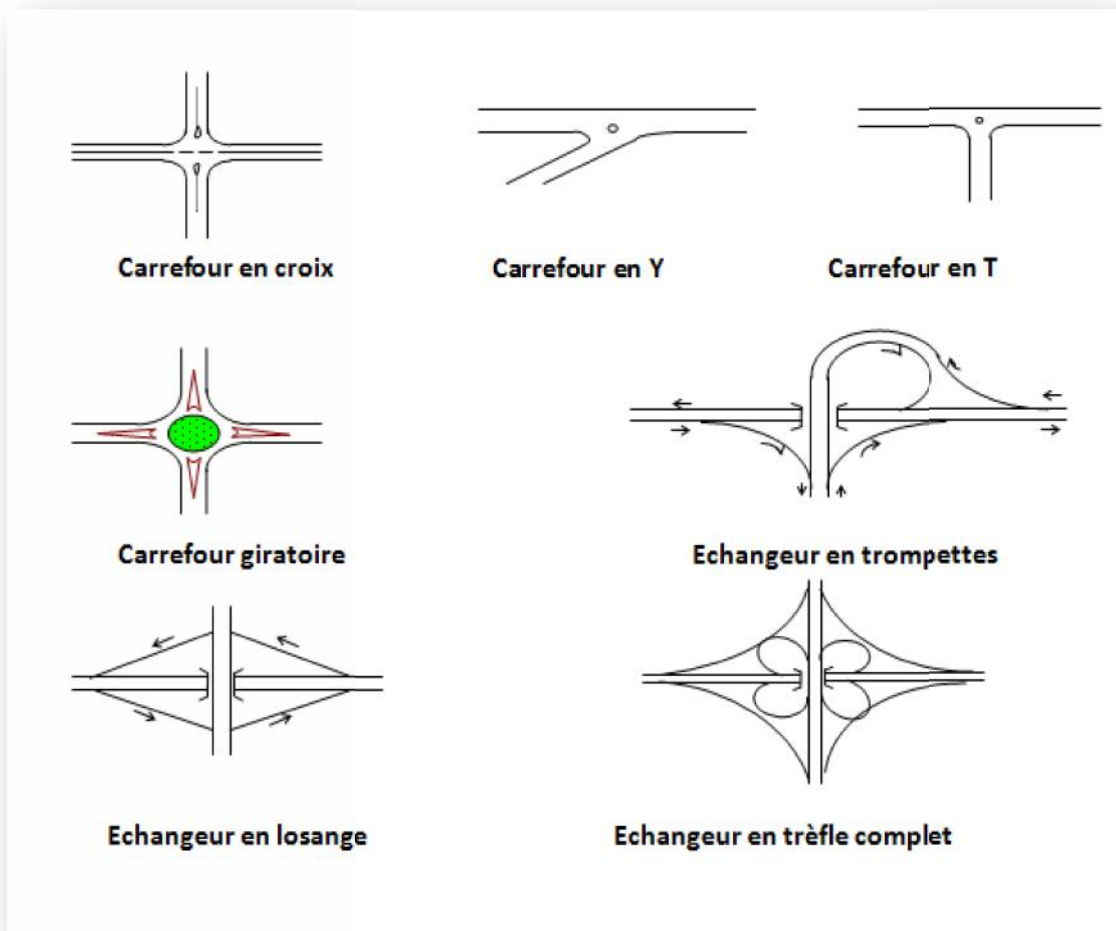
Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.

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.



Différents types des carrefours.

3. DONNEES UTILES À L'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR:

Le choix d'un aménagement de carrefour doit s'appuyer sur un certain nombre de données essentielles concernant :

- La valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans le future.
- Les types et les causes des accidents constatés dans le cas de l'aménagement d'un carrefour existant.
- Les vitesses d'approche à vide pratique.
- Les caractéristiques des sections adjacentes et des carrefours voisins.
- Le respect de l'homogénéité de tracé.
- La surface neutralisée par l'aménagement.
- La condition topographique.

4. PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR :

- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de 90 ± 20 à fin d'obtenir de meilleure condition de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale.
- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- Regrouper les points d'accès à la route principale.
- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.
- Eviter si possible les carrefours à feux bicolores

4.1. La visibilité :

Dans toute zone d'approche du carrefour, on doit assurer d'excellentes conditions de visibilité entre véhicules et sur les îlots.

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

- ✓ Une signalisation appropriée dont le but est soit d'imposer une réduction de vitesse soit de changer les régimes de priorité.
- ✓ Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlot séparateur ou débouché des voies non prioritaires.

4.2. 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.

4.3. 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.

4.4. Les îlots :

Les îlots séparateurs sont des éléments physiques obligatoires dans la conception des carrefours giratoires, leur géométrie est déterminante pour la fonctionnalité du carrefour, sa capacité et sa sécurité, de forme triangulaire, ils comblent l'espace entre la voie d'entrée et la voie de sortie de chaque branche du carrefour giratoire et permettent aux piétons de s'y réfugier quand ils traversent le carrefour.

Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont :

- ✓ Décalage entre la tête de l'îlot séparateur de la route secondaire et la limite de la chaussée de la route principale : 1(m).
- ✓ Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1(m).

- ✓ Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5 m à 1(m).
- ✓ Longueur de l'îlot : 15 m à 30 (m).

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 1 (m).

4.5. Les couloirs d'entrée et de sortie

Longueur des couloirs : 4 m (entrée), 5 m (sortie).

Pour les routes de 2x2 voies 8 m (entrée), 9 m (sortie).

5. APPLICATION AU PROJET :

5.1. Carrefour plan au début de projet :

Introduction :

Pour assurer l'écoulement du trafic au niveau des jonctions, nous avons prévu d'aménager Un carrefour plans en type giratoire offrant la priorité au contournement.

En effet, cet aménagement sera mise en place dans le but d'améliorer les conditions de circulation au niveau de cette intersection des routes .

L'étude d'aménagement du carrefour plan située au début de projet correspondant à l'abscisse PK0+00, en faisant relier quatre branches :

- RN5 (vers SETIF).
- RN5 (vers la ville de TADJENANET).
- Vers CHELGHOUM LAID.
- Vers l'évitement sud TADJENANET.

❖ Dimensions :

En milieu interurbain, une valeur de 15 à30 m en général suffisante pour notre giratoire, facultativement on a pris un rayon de 25m.

❖ Chaussée annulaire :

▪ Largeur :

En milieu interurbain ou périurbain, une chaussée annulaire de 8 m de largeur, constituée de deux voies matérialisées de 4m est suffisante.

Il faut éviter les voies supplémentaires de tourner à droite dont la direction posant des problèmes de priorité.

▪ Dévers :

On a choisi un dévers uniforme de 2,5 % vers l'extérieur

- Géométrie de branche 01(vers SETIF)et de branche2(vers la ville de TADJENANET)

❖ **Géométrie de l'entrée :**

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir d'entrée sont les suivantes :

- Un rayon d'entrée de 15m
- largeur d'entrée de 7m

❖ **Géométrie de sortie :**

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir de sortie sont les suivantes :

- Un rayon de sortie de 20 m
 - Une largeur de sortie de 7 m
- Géométrie de branche 03(Vers CHELGHOUM LAID) et de branche 04(Vers l'évitement sud TADJENANET) .

❖ **Géométrie de l'entrée :**

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir d'entrée sont les suivantes :

- Un rayon d'entrée de 15m
- largeur d'entrée de 4m

❖ **Géométrie de sortie :**

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir de sortie sont les suivantes :

- Un rayon de sortie de 20 m
- Une largeur de sortie de 5 m

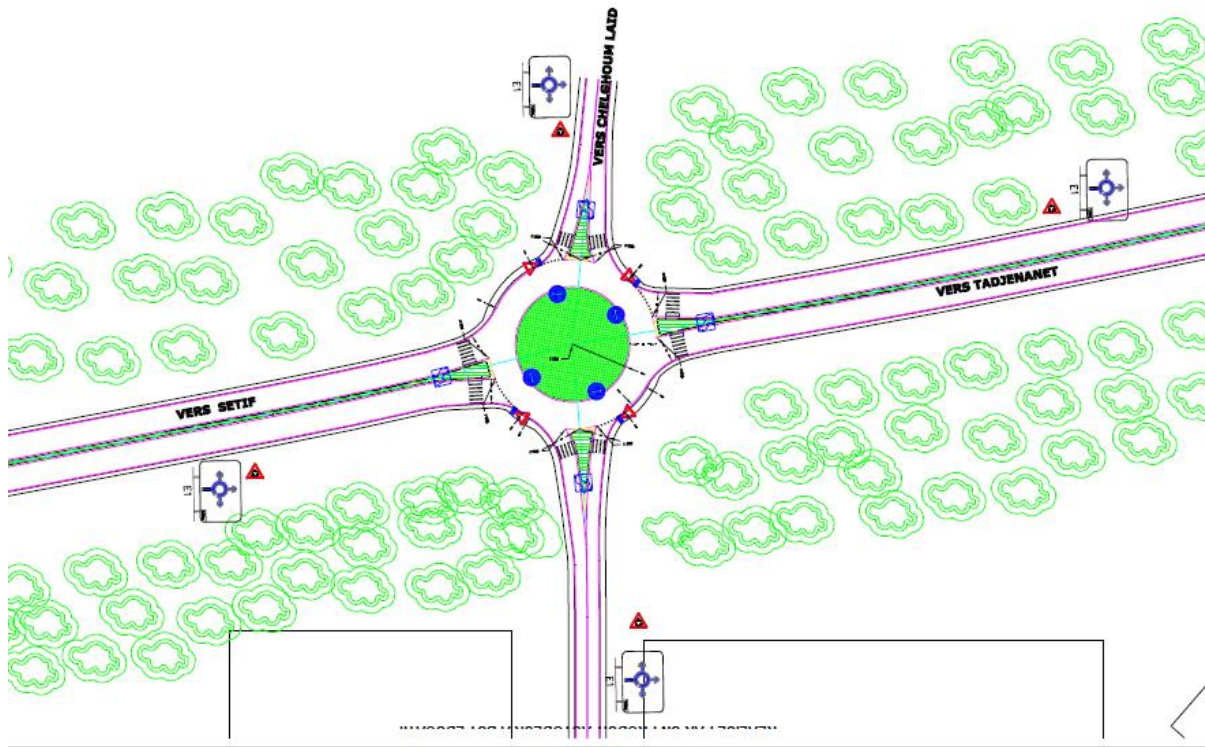
Type de route(RN5) : (2×2 voies)

L'aménagement des carrefours plans sur une route de 2×2 voies est toujours une opération délicate.

Lorsque le trafic secondaire est important (comme notre cas), le carrefour giratoire peut être intéressant.

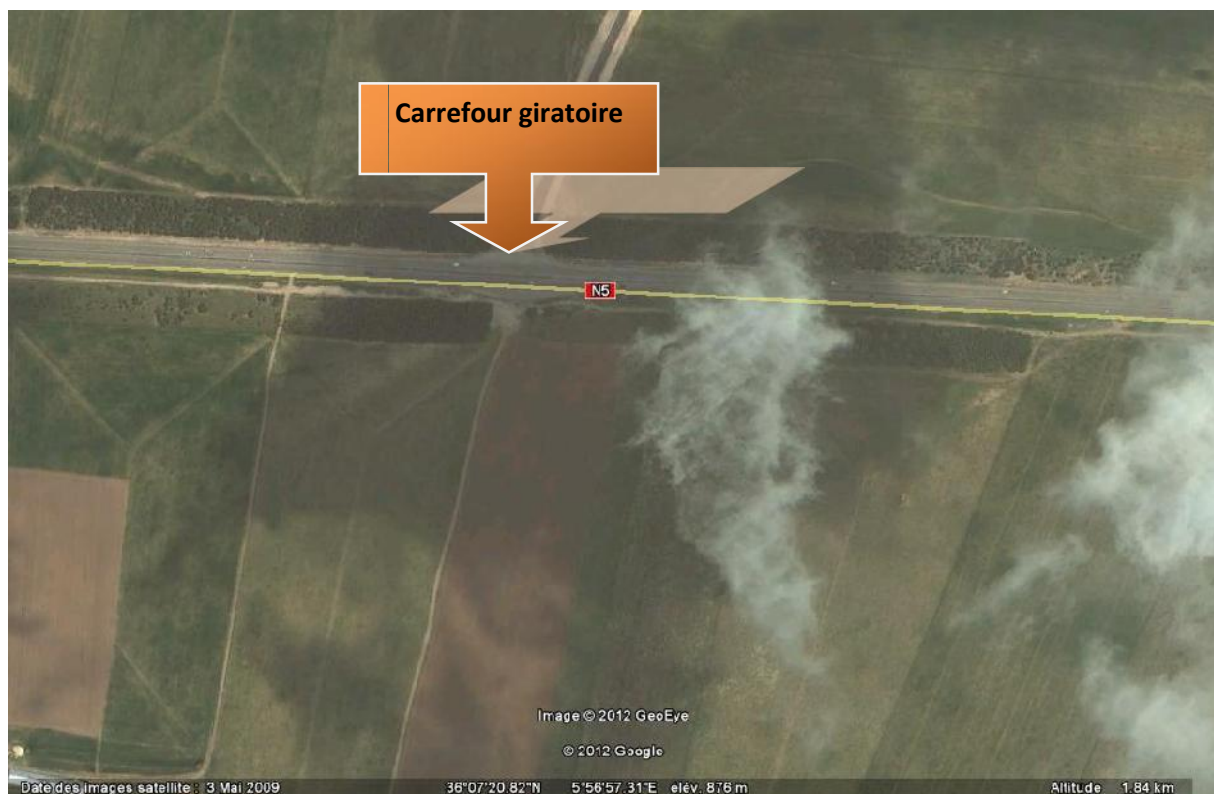
La vitesse de base $V=80 \text{ Km/h}$, d'après le logiciel **covadis 9.1** on a :

Géométrie de l'anneau	
Coordonnées du centre	X= 9999.48 m
	Y= 20003.18 m
Rayon extérieur	25.00 m
Rayon intérieur	17.00 m
Largeur d'anneau	8.00 m
Distance marquage extérieur	0.25 m
Distance marquage intérieur	0.25 m



Carrefour giratoire ou début du projet.

Zone d'implantation.



5.2. Conception de deuxième carrefour

Carrefour plan situe au pk 10+380m : fin de projet:

en ce qui concerne ce carrefour on a envisagé trois branches

- RN05 (Vers CHALGHOUM LAID).
- RN05 (vers la ville de TADJENANET).
- Vers l'évitement sud de TADJENANET.

Carrefour giratoire de trois branches, en plus on a conçu une voie reliant TADJENANET vers l'évitement sans prendre le carrefour a cause d'un chevauchement au niveau du carrefour. a partir du deux logiciels qui sont le piste et covadis on a trouvé les résultats suivants :

Géométrie de l'anneau	
Coordonnées du centre	X= 16990.53 m
	Y= 21633.13 m
Rayon extérieur	20.00 m
Rayon intérieur	13.00 m
Largeur d'anneau	7.00 m
Distance marquage extérieur	0.25 m
Distance marquage intérieur	0.25 m

❖ Géométrie de l'entrée :

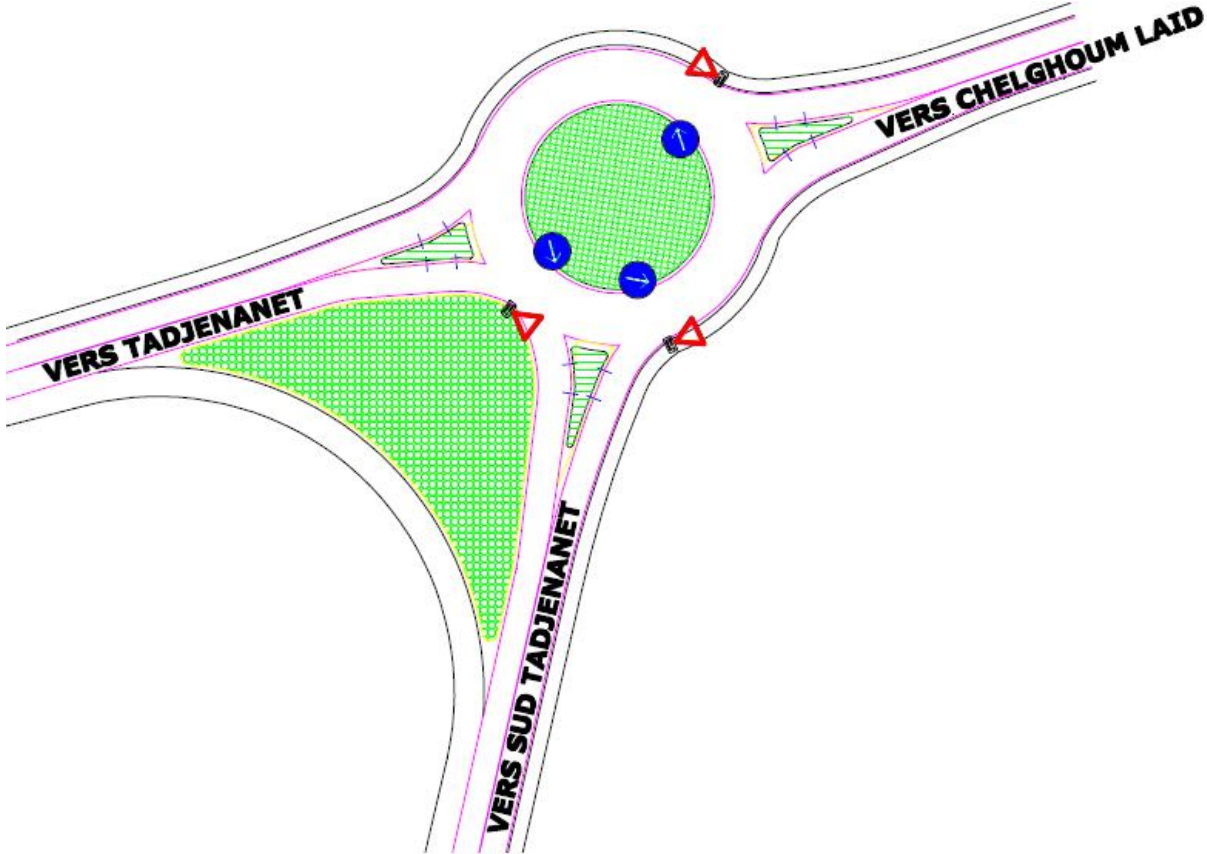
Les valeurs pour le dimensionnement du couloir d'entrée sont les suivantes :

- Un rayon d'entrée de 15m
- largeur d'entrée de 4m

❖ Géométrie de sortie :

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir de sortie sont les suivantes :

- Un rayon de sortie de 20 m
 - Une largeur de sortie de 4.5 m
- En se basant sur l'aménagement du carrefour et les normes du B40, on a pris pour la voie secondaire un rayon de 40m et un gabarit de 4m .



Carrefour giratoire de 3 branches

Zone d'implantation.



5.3. Conception de troisième carrefour

Carrefour plan situe au PK 5+147m :

Ce carrefour contient 4 branches qui sont les suivantes :

- CW12 (Vers la ville de TADJENANET).
- CW12 (vers BATNA).
- Vers CHALGHOUM LAID
- vers SETIF et vers OUALDJA.

Géométrie de l'anneau	
Coordonnées du centre	X= 13982.49 m
	Y=17817.83 m
Rayon extérieur	25.00 m
Rayon intérieur	17.00 m
Largeur d'anneau	8.00 m
Distance marquage extérieur	0.25 m
Distance marquage intérieur	0.25 m

❖ Géométrie de l'entrée :

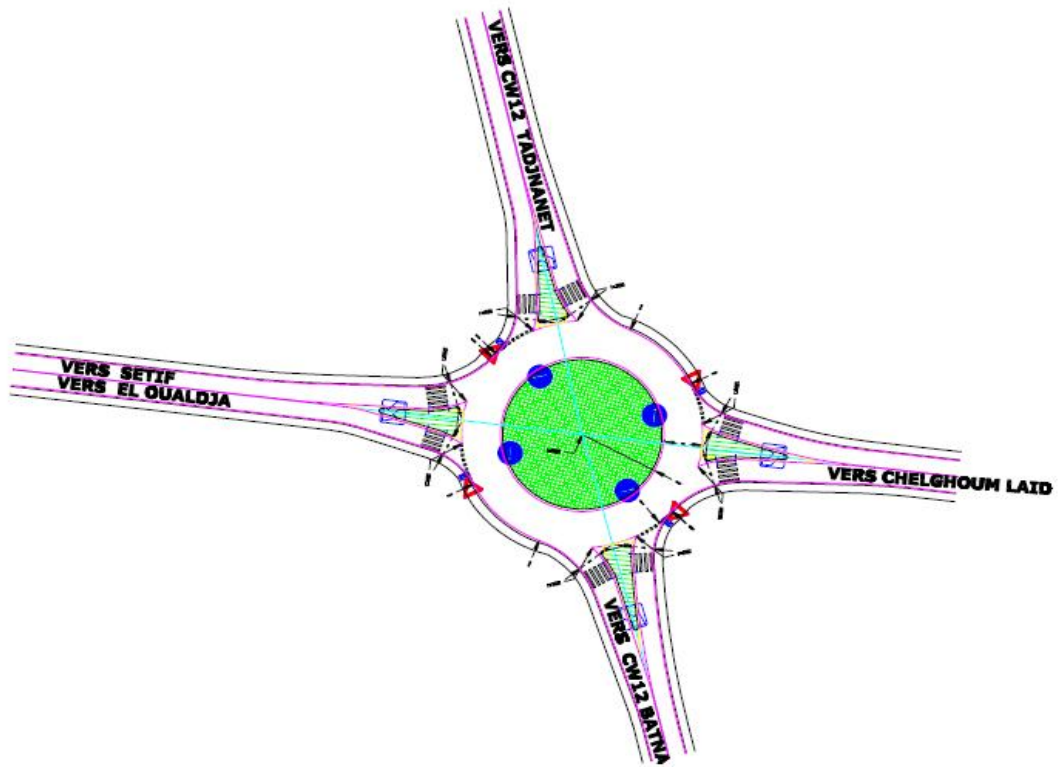
Les valeurs pour le dimensionnement du couloir d'entrée sont les suivantes :

- Un rayon d'entrée de 15m
- largeur d'entrée de 4m

❖ Géométrie de sortie :

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir de sortie sont les suivantes :

- Un rayon de sortie de 20 m
- Une largeur de sortie de 5 m



Carrefour giratoire de 4 branches

Zone d'implantation.



CHAPITRE ***(IX)***

ASSAINISSEMENT

1. introduction.
2. objectif de l'assainissement.
3. drainage des eaux souterraines.
4. définitions des termes hydraulique.
5. dimensionnement de réseau d'assainissement a projeter.
6. application au projet .

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, curettes, rigoles, gondoles, etc....
- les drainages : Ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes).
- 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 pluvial et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).
- 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 l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

3. DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES :

3.1. 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. 2. 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 la portance du sol 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 :

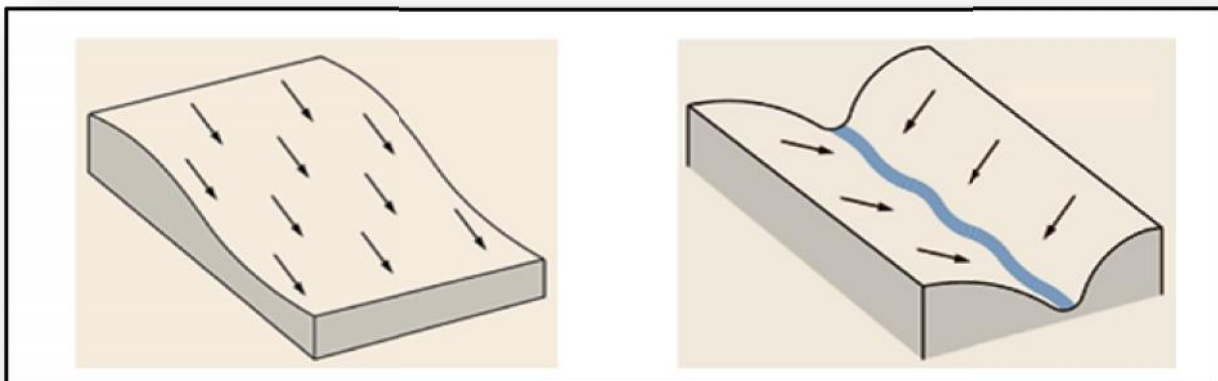
- ✓ des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- ✓ de l'importance des problèmes de gel.
- ✓ de leurs coûts respectifs.

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. DEFINITIONS DES TERMES HYDRAULIQUE :

▪ Bassin versant :

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, ou 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.

- **Chambre de visite (cheminée) :**

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur 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.

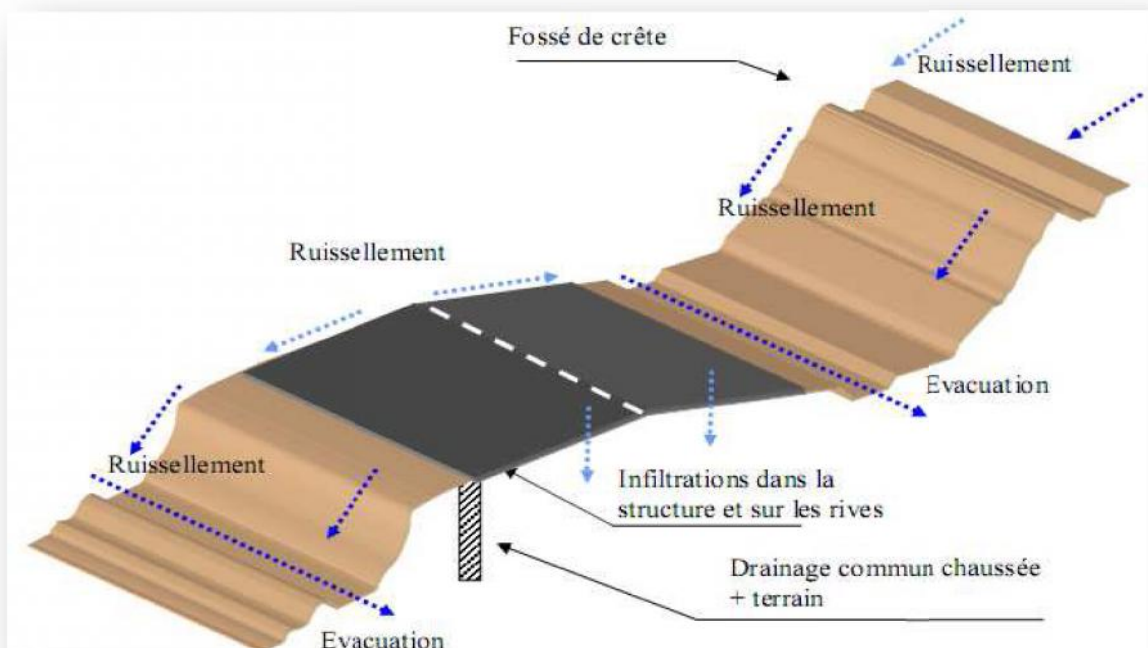
Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

- **Fossés de crêtes :**

C'est un outil construit à fin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

- **Les regards :**

Ils sont constitués 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.



Distinction entre les fonctions de drainage et l'assainissement routier.

5. DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'ASSAINISSEMENT A 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 (m³/s).

Q_s : débit d'écoulement au point de saturation (m³/s).

5.1. Débits d'apports:

Le débit d'apport est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivant:

Avec :

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

K : coefficient de concentration, $K = 1/360$.

C : coefficient de ruissellement.

I : l'intensité de l'averse exprimée (mm/h).

A : superficie(Aire) du bassin versant (HA).

Remarque importante :

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

Q_a en (m³/s) valable pour : i en (mm/h) ; A en (km²) ; K= 0.278

Ou Q_a 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 le volume d'eau tombe sur cette surface. Sa valeur est obtenue en tenant compte des deux paramètres suivants :

- La couverture végétale.
- La forme, la pente et la nature de terrain (qualité du sol).

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

Valeur de coefficient de ruissellement (C).

❖ **Intensité de la pluie:**

La détermination de l'intensité de la pluie, comprend différentes étapes de calcul qui sont :

Calcul de précipitation :

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

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

P_j : pluie journalière moyenne (mm).

C_v : Coefficient de variation.

\ln : Log. Népérien.

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 :

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

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

❖ **Calcul de fréquence d'averse :**

Pour une durée de ($t=15mn=0.25h$), La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

$$P_t(\%) = P_j(\%) \cdot \left(\frac{tc}{24}\right)^b$$

P_j : Hauteur de la pluie journalière maximale (mm).

b : Exposant climatique.

P_t : pluie journalière maximale annuelle.

t_c : Temps de concentration (heure)

❖ Détermination de l'intensité :

Pour déterminer l'intensité on utilise la courbe « Intensité-Durée-fréquence ». qui donne l'intensité en fonction de la période de retour et la durée (temps de concentration).

La période de retour :

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

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, Giandothi, comme suit

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

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

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

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

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

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

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

5.2. 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 TADJENANET) :

- Les précipitations moyennes de 24h : $P_{24} = P_j = 35 \text{ mm}$
- Le coefficient de variation de la région considérée $C_v = 0.39$
- L'exposant climatique de la région $b = 0.23$
- temps de concentration $t_c = 0.25$ heures.

6.1. Calcul de précipitation journalière :

On a :

Pour temps de retour =(10 ans), donc la variable de Gauss $U=1.282$ (tableau2) .

Donc :

$$P_j (10\%) = 46.59 \text{ mm}$$

Pour temps de retour =(50ans) , donc la variable de Gauss $U=2.057$ (tableau2)

Donc :

$$P_j (2\%) = 62.23 \text{ mm}$$

6.2. Fréquence d'averse $P_t (10\%)$:

Pour une durée de $t=15 \text{ mn}$, on la détermine par la formule :

$$P_t = P_j (10\%) (t_c/24)^b$$

$$\text{AN: } P_t (10\%) = 46.5 (0.25/24)^{0.23} \longrightarrow P_t (10\%) = 16.30\text{mm.}$$

Pour P_j (2%)

$$\text{On a: } P_t (2\%) = 21.72\text{mm.}$$

6.3. L'intensité de l'averse I_t :

Pour une durée de 24 heures : $I_t = I (t_c/24)$

$$= b-1=0.28-1= -0.77$$

$$t_c = 0.25 \text{ h}$$

Pour temps de retour =10 ans

$$I=P_j (\%) / t = 46.59/24 = 1.94\text{mn/h.}$$

Pour temps de retour =50 ans

$$I=P_j (\%) / t = 62.23/24 = 2.59\text{mn/h.}$$

Donc : l'intensité de la pluie est :

Pour temps de retour =10 ans

$$I_t = I (0.25 /24)^{b-1} = 1.94 \times (0.25/24)^{-0.77} = 65.18 \text{ mn / h}$$

Pour temps de retour =50 ans

$$I_t = I (0.25 /24)^{b-1} = 2.94 \times (0.25/24)^{-0.77} = 98.78 \text{ mn / h}$$

6.4. Dimensionnement du réseau de DRAINAGE :

i. Dimensionnement des fossés :

Dans notre projet le débit d'apport est rapporté par la chaussée, de l'accotement et du talus. La surface de bassin versant : on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 350m 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 :

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

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

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

➤ **Calcul de surface des sous bassins versants:**

SBV	A(km ²)
Chaussée	3.5×350= 0.001225
ACC	1.8× 350 = 0.00063
Talus	3× 350 = 0.00105

➤ L'intensité de l'averse It :

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} \quad I_t = 1.94 \times (t_c / 24)^{-0,77}$$

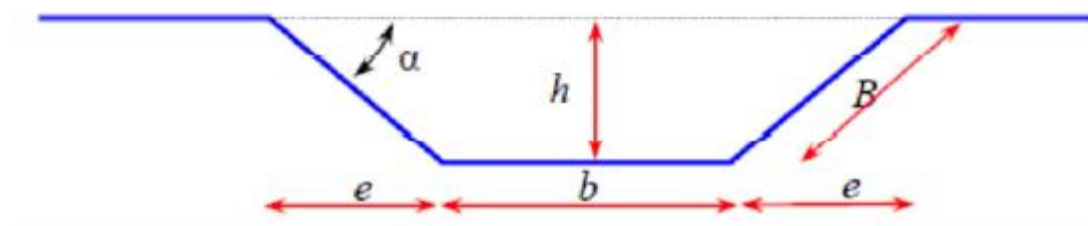
SBV	Pente(%)	t _c (h)	I _t (mm/h)
Chaussée	2.5	0.028	351.76
ACC	4	0.015	568.81
Talus	67	0.005	1325.43

Les résultats de calcul sont donnés dans le tableau suivant :

Surface d'apport	Surface (km ²)	Coef 'C'	Intensité (mm/h)	Débit (m ³ /s)	Total (m ³ /s)
Chaussée	0.001225	0,95	351.76	0.1138	0.2696
Accotement	0.00063	0.4	568.81	0.0398	
Talus	0.00105	0.3	1325.43	0.116	

Les dimensions du fossé sont obtenues d'après la formule si dessous :

D'où : $Q_{total} = Q_c + Q_a + Q_t = 0.2696 \text{ m}^3/\text{s}$



On fixe la base du fossé à (b = 50 cm) et la pente du talus à (1/n =1) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h.

Sm : surface mouillée.

U : périmètre mouillé.

R: rayon hydraulique $R = Sm / U$

P : pente du talus $P = 1/n$

▪ **Calcul de la surface mouillée :**

$$S_m = b \times h + 2 \frac{eh}{2} \quad \text{et} \quad \text{tg} \gamma = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \quad \text{d'ou} \quad e = n \times h$$

$$S_m = b \times h + n \times h^2 = h \times (b + n \times h) \quad S_m = h \cdot (b + n \cdot h)$$

▪ **Calcul du périmètre mouillé :**

$$P_m = b + 2B$$

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

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

▪ **Calcul le rayon hydraulique :**

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

Donc:

$$\begin{aligned} \text{On a } Q_s = Q_a &\approx \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times S \\ &= \frac{1}{n} \times I^{1/2} \times \left[\frac{h(b + nh)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \times h(b + nh) \end{aligned}$$

On pose : $b = 0.5 \text{ m}$ et Pour un angle de $45^\circ \Rightarrow n = 1$.

Pour la pente hydraulique du fossé « I », on met : $I = 10^{-3}$ c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.

K_{ST} : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 70 (au béton collé sur place).

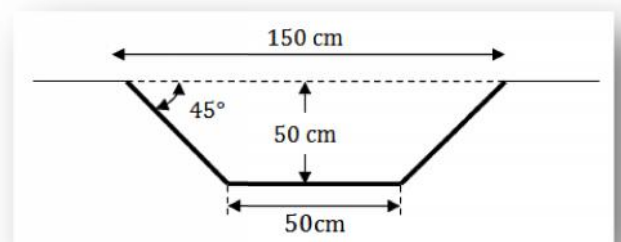
Donc on obtient la formule suivante :

$$H = \left[\frac{Q_a}{K_{st} \times b \times I^{1/2}} \right]^{3/5} \frac{[1 + 2\sqrt{2} \times \frac{h}{b}]^{2/5}}{1 + \frac{h}{b}} \quad H = \left[\frac{1.559}{70 \times 0.5 \times 0.001^{1/2}} \right]^{3/5} \frac{[1 + 5.65 \times h]^{2/5}}{1 + 2 \cdot h}$$

D'après le calcul itératif on a trouvé la hauteur $H = 0.43 \text{ m}$.

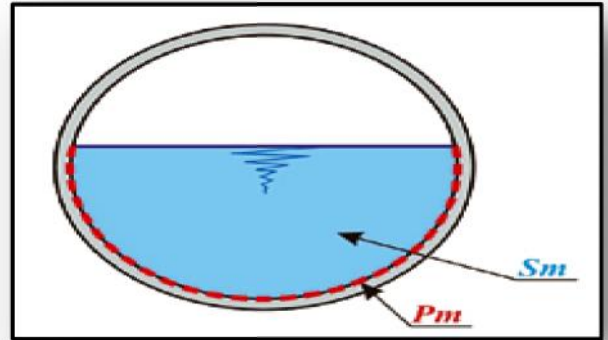
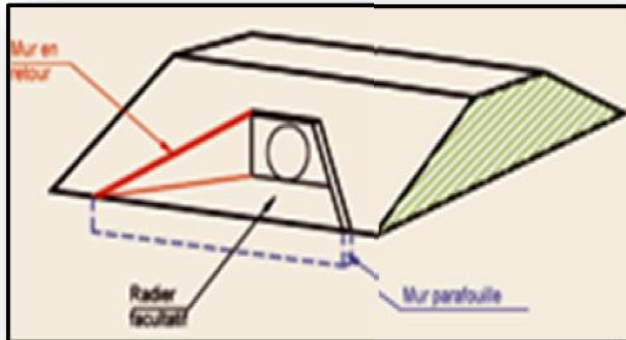
Pour des raisons de sécurité on prend un fossé standard

(b=50 cm, H=50 cm, B=150 cm).



ii. Dimensionnement des ouvrages courants :

✓ Cas d'une buse : PK0 +721



Pour dimensionner les buses, en 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 (=0,5).

Selon la formule de MANNING STICKLER on a :

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

I : pente de radier = 2.5%
 Q : débit d'après la méthode rationnelle = 2.684 m³/s.
 K: coefficient de MANNING = 80.

$$D \cong 1500 \text{ mm}$$

✓ Cas d'un dalot : PK9+893

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 :

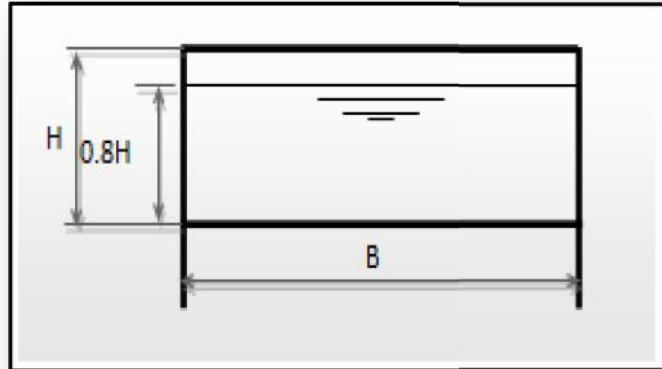
$$S_m = 0.8H \times B$$

Le périmètre mouillé :

$$P_m = 1.6H + B$$

Le rayon hydraulique :

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



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

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

$$Q_a = 19.454 \text{ m}^3 \quad . \quad \text{et} \quad I=2.5 \%$$

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

On fixe $B=3\text{m}$ et on trouve: $H=2.5\text{m}$.

Donc: on a un dalot de : **3m×2.5m**

Les paramètres de votre projet

N° BV	PK	NATURE DE OV	DIMENSION ()
1	0+327	BUSE	400
2	0+721	BUSE	1500
3	1+079	BUSE	1000
4	1+259	BUSE	1200
5	1+622	BUSE	800
6	2+070	BUSE	600
7	2+625	BUSE	1000
8	2+934	BUSE	1000
9	3+205	BUSE	1000
10	3+660	BUSE	800
11	4+284	BUSE	1200
12	4+764	BUSE	1000
13	5+582	BUSE	600
14	7+205	BUSE	600
15	7+503	BUSE	1200
16	7+859	BUSE	1000
17	8+444	BUSE	1000
18	8+930	BUSE	1000
19	9+365	BUSE	1000
20	9+709	BUSE	800
21	9+883	DALOT	3mx2,5m
22	10+030	DALOT	2x(3mx2,5m)

CHAPITRE

(X)

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1ère partie : signalisation

1. Introduction.
2. L'objet de la signalisation routière.
3. Types de signalisation.
5. Application au projet.

2ème partie : éclairage

1. introduction.
2. catégories d'éclairage.
3. paramètres de l'implantation des luminaires.
4. application de l'éclairage au projet.

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1ERE PARTIE : SIGNALISATION

1. Introduction :

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'utilisateur de la route tout au long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent à lui, et ce, en lui évitant hésitations et fausses manœuvres.

Elle doit donc lui permettre d'anticiper toute manœuvre ou tout changement de direction et lui permettre de s'y préparer. En plus de lui servir de guide en lui indiquant la route à suivre ainsi que les dangers qui la parsèment (courbe en pente prononcée, accotement mou, chaussée glissante, etc.), elle lui rappelle les diverses prescriptions du code de la sécurité routière et des règlements municipaux.

Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous. Il est, par conséquent, en constante évolution et fait l'objet de recherches continues afin d'accroître la sécurité routière et la fluidité de la circulation.

2. OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE :

La signalisation routière a pour rôle :

- De rendre plus sûr et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- De donner des informations relatives à l'utilisateur de la route.

3. Les types de signalisation :

On distingue deux familles de signalisation :

- Signalisation horizontale.
- Signalisation verticale.

a) Signalisations horizontales :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussée qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Toutes ces marques sont de couleur blanche.

La signalisation horizontale se divise en deux types:

❖ Lignes longitudinales :

Elles sont utilisées pour délimiter les voies de circulation, on trouve :

▪ Les lignes continues :

Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.

▪ Les lignes discontinues :

Sont de type T1, T2 ou T3 (ligne d'avertissement, ligne de rive). voir le tableau de sous :

✓ Modulation des lignes discontinues :

Elles sont basées sur une longueur Périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T ₁	3.00	10.00	• 1/3
T ₂	3.00	3.5	• 1
T ₃	3.00	1.33	• 3

✓ Marques sur chaussée :**▪ Les lignes mixtes :**

Sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

❖ Lignes transversales :

Elles sont utilisées pour le marquage, on distingue :

▪ Ligne stop :

C'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt.

❖ **Autres signalisation :**

▪ **Les flèches de rabattement :**

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

▪ **Les flèches de sélection :**

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.

✓ **Largeur des lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :

- U=7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.
- U=6cm sur les routes et voies urbaines.
- U=5cm sur les autres routes.

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 7.5cm.

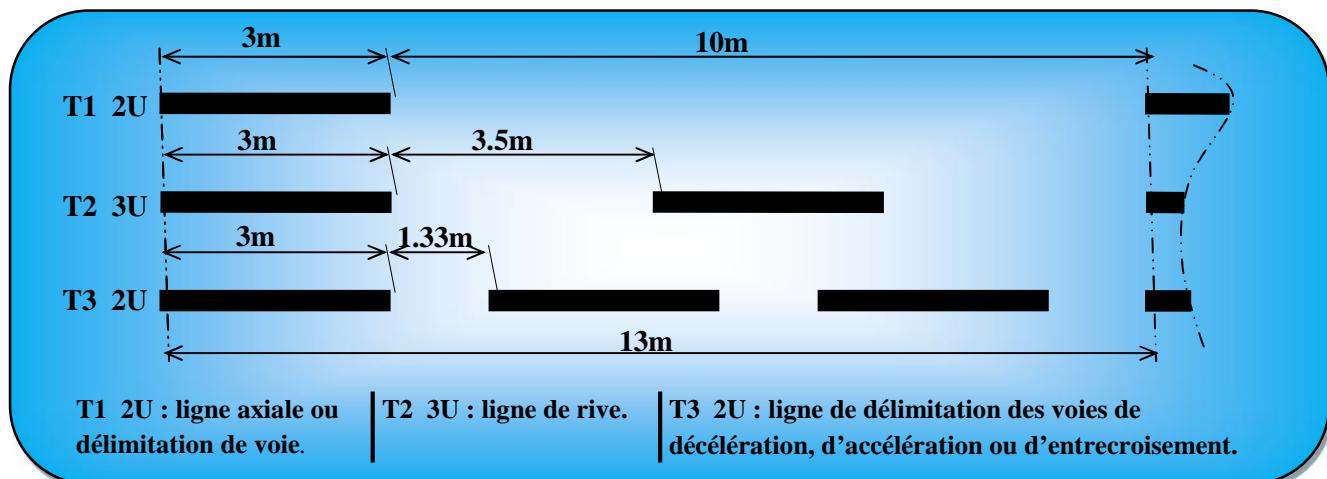


Fig -1- ypes de modulation
Référence signalisation routière (art-144)

b) Signalisations verticales :

Elle se fait à l'aide des panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

❖ **Signalisation avancée :**

Le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection.

Le signal B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

❖ Signalisation de position :

Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route ou les usagers doivent marquer l'arrêt.

❖ Signalisation de direction :

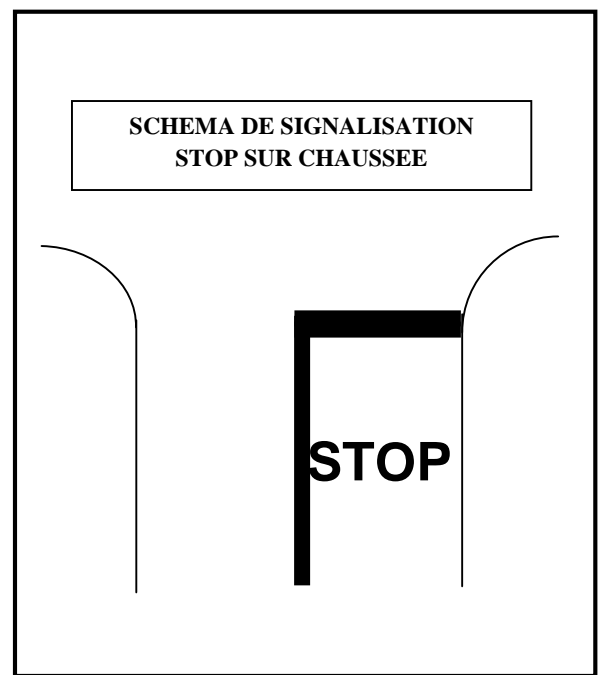
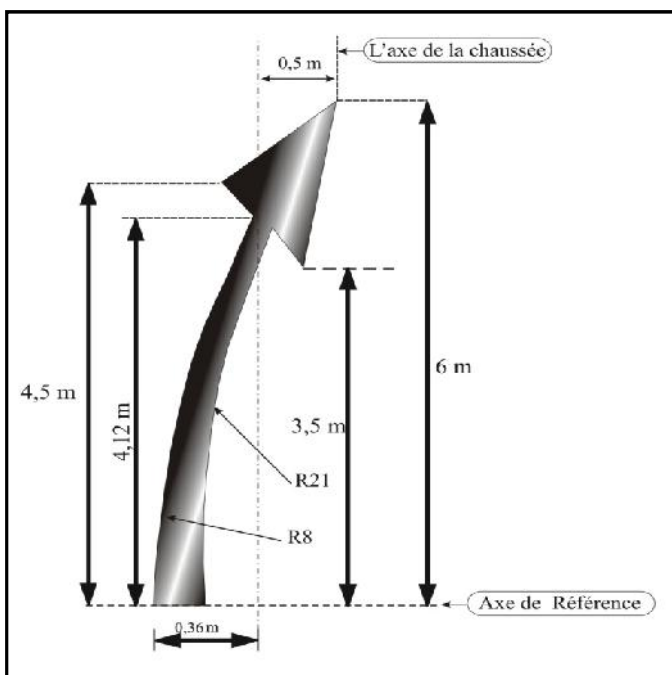
L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75° .

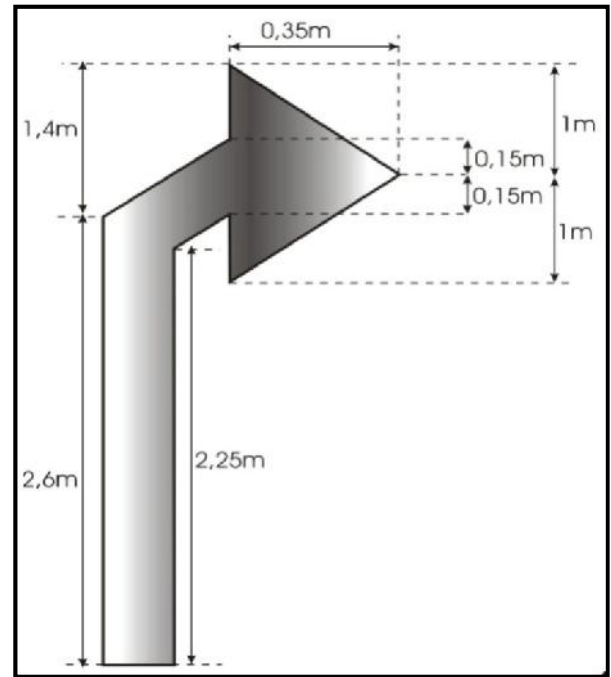
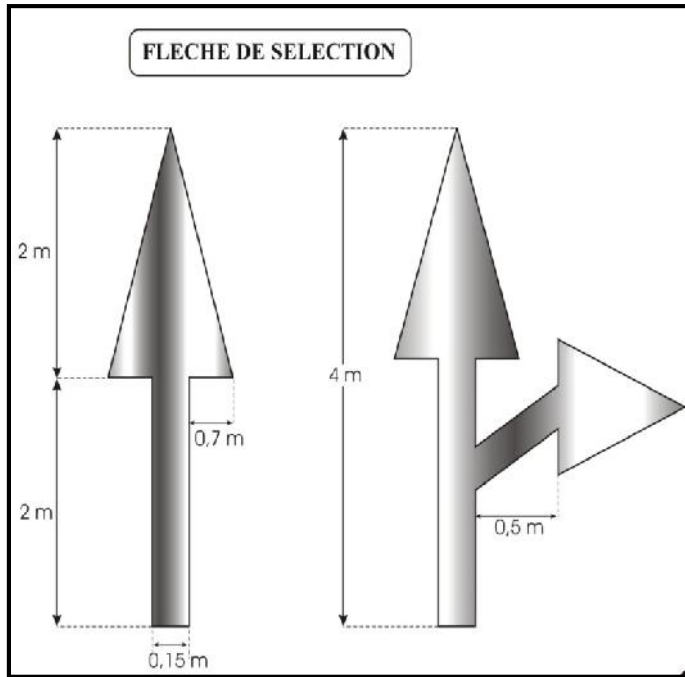
4. Application au projet :

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

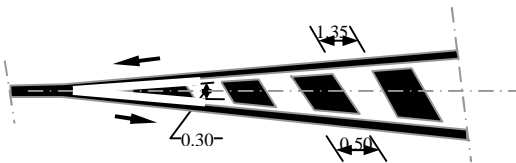
- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'intersection ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

Exemple Des signalisations horizontales :





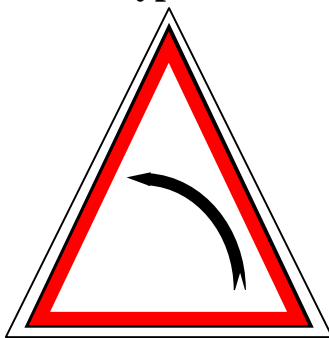
SCHEMAS DE MARQUAGE PAR HACHURES (sur le nez d'îlot):



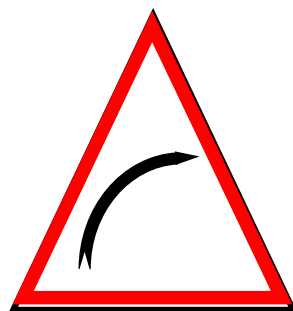
- Cas de trafic inverse.

Exemple Des signalisations verticales :

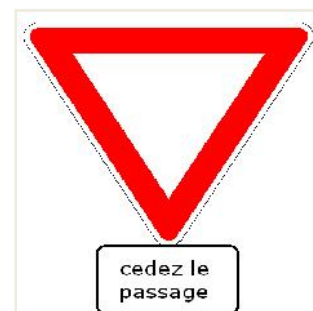
➤ Type A:



A1a



A1b

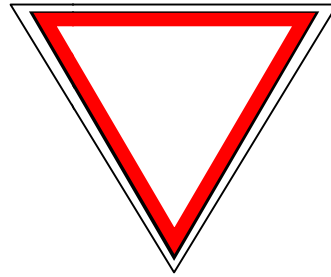


A23

A25



➤ Type B :

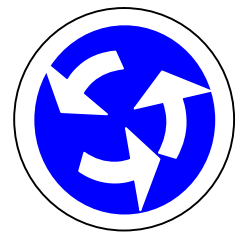
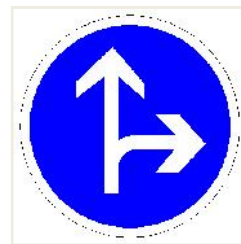
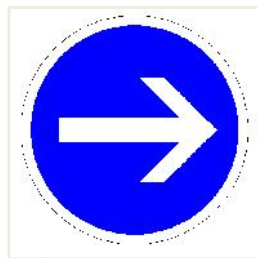
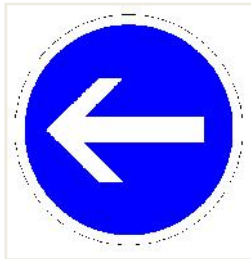


➤ Type C :

B1



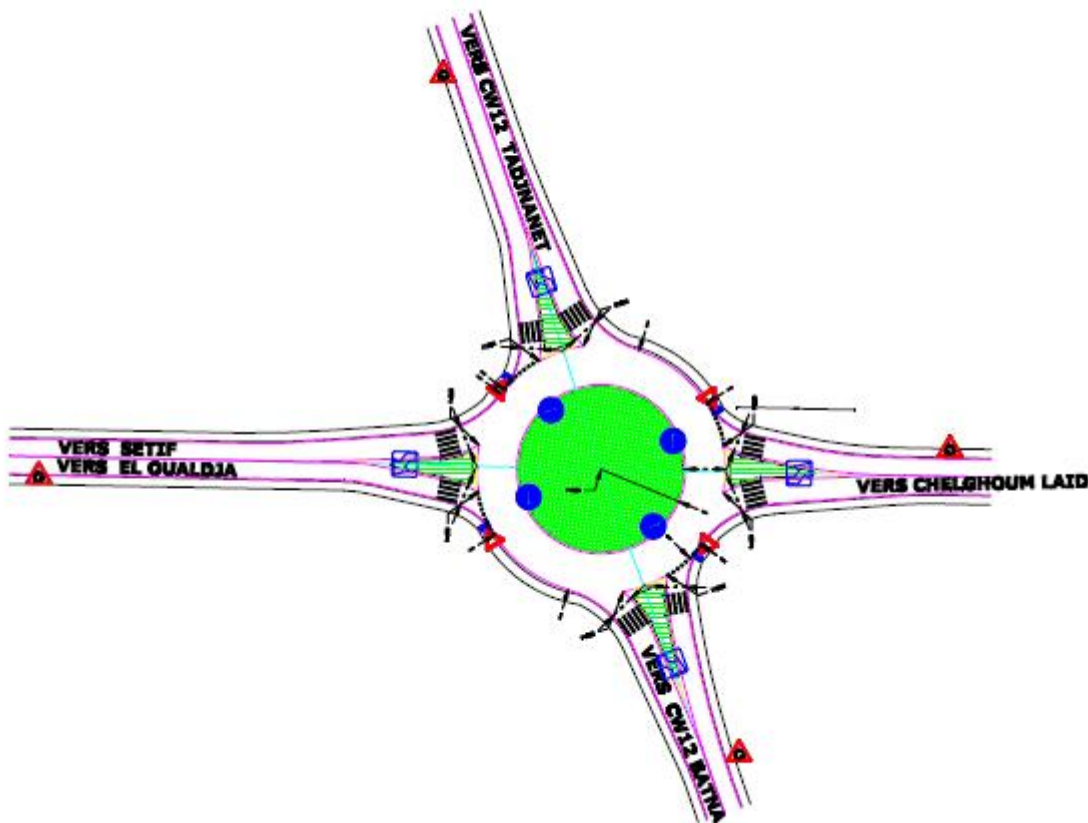
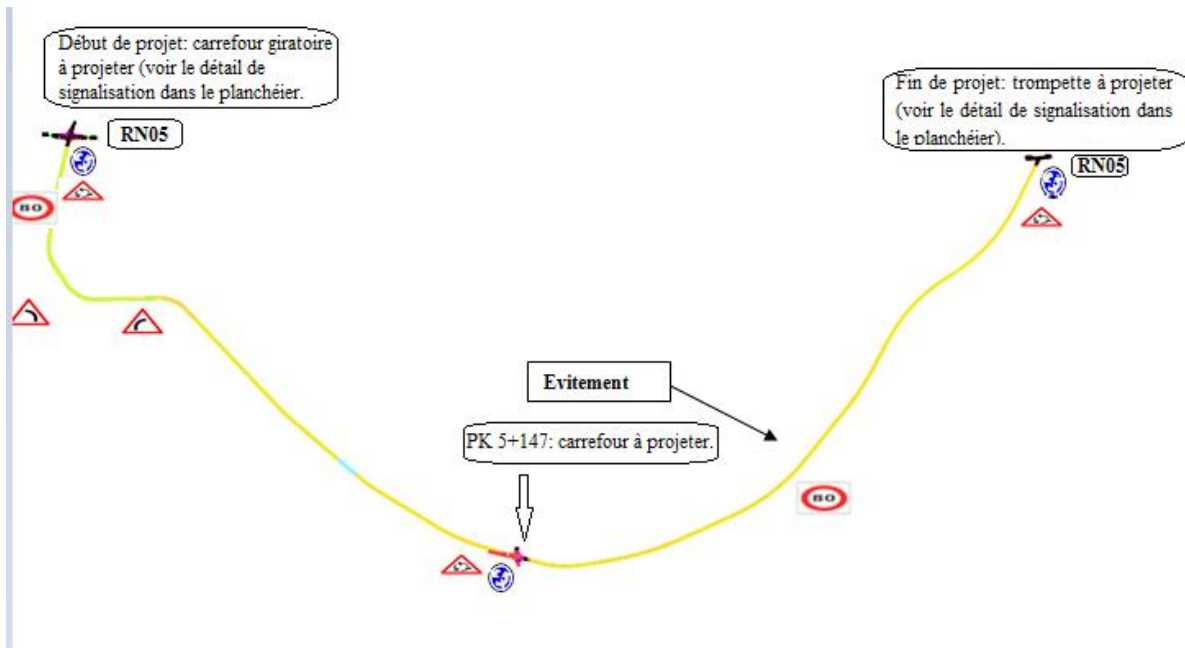
➤ Type D :



➤ Type E :



Détail de signalisation le long du tracé dans un seul sens :



2EME PARTIE : ECLAIRAGE

1. Introduction :

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

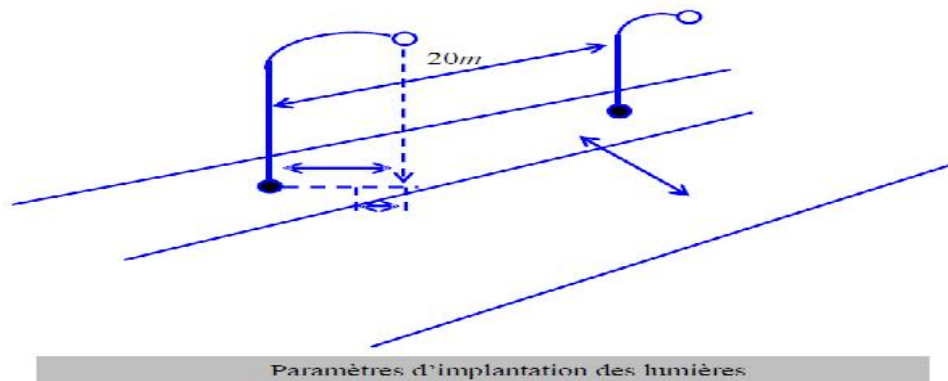
2. Catégories d'éclairage :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

3. Paramètres de l'implantation des luminaires :

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



4. Application de l'éclairage au projet :

4.1. Eclairage de la voie (le long de la route):

Pour l'éclairage de la voie, des lampadaires sont implantés dans les trottoirs avec un foyer porteur éclairant chacun la chaussée et espacés de 20m.

4.2. Eclairage des carrefours:

Pour les carrefours on plante des lampadaires au périmètre de l'anneau central pour faire éclairé la demi chaussée intérieure du carrefour et des lampadaires dans chaqu'un des quatre trottoir afin d'éclairer la demi chaussée extérieure.

CHAPITRE ***(XI)***

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Devis quantitatif et estimatif

designation	unite	prix unitaire(en DA)	quantité	montant
1) Acuisition de terrain	M2	2000	3000	6000000
total(1)=		10000000		
2) L'installation de chantier et repliement	F	3% du total (3+4+5)		
Total(2)=		16967181.54		
3) préparation de terrain				
Débroussaillage d'arbre	m2	250	60	15000
Déplacement des poteaux électriques	Unité	300000	10	3000000
Total(3)=		3020000		
4) Terrassement				
Décapage de terre végétale épaisseurs de 20 a 30 cm	M3	123	70584	8681832
déblais mis en remblais	M3	450	0	0
deblais mis en dépôts	M3	484	50608	24494272
remblais d'emprunt	M3	677	175086	118533222
Total(4)=	151709326			151709326
5) chaussée				
couche de forme en TUF	M3	1500	50239.2	75358800
Couche de fondation en GNT	M3	2000	24902	38898000
Couche de base en grave bitume GB	T	4500	23150.3	104176350
Couche d'imprégnation en émulsion 700 à 800 g/m2	T	45000	68.128	3515760
Couche d'accrochage dosée 200à 300g/m2	T	42000	26.12	1344000
Couche de roulement en béton bitumineux BB	T	6000	15474	92844
Total(5)=	410843392.2			410843392.2
Passage supérieur	M2	250000	170	42750000
Total(6)=	42750000			
7) Ouvrage d'art courant et assainissement	F	10% du total (3+4+5)		
Total(7)=	56557271.82			
8) Impact sur l'environnement	F	1% du total (3+4+5)		
Total(8)=	5655727.182			
9) Déviation des réseaux	F	3% du total (3+4+5)		
Total(9)=	0			
10) Eclairage: signalisation et équipements routiers	F	5% du total (3+4+5)		
Total(10)=	28278635.91			
11) Contrôle (bureau d'etude et laboratoire)	F	2% du total (3+4+5)		
Total(11)=	11311454.36			
TOTAL (HT)	698104989			
TVA 17% (TOTAL(HT))	118677848.1			
TTC TOTAL(HT) + TVA	742026807.00			

Montant total (en TTC) : Sept cent quarante deux millions vingt six mille huit cent sept Dinars Algérien.

CONCLUSION GENERALE

Dans notre étude, nous avons essayé de respecter toutes les normes existantes qu'on ne peut pas négliger et qu'on a pris en considération, le confort, la sécurité des usagers puis l'économie.

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation.

Cette étude d'APD nous a permis de cerner tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier.

Elle était l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience de personnes du domaine, et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration d'un projet de travaux publics.

Encore une fois, ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels: **Piste+5.05** et **AUTOCAD et covadis 9.1**, vue leur traitement rapide et la précision de leur résultats.

BIBLIOGRAPHIE

- Cours de routes de 4^{ème} année ENSTP ;
- Cours de 5^{ème} année ENSTP ;
- Cours d'hydraulique de 4^{ème} année ENSTP ;
- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes) ;
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P) ;
- Les Signaux Routiers (SETRA) ;
- ENSTP : anciennes mémoires de Fin d'étude ;
- Aménagement des carrefours (SETRA) ;
- Site internet : www.SETRA.com.

AXE EN PLAN

AXE EN PLAN					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0	10001,718	19979,08
DROI	GIS = 198.774g	437,351			
			437,351	10010,142	19541,811
CLOT	A = 193.649				
	Rf= 750.000	50			
			487,351	10011,66	19491,836
ARC	XC= 10760.623				
	YC= 19531.264				
	R = 750.000	38,81			
			526,161	10014,702	19453,149
CLOT	Rd= 750.000				
	A = 193.649	50			
			576,161	10021,013	19403,552
DROI	GIS = 191.235g	181,737			
			757,898	10045,955	19223,534
CLOT	A = 111.803				
	Rf= 250.000	50			
			807,898	10054,46	19174,285
ARC	XC= 10297.432				
	YC= 19233.146				
	R = 250.000	127,06			
			934,958	10113,815	19063,485
CLOT	Rd= 250.000				
	A = 111.803	50			
			984,958	10150,102	19029,12
DROI	GIS = 146.147g	123,614			
			1108,572	10242,637	18947,157
CLOT	A = 86.603				
	Rf= 250.000	30			
			1138,572	10265,484	18927,722
ARC	XC= 10419.726				
	YC= 19124.470				
	R = 250.000	209,038			
			1347,611	10462,334	18878,127
CLOT	Rd= 250.000				
	A = 111.803	50			
			1397,611	10510,904	18889,907
DROI	GIS = 82.730g	425,48			
			1823,09	10920,824	19003,917
CLOT	A = 117.260				
	Rf= -250.000	55			
			1878,09	10974,289	19016,695

ANNEXES

ARC	XC= 11014.432				
	YC= 18769.939				
	R = -250.000	153,212			
			2031,302	11123,528	18994,879
CLOT	Rd= -250.000				
	A = 117.260	55			
			2086,302	11171,097	18967,331
DROI	GIS = 135.751g	968,982			
			3055,284	11991,26	18451,328
ARC	XC= 12736.790				
	YC= 19636.311				
	R = 1400.000	150,24			
			3205,524	12122,47	18378,292
DROI	GIS = 128.919g	623,353			
			3828,877	12682,606	18104,765
ARC	XC= 13296.926				
	YC= 19362.784				
	R = 1400.000	226,544			
			4055,421	12893,313	18022,225
DROI	GIS = 118.618g	486,304			
			4541,725	13358,969	17882,026
ARC	XC= 13762.582				
	YC= 19222.585				
	R = 1400.000	380,882			
			4922,607	13734,043	17822,876
DROI	GIS = 101.298g	390,861			
			5313,469	14124,823	17814,908
CLOT	A = 220.794				
	Rf= 650.000	75			
			5388,469	14199,812	17814,821
ARC	XC= 14175.569				
	YC= 18464.369				
	R = 650.000	185,189			
			5573,658	14381,402	17847,82
CLOT	Rd= 650.000				
	A = 220.794	75			
			5648,658	14451,566	17874,284
DROI	GIS = 75.814g	112,619			
			5761,277	14556,155	17916,047
ARC	XC= 14036.990				
	YC= 19216.227				
	R = 1400.000	150,153			
			5911,429	14692,351	17979,092
DROI	GIS = 68.987g	191,114			
			6102,544	14861,233	18068,556
ARC	XC= 14205.871				

ANNEXES

	YC= 19305.690				
	R = 1400.000	262,524			
			6365,067	15080,371	18212,415
DROI	GIS = 57.049g	476,423			
			6841,49	15452,414	18510,009
ARC	XC= 14546.683				
	YC= 19642.330				
	R = 1450.000	676,759			
			7518,249	15865,05	19038,668
DROI	GIS = 27.336g	518,526			
			8036,776	16080,922	19510,122
ARC	XC= 14717.094				
	YC= 20134.600				
	R = 1500.000	281,322			
			8318,097	16173,441	19775,359
DROI	GIS = 15.396g	240,236			
			8558,333	16230,976	20008,603
CLOT	A = 346.410				
	Rf= -1200.000	100			
			8658,333	16256,269	20105,344
ARC	XC= 17408.364				
	YC= 19769.669				
	R = -1200.000	548,192			
			9206,525	16522,476	20579,115
CLOT	Rd= -1200.000				
	A = 257.022				
	L = 55.050				
			9261,576	16560,225	20619,181
	A = 257.022				
	Rf= 1300.000				
	L = 50.816	105,866			
			9312,391	16595,113	20656,127
ARC	XC= 15638.382				
	YC= 21536.277				
	R = 1300.000	635,017			
			9947,408	16896,26	21208,035
CLOT	Rd= 1300.000				
	A = 360.555	100			
			10047,408	16919,018	21305,404
DROI	GIS = 13.802g	332,864			
			10380,272	16990,618	21630,476
LONGUEUR DE L'AXE 10380.272					

PROFIL EN LONG

PROFIL EN LONG				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0	999,501
D1	PENTE= 1.189 %	175,511		
			175,511	1001,587
PR1	S= 258.7171 Z=1002.0817			
	R = -7000.00	45,896		
			221,407	1001,982
D2	PENTE= 0.533 %	167,532		
			388,939	1002,875
PR2	S= 426.2493 Z=1002.9747			
	R = -7000.00	72,965		
			461,904	1002,884
D3	PENTE= -0.509 %	264,124		
			726,028	1001,539
PR3	S= 746.4020 Z=1001.4867			
	R = 4000.00	180,064		
			906,092	1004,674
D4	PENTE= 3.992 %	41,194		
			947,286	1006,319
PR4	S= 1073.0422 Z=1008.8291			
	R = -3150.00	129,807		
			1077,094	1008,827
D5	PENTE= -0.029 %	50,597		
			1127,69	1008,761
PR5	S= 1123.5746 Z=1008.7641			
	R = -3200.00	157,755		
			1285,446	1004,67
D6	PENTE= -5.058 %	30,136		
			1315,582	1003,146
PR6	S= 1517.9206 Z= 998.0279			
	R = 4000.00	169,837		
			1485,418	998,16
D7	PENTE= -0.813 %	136,699		
			1622,117	997,049
PR7	S= 2028.3954 Z= 995.3986			
	R = 50000.00	17,689		
			1639,806	996,909
D8	PENTE= -0.777 %	271,669		
			1911,475	994,797
PR8	S= 2222.3464 Z= 993.5893			
	R = 40000.00	565,45		
			2476,925	994,399

ANNEXES

D9	PENTE= 0.636 %	146,005		
			2622,931	995,329
PR9	S= 2877.5094 Z= 996.1388			
	R = -40000.00	710,619		
			3333,549	993,539
D10	PENTE= -1.140 %	366,673		
			3700,223	989,359
PR10	S= 4042.2529 Z= 987.4089			
	R = 30000.00	187,419		
			3887,642	987,807
D11	PENTE= -0.515 %	238,999		
			4126,641	986,576
PR11	S= 4281.2519 Z= 986.1772			
	R = 30000.00	6,058		
			4132,699	986,545
D12	PENTE= -0.595 %	1837,732		
			5970,431	977,445
PR12	S= 15873.9585 Z= 952.9250			
	R = 20000.00	220,118		
			6190,549	976,367
D13	PENTE= -0.584 %	1130,776		
			7321,325	970,892
PR13	S= 7335.8506 Z= 970.8571			
	R = 3000.00	124,849		
			7446,175	972,886
D14	PENTE= 3.677 %	50,903		
			7497,078	974,758
PR14	S= 7589.0143 Z= 976.4481			
	R = -2500.00	98,025		
			7595,102	976,441
D15	PENTE= -0.044 %	75,464		
			7670,566	976,257
PR15	S= 7660.8250 Z= 976.2687			
	R = -4000.00	186,328		
			7856,894	971,463
D16	PENTE= -4.902 %	2,352		
			7859,246	971,348
PR16	S= 8030.8065 Z= 967.1433			
	R = 3500.00	144,768		
			8004,014	967,246
D17	PENTE= -0.766 %	303,903		
			8307,917	964,92
PR17	S= 8537.5678 Z= 964.0405			
	R = 30000.00	57,328		
			8365,245	964,535
D18	PENTE= -0.574 %	553,364		

			8918,609	961,357
PR18	S= 8878.3999 Z= 961.4723			
	R = -7000.00	141,663		
			9060,271	959,11
D19	PENTE= -2.598 %	98,052		
			9158,324	956,562
PR19	S= 9418.1401 Z= 953.1869			
	R = 10000.00	207,233		
			9365,556	953,325
D20	PENTE= -0.626 %	1014,715		
			10380,272	947,989
LONGUEUR DE L'AXE 10380.272				

TABULATION DE L'AXE

TABULATION								
N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
1	0	999,501	999,501	10001,718	19979,08	298.774g	2,5	-2,5
2	24,111	1000,389	999,788	10002,182	19954,974	298.774g	2,5	-2,5
3	42,396	1000,53	1000,005	10002,535	19936,691	298.774g	2,5	-2,5
4	61,668	1000,686	1000,234	10002,906	19917,424	298.774g	2,5	-2,5
5	89,013	1000,95	1000,559	10003,432	19890,083	298.774g	2,5	-2,5
6	120,609	1001,148	1000,935	10004,041	19858,493	298.774g	2,5	-2,5
7	143,467	1001,277	1001,206	10004,481	19835,64	298.774g	2,5	-2,5
8	175,402	1001,395	1001,586	10005,096	19803,71	298.774g	2,5	-2,5
9	198,54	1001,521	1001,823	10005,542	19780,577	298.774g	2,5	-2,5
10	223,332	1001,675	1001,993	10006,02	19755,79	298.774g	2,5	-2,5
11	249,432	1001,924	1002,132	10006,522	19729,694	298.774g	2,5	-2,5
12	276,203	1001,951	1002,274	10007,038	19702,928	298.774g	2,5	-2,5
13	301,203	1001,993	1002,408	10007,519	19677,933	298.774g	2,5	-2,5
14	327,684	1002,07	1002,549	10008,029	19651,457	298.774g	2,5	-2,5
15	356,712	1002,163	1002,703	10008,589	19622,434	298.774g	2,5	-2,5
16	381,951	1002,334	1002,838	10009,075	19597,2	298.774g	2,5	-2,5
17	408,987	1002,42	1002,953	10009,595	19570,169	298.774g	2,5	-2,5
18	437,351	1002,6	1002,966	10010,142	19541,811	298.774g	2,5	-1,23
19	460,726	1002,588	1002,89	10010,649	19518,441	298.310g	2,5	0,51
20	509,437	1002,719	1002,642	10013,146	19469,8	294.777g	2,5	2,5
21	583,707	1002,539	1002,263	10022,049	19396,077	291.235g	2,5	-1,79
22	637,5	1002,211	1001,99	10029,431	19342,793	291.235g	2,5	-2,5
23	679,419	1000,849	1001,776	10035,184	19301,271	291.235g	2,5	-2,5

ANNEXES

24	711,775	998,97	1001,611	10039,625	19269,221	291.235g	2,5	-2,5
25	719,493	998,396	1001,572	10040,684	19261,576	291.235g	2,5	-2,5
26	726,521	998,142	1001,536	10041,649	19254,614	291.235g	2,5	-2,5
27	735,545	998,53	1001,501	10042,887	19245,676	291.235g	2,5	-2,5
28	757,336	999,135	1001,502	10045,878	19224,092	291.235g	2,5	-1,82
29	793,254	1000,349	1001,761	10051,389	19188,603	288.052g	4,24	4,24
30	840,665	1002,014	1002,597	10064,236	19143,035	276.525g	6,71	6,71
31	877,899	1002,08	1003,648	10080,189	19109,43	267.043g	6,71	6,71
32	907,9	1001,969	1004,746	10096,562	19084,313	259.404g	6,71	6,71
33	962,597	1001,906	1006,893	10133,463	19044,057	247.421g	2,5	2,05
34	1009,971	1001,685	1008,198	10168,826	19012,535	246.147g	2,5	-2,5
35	1046,765	1001,593	1008,72	10196,37	18988,138	246.147g	2,5	-2,5
36	1079,883	1001,153	1008,823	10221,161	18966,18	246.147g	2,5	-2,5
37	1102,123	1001,379	1008,794	10237,809	18951,433	246.147g	2,5	0,56
38	1126,113	1000,625	1008,763	10255,847	18935,617	244.842g	4,61	4,61
39	1151,1	1000,358	1008,646	10275,533	18920,243	239.137g	6,71	6,71
40	1166,826	1000,17	1008,472	10288,656	18911,583	235.133g	6,71	6,71
41	1201,237	999,921	1007,822	10319,105	18895,612	226.370g	6,71	6,71
42	1254,941	999,327	1006,068	10370,203	18879,424	212.695g	6,71	6,71
43	1293,597	999,229	1004,258	10408,534	18874,72	202.851g	6,71	6,71
44	1323,576	999,156	1002,749	10438,491	18875,175	195.217g	6,71	6,71
45	1359,777	998,81	1001,154	10474,273	18880,468	186.375g	4,66	4,66
46	1402,5	998,47	999,693	10515,615	18891,217	182.730g	2,5	-2,5
47	1432,459	998,177	998,941	10544,478	18899,245	182.730g	2,5	-2,5
48	1455,028	997,966	998,522	10566,222	18905,292	182.730g	2,5	-2,5
49	1498,92	997,211	998,05	10608,508	18917,053	182.730g	2,5	-2,5
50	1538,885	996,854	997,726	10647,012	18927,762	182.730g	2,5	-2,5
51	1574,975	996,31	997,432	10681,783	18937,433	182.730g	2,5	-2,5
52	1610,653	996,112	997,142	10716,155	18946,993	182.730g	2,5	-2,5
53	1652,607	995,96	996,809	10756,575	18958,235	182.730g	2,5	-2,5
54	1695,119	995,841	996,479	10797,533	18969,626	182.730g	2,5	-2,5
55	1730,076	995,662	996,207	10831,212	18978,993	182.730g	2,5	-2,5
56	1779,277	995,686	995,825	10878,613	18992,177	182.730g	2,5	-2,5
57	1837,245	996,075	995,374	10934,47	19007,676	183.194g	0,13	-2,5
58	1899,301	996,076	994,892	10995,343	19019,209	195.134g	-6,71	-6,71
59	1948,091	995,652	994,529	11044,046	19018,179	207.559g	-6,71	-6,71
60	2014,715	994,536	994,128	11108,374	19001,617	224.524g	-6,71	-6,71
61	2078,558	993,109	993,848	11164,54	18971,45	235.612g	1,2	-2,5
62	2142,512	994,613	993,669	11218,675	18937,398	235.751g	2,5	-2,5
63	2198,26	994,965	993,596	11265,861	18907,711	235.751g	2,5	-2,5
64	2264,135	994,211	993,611	11321,619	18872,631	235.751g	2,5	-2,5
65	2335,877	993,937	993,75	11382,342	18834,427	235.751g	2,5	-2,5
66	2393,803	993,769	993,957	11431,371	18803,581	235.751g	2,5	-2,5
67	2445,263	993,743	994,21	11474,928	18776,177	235.751g	2,5	-2,5
68	2497,007	993,728	994,527	11518,725	18748,622	235.751g	2,5	-2,5
69	2559,278	993,609	994,924	11571,432	18715,462	235.751g	2,5	-2,5

ANNEXES

70	2615,902	993,686	995,284	11619,36	18685,308	235.751g	2,5	-2,5
71	2666,581	993,78	995,583	11662,255	18658,321	235.751g	2,5	-2,5
72	2715,205	993,839	995,81	11703,412	18632,427	235.751g	2,5	-2,5
73	2764,759	993,921	995,98	11745,355	18606,038	235.751g	2,5	-2,5
74	2809,756	994,111	996,081	11783,441	18582,077	235.751g	2,5	-2,5
75	2862,388	994,561	996,136	11827,99	18554,049	235.751g	2,5	-2,5
76	2934,134	994,301	996,099	11888,716	18515,843	235.751g	2,5	-2,5
77	2986,579	994,179	995,99	11933,107	18487,915	235.751g	2,5	-2,5
78	3036,122	993,988	995,824	11975,041	18461,532	235.751g	2,5	-2,5
79	3087,141	993,763	995,589	12018,415	18434,671	234.302g	2,5	-2,5
80	3133,634	993,541	995,319	12058,71	18411,481	232.188g	2,5	-2,5
81	3186,138	993,068	994,948	12105,11	18386,919	229.801g	2,5	-2,5
82	3243,574	992,875	994,464	12156,662	18361,596	228.919g	2,5	-2,5
83	3292,013	992,777	993,991	12200,189	18340,341	228.919g	2,5	-2,5
84	3334,302	992,657	993,531	12238,188	18321,784	228.919g	2,5	-2,5
85	3392,764	991,857	992,864	12290,721	18296,131	228.919g	2,5	-2,5
86	3438,996	991,665	992,337	12332,265	18275,845	228.919g	2,5	-2,5
87	3479,868	991,033	991,871	12368,992	18257,91	228.919g	2,5	-2,5
88	3531,743	989,958	991,28	12415,606	18235,147	228.919g	2,5	-2,5
89	3579,093	989,396	990,74	12458,154	18214,37	228.919g	2,5	-2,5
90	3660,951	988,355	989,806	12531,71	18178,451	228.919g	2,5	-2,5
91	3715,582	988,221	989,188	12580,801	18154,479	228.919g	2,5	-2,5
92	3751,888	988,432	988,814	12613,425	18138,548	228.919g	2,5	-2,5
93	3794,105	988,651	988,435	12651,36	18120,023	228.919g	2,5	-2,5
94	3852,541	987,372	988,009	12703,957	18094,561	227.843g	2,5	-2,5
95	3882,361	986,923	987,835	12731,103	18082,22	226.487g	2,5	-2,5
96	3924,179	986,154	987,619	12769,6	18065,892	224.586g	2,5	-2,5
97	3970,863	985,357	987,378	12813,131	18049,032	222.463g	2,5	-2,5
98	4013,575	985,301	987,158	12853,43	18034,886	220.521g	2,5	-2,5
99	4061,542	985,734	986,911	12899,174	18020,461	218.618g	2,5	-2,5
100	4109,505	985,569	986,664	12945,101	18006,633	218.618g	2,5	-2,5
101	4151,312	985,164	986,453	12985,133	17994,58	218.618g	2,5	-2,5
102	4194,052	984,631	986,241	13026,058	17982,259	218.618g	2,5	-2,5
103	4238,973	984,15	986,019	13069,072	17969,308	218.618g	2,5	-2,5
104	4284,182	984,125	985,795	13112,361	17956,275	218.618g	2,5	-2,5
105	4331,829	984,065	985,559	13157,986	17942,538	218.618g	2,5	-2,5
106	4372,56	983,988	985,357	13196,987	17930,796	218.618g	2,5	-2,5
107	4414,135	983,802	985,151	13236,797	17918,81	218.618g	2,5	-2,5
108	4458,024	983,557	984,934	13278,823	17906,157	218.618g	2,5	-2,5
109	4506,481	982,943	984,694	13325,222	17892,187	218.618g	2,5	-2,5
110	4548,92	982,58	984,484	13365,865	17879,97	218.290g	2,5	-2,5
111	4602,656	982,386	984,218	13417,677	17865,735	215.847g	2,5	-2,5
112	4650,964	982,474	983,979	13464,692	17854,644	213.650g	2,5	-2,5
113	4693,839	982,246	983,766	13506,719	17846,164	211.701g	2,5	-2,5
114	4736,039	982,203	983,557	13548,318	17839,078	209.782g	2,5	-2,5
115	4764,075	982,163	983,419	13576,065	17835,065	208.507g	2,5	-2,5

ANNEXES

116	4812,733	981,978	983,178	13624,392	17829,422	206.294g	2,5	-2,5
117	4856,173	981,753	982,963	13667,68	17825,805	204.319g	2,5	-2,5
118	4896,691	981,502	982,762	13708,138	17823,644	202.476g	2,5	-2,5
119	4950,451	981,756	982,496	13761,881	17822,308	201.298g	2,5	-2,5
120	4993,811	981,908	982,281	13805,232	17821,424	201.298g	2,5	-2,5
121	5040,484	981,937	982,05	13851,895	17820,473	201.298g	2,5	-2,5
122	5081,514	982,311	981,847	13892,917	17819,637	201.298g	2,5	-2,5
123	5127,543	981,55	981,619	13938,936	17818,698	201.298g	2,5	-2,5
124	5168,028	981,769	981,418	13979,413	17817,873	201.298g	2,5	-2,5
125	5208,697	981,262	981,217	14020,073	17817,044	201.298g	2,5	-2,5
126	5253,468	981,068	980,995	14064,834	17816,131	201.298g	2,5	-2,5
127	5274,919	980,712	980,889	14086,282	17815,694	201.298g	2,5	-2,5
128	5330,203	980,447	980,615	14141,554	17814,583	201.115g	2,5	-1,38
129	5379,235	980,117	980,372	14190,583	17814,54	198.474g	2,5	1,88
130	5436,842	979,529	980,087	14248,04	17818,422	192.887g	2,5	2,5
131	5490,953	979,169	979,819	14301,5	17826,685	187.588g	2,5	2,5
132	5533,59	978,918	979,608	14343,029	17836,311	183.412g	2,5	2,5
133	5582,792	978,587	979,365	14390,046	17850,771	178.647g	2,5	1,89
134	5624,885	979,094	979,156	14429,471	17865,511	176.184g	2,5	-0,92
135	5648,658	979,053	979,038	14451,566	17874,284	175.814g	2,5	-2,5
136	5710,228	978,809	978,733	14508,746	17897,116	175.814g	2,5	-2,5
137	5767,852	978,609	978,448	14562,256	17918,5	175.515g	2,5	-2,5
138	5821,823	978,546	978,181	14611,881	17939,708	173.061g	2,5	-2,5
139	5879,599	978,229	977,895	14664,057	17964,513	170.434g	2,5	-2,5
140	5928,481	977,932	977,653	14707,419	17987,074	168.987g	2,5	-2,5
141	5981,306	977,618	977,391	14754,099	18011,803	168.987g	2,5	-2,5
142	6029,78	977,389	977,152	14796,933	18034,494	168.987g	2,5	-2,5
143	6080,719	977,592	976,902	14841,947	18058,34	168.987g	2,5	-2,5
144	6128,758	976,817	976,667	14884,282	18081,044	167.795g	2,5	-2,5
145	6186,51	976,301	976,387	14934,208	18110,062	165.168g	2,5	-2,5
146	6236,68	976,007	976,144	14976,577	18136,925	162.887g	2,5	-2,5
147	6286,852	975,675	975,901	15017,959	18165,29	160.606g	2,5	-2,5
148	6339,187	975,336	975,647	15060,012	18196,437	158.226g	2,5	-2,5
149	6392,462	974,943	975,39	15101,764	18229,527	157.049g	2,5	-2,5
150	6442,818	974,741	975,146	15141,087	18260,981	157.049g	2,5	-2,5
151	6496,598	974,528	974,885	15183,084	18294,575	157.049g	2,5	-2,5
152	6550,274	974,217	974,625	15225	18328,103	157.049g	2,5	-2,5
153	6610,171	973,925	974,335	15271,774	18365,517	157.049g	2,5	-2,5
154	6653,406	973,733	974,126	15305,538	18392,524	157.049g	2,5	-2,5
155	6703,175	973,677	973,885	15344,402	18423,612	157.049g	2,5	-2,5
156	6761,499	973,334	973,603	15389,949	18460,043	157.049g	2,5	-2,5
157	6814,417	973,025	973,347	15431,273	18493,098	157.049g	2,5	-2,5
158	6866,339	972,696	973,095	15471,685	18525,696	155.958g	2,5	-2,5
159	6928,367	972,386	972,795	15518,591	18566,275	153.235g	2,5	-2,5
160	6973,453	972,175	972,577	15551,575	18597,011	151.255g	2,5	-2,5
161	7027,362	971,763	972,316	15589,735	18635,085	148.888g	2,5	-2,5

ANNEXES

162	7096,111	971,556	971,983	15636,302	18685,653	145.870g	2,5	-2,5
163	7147,09	970,933	971,736	15669,256	18724,545	143.632g	2,5	-2,5
164	7205,773	970,551	971,452	15705,471	18770,716	141.055g	2,5	-2,5
165	7264,508	970,225	971,167	15739,817	18818,357	138.476g	2,5	-2,5
166	7323,155	970,051	970,884	15772,159	18867,276	135.902g	2,5	-2,5
167	7382,002	969,603	971,212	15802,596	18917,635	133.318g	2,5	-2,5
168	7441,55	969,342	972,719	15831,29	18969,809	130.703g	2,5	-2,5
169	7503,379	968,987	974,981	15858,79	19025,18	127.989g	2,5	-2,5
170	7555,25	968,744	976,22	15880,454	19072,31	127.336g	2,5	-2,5
171	7605,084	968,386	976,416	15901,201	19117,62	127.336g	2,5	-2,5
172	7618,536	968,714	976,384	15906,801	19129,851	127.336g	2,5	-2,5
173	7620,538	968,768	976,379	15907,635	19131,671	127.336g	2,5	-2,5
174	7649,783	968,918	976,307	15919,81	19158,261	127.336g	2,5	-2,5
175	7669,12	968,235	976,26	15927,86	19175,843	127.336g	2,5	-2,5
176	7671,122	968,224	976,255	15928,694	19177,663	127.336g	2,5	-2,5
177	7727,76	967,802	975,709	15952,273	19229,159	127.336g	2,5	-2,5
178	7779,094	967,633	974,52	15973,645	19275,833	127.336g	2,5	-2,5
179	7832,183	967,437	972,598	15995,747	19324,103	127.336g	2,5	-2,5
180	7890,483	967,308	969,956	16020,018	19377,11	127.336g	2,5	-2,5
181	7964,096	966,998	967,779	16050,664	19444,041	127.336g	2,5	-2,5
182	8043,198	964,735	966,946	16083,583	19515,967	127.063g	2,5	-2,5
183	8098,928	962,877	966,519	16105,619	19567,152	124.698g	2,5	-2,5
184	8136,053	963,67	966,235	16119,237	19601,689	123.122g	2,5	-2,5
185	8197,477	964,682	965,765	16139,878	19659,536	120.516g	2,5	-2,5
186	8240,319	965,239	965,437	16152,864	19700,361	118.697g	2,5	-2,5
187	8286,579	965,087	965,083	16165,571	19744,84	116.734g	2,5	-2,5
188	8342,488	964,344	964,675	16179,282	19799,04	115.396g	2,5	-2,5
189	8388,618	963,099	964,401	16190,33	19843,827	115.396g	2,5	-2,5
190	8444,972	961,624	964,077	16203,826	19898,542	115.396g	2,5	-2,5
191	8492,086	962,574	963,807	16215,11	19944,284	115.396g	2,5	-2,5
192	8545,037	963,218	963,503	16227,791	19995,694	115.396g	2,5	-2,5
193	8593,97	962,932	963,222	16239,572	20043,188	115.733g	2,5	-2,5
194	8648,458	962,431	962,909	16253,545	20095,852	117.551g	2,5	-2,5
195	8698,183	962,811	962,623	16268,05	20143,411	120.163g	2,5	-2,5
196	8752,801	962,599	962,309	16286,235	20194,907	123.061g	2,5	-2,5
197	8813,494	963,565	961,961	16309,169	20251,094	126.280g	2,5	-2,5
198	8863,862	963,622	961,671	16330,338	20296,793	128.953g	2,5	-2,5
199	8916,554	963,623	961,369	16354,515	20343,605	131.748g	2,5	-2,5
200	8983,709	963,163	960,68	16388,267	20401,653	135.311g	2,5	-2,5
201	9020,702	961,172	960,026	16408,231	20432,794	137.273g	2,5	-2,5
202	9052,69	959,762	959,303	16426,261	20459,216	138.970g	2,5	-2,5
203	9108,04	959,199	957,869	16459,1	20503,766	141.907g	2,5	-2,5
204	9163,41	958,099	956,431	16493,971	20546,77	144.844g	2,5	-2,5
205	9220,628	956,827	955,137	16532,044	20589,474	147.784g	2,5	-2,5
206	9274,468	955,188	954,219	16569,134	20628,501	148.512g	2,5	-2,5
207	9329,283	953,875	953,582	16606,469	20668,633	146.520g	2,5	-2,5

208	9386,423	953,826	953,215	16643,658	20712,008	143.722g	2,5	-2,5
209	9444,561	953,949	952,91	16679,503	20757,774	140.875g	2,5	-2,5
210	9494,82	954,332	952,645	16708,815	20798,597	138.414g	2,5	-2,5
211	9540,427	954,544	952,406	16734,031	20836,596	136.180g	2,5	-2,5
212	9579,63	952,776	952,199	16754,629	20869,95	134.261g	2,5	-2,5
213	9624,434	950,403	951,964	16776,926	20908,809	132.066g	2,5	-2,5
214	9664,404	950,219	951,754	16795,677	20944,106	130.109g	2,5	-2,5
215	9709,258	949,936	951,518	16815,416	20984,381	127.913g	2,5	-2,5
216	9742,677	947,656	951,342	16829,213	21014,818	126.276g	2,5	-2,5
217	9806,238	946,086	951,008	16853,276	21073,641	123.163g	2,5	-2,5
218	9854,501	945,688	950,754	16869,61	21119,053	120.800g	2,5	-2,5
219	9896,048	945,511	950,536	16882,314	21158,609	118.765g	2,5	-2,5
220	9936,906	944,979	950,321	16893,567	21197,884	116.764g	2,5	-2,5
221	9990,152	945,088	950,041	16906,468	21249,541	114.604g	2,5	-2,5
222	10038,111	944,894	949,789	16917,018	21296,325	113.823g	2,5	-2,5
223	10095,307	944,9	949,488	16929,322	21352,182	113.802g	2,5	-2,5
224	10148,394	944,614	949,209	16940,741	21404,026	113.802g	2,5	-2,5
225	10195,851	944,413	948,959	16950,949	21450,373	113.802g	2,5	-2,5
226	10251,52	943,494	948,666	16962,923	21504,738	113.802g	2,5	-2,5
227	10277,625	943,031	948,529	16968,539	21530,233	113.802g	2,5	-2,5
228	10332,374	946,157	948,241	16980,315	21583,7	113.802g	2,5	-2,5
229	10380,272	947,989	947,989	16990,618	21630,476	113.802g	2,5	-2,5

VOLUMES TERRASSEMENTS

VOLUMES TERRASSEMENTS			
N°	ABSCISSE	REBLAI	DEBLAI
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME
1	0	0	81,4
2	24,111	0	327,6
3	42,396	0	277,8
4	61,668	0	303,2
5	89,013	0	353,3
6	120,609	0	261
7	143,467	0	203,9
8	175,402	0	99,1
9	198,54	0	67,7
10	223,332	0	65,6
11	249,432	0	89,1
12	276,203	0	66,2
13	301,203	0	44,6
14	327,684	0	27,8
15	356,712	1,5	13,4

ANNEXES

16	381,951	0	21,4
17	408,987	1	15,9
18	437,351	0	56,2
19	460,726	0	126,1
20	509,437	0	473,2
21	583,707	0	686
22	637,5	0	476,2
23	679,419	158	0
24	711,775	620,1	0
25	719,493	227,9	0
26	726,521	269,5	0
27	735,545	442,6	0
28	757,336	716,8	0
29	793,254	483,2	0
30	840,665	58,2	13,1
31	877,899	472,6	0
32	907,9	1433,9	0
33	962,597	4077,3	0
34	1009,971	5037,5	0
35	1046,765	4898,9	0
36	1079,883	2234,2	0
37	1102,123	1852,3	0
38	1126,113	2122,5	0
39	1151,1	3660,9	0
40	1166,826	4470,7	0
41	1201,237	7365,7	0
42	1254,941	5983,5	0
43	1293,597	2827,8	0
44	1323,576	1643,5	0
45	1359,777	1029,6	0
46	1402,5	284,4	0
47	1432,459	54,2	0
48	1455,028	3,5	13,5
49	1498,92	124,4	0
50	1538,885	127	0
51	1574,975	221,6	0
52	1610,653	190,3	0
53	1652,607	127,2	0
54	1695,119	24,4	1,1
55	1730,076	3,3	20,3
56	1779,277	0	274,8
57	1837,245	0	968
58	1899,301	0	1240
59	1948,091	0	1271,5
60	2014,715	0	753,1
61	2078,558	85,3	1,3

ANNEXES

62	2142,512	0	1229,7
63	2198,26	0	1672,3
64	2264,135	0	1061,5
65	2335,877	0	616,6
66	2393,803	0	234,7
67	2445,263	0	62,7
68	2497,007	141,7	0
69	2559,278	537	0
70	2615,902	695,2	0
71	2666,581	793,6	0
72	2715,205	910,6	0
73	2764,759	939,9	0
74	2809,756	902,4	0
75	2862,388	818,8	0
76	2934,134	988,7	0
77	2986,579	821,6	0
78	3036,122	829,6	0
79	3087,141	796,8	0
80	3133,634	773,5	0
81	3186,138	923,4	0
82	3243,574	680,6	0
83	3292,013	349,2	0
84	3334,302	179,9	0
85	3392,764	263,6	0
86	3438,996	42,6	1,4
87	3479,868	172,4	0
88	3531,743	456,4	0
89	3579,093	575,4	0
90	3660,951	769,5	0
91	3715,582	214,5	0,8
92	3751,888	1,7	99
93	3794,105	0	503,1
94	3852,541	65	25,3
95	3882,361	139,8	0,1
96	3924,179	496,2	0
97	3970,863	864,5	0
98	4013,575	766,4	0
99	4061,542	355,4	0
100	4109,505	295,1	1,6
101	4151,312	365,9	0
102	4194,052	579,9	0
103	4238,973	751,4	0
104	4284,182	661	0
105	4331,829	521,2	0
106	4372,56	406	0
107	4414,135	384,8	0

ANNEXES

108	4458,024	425,5	0
109	4506,481	694,8	0
110	4548,92	848,4	0
111	4602,656	846,8	0
112	4650,964	540	0
113	4693,839	508	0
114	4736,039	344,3	0
115	4764,075	297	0,7
116	4812,733	356,6	0
117	4856,173	333,1	0
118	4896,691	371,4	0
119	4950,451	116,4	20,5
120	4993,811	0	114,8
121	5040,484	0	231,2
122	5081,514	0	422,6
123	5127,543	0	430,8
124	5168,028	0	478,8
125	5208,697	0	317,5
126	5253,468	0	261,6
127	5274,919	0	178
128	5330,203	0	243,6
129	5379,235	0	205,9
130	5436,842	36,7	38
131	5490,953	86,5	27,8
132	5533,59	87,9	17,1
133	5582,792	119,9	5,3
134	5624,885	0	193,2
135	5648,658	0	268,9
136	5710,228	0	474,8
137	5767,852	0	509
138	5821,823	0	649,2
139	5879,599	0	611,5
140	5928,481	0	547,3
141	5981,306	0	508,9
142	6029,78	0	506,5
143	6080,719	0	719,2
144	6128,758	0	470
145	6186,51	0	320,5
146	6236,68	0	265,8
147	6286,852	0	174,8
148	6339,187	0	140,6
149	6392,462	0	73,7
150	6442,818	0	95,3
151	6496,598	0	122,3
152	6550,274	0	101,7
153	6610,171	0	91,7

ANNEXES

154	6653,406	0	90,7
155	6703,175	0	188,9
156	6761,499	0	170,1
157	6814,417	0	135,8
158	6866,339	0	107,4
159	6928,367	0	96,2
160	6973,453	0	88,9
161	7027,362	5,7	26,6
162	7096,111	0	57,5
163	7147,09	138,7	0
164	7205,773	217,8	0
165	7264,508	247,6	0
166	7323,155	169,8	0
167	7382,002	777,2	0
168	7441,55	2626,7	0
169	7503,379	5973,8	0
170	7555,25	7592,9	0
171	7605,084	5223,9	0
172	7618,536	624	0
173	7620,538	1251,9	0
174	7649,783	1893,4	0
175	7669,12	902,4	0
176	7671,122	4915,3	0
177	7727,76	8821,3	0
178	7779,094	6833,2	0
179	7832,183	4628,7	0
180	7890,483	1960,3	0
181	7964,096	159,7	0
182	8043,198	1496,9	0
183	8098,928	2204,8	0
184	8136,053	1407,5	0
185	8197,477	313,5	0
186	8240,319	0	187,2
187	8286,579	0	359
188	8342,488	0	124,2
189	8388,618	461,4	0
190	8444,972	1311,5	0
191	8492,086	398,8	0
192	8545,037	0	148
193	8593,97	0	147,9
194	8648,458	0	57,1
195	8698,183	0	491,6
196	8752,801	0	611,2
197	8813,494	0	1739,6
198	8863,862	0	1954,1
199	8916,554	0	2625,1

ANNEXES

200	8983,709	0	2560,4
201	9020,702	0	837
202	9052,69	0	582,8
203	9108,04	0	1484,3
204	9163,41	0	1866,4
205	9220,628	0	1843,4
206	9274,468	0	1146,4
207	9329,283	0	637
208	9386,423	0	919,9
209	9444,561	0	1221,8
210	9494,82	0	1594
211	9540,427	0	1679
212	9579,63	0	649
213	9624,434	536,9	0
214	9664,404	522,2	0
215	9709,258	438,4	0
216	9742,677	1787,9	0
217	9806,238	2904,8	0
218	9854,501	2410,6	0
219	9896,048	2193	0
220	9936,906	2726,9	0
221	9990,152	2648,8	0
222	10038,111	2714,1	0
223	10095,307	2645,8	0
224	10148,394	2414,3	0
225	10195,851	2441,4	0
226	10251,52	2249,4	0
227	10277,625	2361,2	0
228	10332,374	951,8	0
229	10380,272	0	138,7
		175086	50608

VOLUMES CHAUSSEE

VOLUMES CHAUSSEE					
N°	ABSCISSE	FORME	BASE	CHAUSSEE	ACCOTE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0	29,1	10,3	5,1	20
2	24,111	51,2	18,1	8,9	35,2
3	42,396	45,3	16,1	7,9	31,2
4	61,668	56,3	19,9	9,8	38,7
5	89,013	71,1	25,2	12,4	49
6	120,609	65,7	23,3	11,4	45,2

ANNEXES

7	143,467	66,1	23,4	11,5	45,5
8	175,402	66,5	23,5	11,6	38,6
9	198,54	57,8	20,5	10,1	34,1
10	223,332	61,4	21,8	10,7	39,3
11	249,432	63,8	22,6	11,1	39,4
12	276,203	62,5	22,1	10,9	40,8
13	301,203	62,1	22	10,8	42,4
14	327,684	67	23,7	11,7	48
15	356,712	65,5	23,2	11,4	48
16	381,951	63,1	22,3	11	46
17	408,987	66,9	23,7	11,6	48,7
18	437,351	64,9	22,1	10,9	44,8
19	460,726	95,1	30,8	15,1	57,3
20	509,437	171,9	52,6	25,8	117,6
21	583,707	157,9	54,7	26,9	109
22	637,5	115,5	40,9	20,1	79,5
23	679,419	89,6	31,8	15,6	66,8
24	711,775	48,4	17,1	8,4	36
25	719,493	17,8	6,3	3,1	13,3
26	726,521	19,4	6,9	3,4	14,4
27	735,545	37,2	13,2	6,5	27,7
28	757,336	71,1	24,7	12,1	53,3
29	793,254	97,4	35,6	17,5	67,3
30	840,665	99	36,2	17,8	66,8
31	877,899	78,6	28,7	14,1	54,4
32	907,9	99	36,2	17,8	68,6
33	962,597	140,8	43,6	21,4	108,2
34	1009,971	101,6	36	17,7	75,7
35	1046,765	84,4	29,9	14,7	62,9
36	1079,883	7	21,6	12,6	4,1
37	1102,123	15,9	20,21	10,5	2,6
38	1126,113	2,5	15,23	11,2	2,9
39	1151,1	47,6	17,4	8,5	33
40	1166,826	58,6	21,4	10,5	40,6
41	1201,237	103	37,7	18,5	71,3
42	1254,941	108	39,5	19,4	74,8
43	1293,597	80,3	29,3	14,4	55,6
44	1323,576	77,4	28,3	13,9	53,6
45	1359,777	92,3	33,7	16,6	63,8
46	1402,5	87,7	31,1	15,3	65,4
47	1432,459	63,4	22,5	11	47,2
48	1455,028	80,2	28,4	14	58,7
49	1498,92	101,2	35,8	17,6	75,4
50	1538,885	91,8	32,5	16	68,4
51	1574,975	86,6	30,7	15,1	64,6
52	1610,653	93,7	33,2	16,3	69,8

53	1652,607	101,9	36,1	17,7	76
54	1695,119	93,5	33,1	16,3	69,6
55	1730,076	101,6	36	17,7	73,8
56	1779,277	129,3	45,8	22,5	84,9
57	1837,245	155,5	51,3	25,2	107,4
58	1899,301	129,6	47,4	23,3	83,7
59	1948,091	135	49,3	24,2	87,2
60	2014,715	152,6	55,8	27,4	98,6
61	2078,558	160,4	54,6	26,8	120,5
62	2142,512	144,5	51,2	25,1	99,5
63	2198,26	146,8	52	25,5	101,1
64	2264,135	166,1	58,8	28,9	114,4
65	2335,877	156,5	55,4	27,2	107,7
66	2393,803	132	46,8	23	82,3
67	2445,263	124,6	44,1	21,7	87,5
68	2497,007	137,6	48,7	23,9	102,6
69	2559,278	143,5	50,8	25	106,9
70	2615,902	129,5	45,9	22,5	96,5
71	2666,581	119,9	42,5	20,9	89,3
72	2715,205	118,5	42	20,6	88,3
73	2764,759	114,1	40,4	19,9	85
74	2809,756	117,8	41,7	20,5	87,8
75	2862,388	150,1	53,2	26,1	111,9
76	2934,134	149,9	53,1	26,1	111,7
77	2986,579	123,1	43,6	21,4	91,7
78	3036,122	121,4	43	21,1	90,5
79	3087,141	117,7	41,7	20,5	87,7
80	3133,634	119,5	42,3	20,8	89
81	3186,138	132,7	47	23,1	98,9
82	3243,574	127,8	45,3	22,2	95,2
83	3292,013	109,5	38,8	19,1	81,6
84	3334,302	121,6	43,1	21,2	90,6
85	3392,764	126,4	44,8	22	94,2
86	3438,996	105,1	37,2	18,3	78,2
87	3479,868	111,9	39,6	19,5	83,4
88	3531,743	119,8	42,4	20,8	89,3
89	3579,093	155,9	55,2	27,1	116,2
90	3660,951	164,7	58,3	28,7	122,8
91	3715,582	109,8	38,9	19,1	81,6
92	3751,888	94,8	33,6	16,5	67,9
93	3794,105	121,5	43	21,1	83,6
94	3852,541	106,5	37,7	18,5	73,1
95	3882,361	86,5	30,6	15	64,4
96	3924,179	106,8	37,8	18,6	79,6
97	3970,863	107,9	38,2	18,8	80,4
98	4013,575	109,4	38,8	19	81,6

99	4061,542	115,8	41	20,1	86,3
100	4109,505	108,3	38,4	18,9	80,2
101	4151,312	102	36,1	17,8	76
102	4194,052	105,8	37,5	18,4	78,8
103	4238,973	108,8	38,5	18,9	81,1
104	4284,182	112,1	39,7	19,5	83,5
105	4331,829	106,7	37,8	18,6	79,5
106	4372,56	99,3	35,2	17,3	74
107	4414,135	103,2	36,5	17,9	76,9
108	4458,024	111,5	39,5	19,4	83,1
109	4506,481	109,7	38,9	19,1	81,8
110	4548,92	116,1	41,1	20,2	86,5
111	4602,656	123,2	43,6	21,4	91,8
112	4650,964	110,1	39	19,1	82
113	4693,839	102,7	36,4	17,9	76,5
114	4736,039	84,8	30	14,7	63,2
115	4764,075	92,6	32,8	16,1	68,6
116	4812,733	111,2	39,4	19,3	82,8
117	4856,173	101,3	35,9	17,6	75,5
118	4896,691	113,8	40,3	19,8	84,8
119	4950,451	117,2	41,5	20,4	77,6
120	4993,811	108,7	38,5	18,9	77,9
121	5040,484	105,9	37,5	18,4	66,1
122	5081,514	105,1	37,2	18,3	67,7
123	5127,543	104,4	37	18,2	71,9
124	5168,028	97,9	34,7	17	67,4
125	5208,697	103,1	36,5	17,9	71
126	5253,468	79,9	28,3	13,9	55
127	5274,919	92,6	32,8	16,1	61,1
128	5330,203	130,2	44,6	21,9	86,5
129	5379,235	146,4	45,6	22,4	106
130	5436,842	156,1	47,8	23,5	112,6
131	5490,953	135,2	41,4	20,3	96,9
132	5533,59	128,4	39,3	19,3	94,9
133	5582,792	125,4	39	19,2	95,2
134	5624,885	83,4	28,2	13,8	52,1
135	5648,658	103	36,5	17,9	65,9
136	5710,228	143,9	51	25	99
137	5767,852	134,7	47,7	23,4	92,7
138	5821,823	134,9	47,8	23,5	92,9
139	5879,599	128,7	45,6	22,4	88,6
140	5928,481	122,8	43,5	21,4	84,5
141	5981,306	122,3	43,3	21,3	84,2
142	6029,78	120	42,5	20,9	82,6
143	6080,719	119,5	42,3	20,8	82,2
144	6128,758	127,7	45,2	22,2	87,9

145	6186,51	130,3	46,1	22,7	89,7
146	6236,68	121,1	42,9	21,1	83,4
147	6286,852	123,7	43,8	21,5	68,4
148	6339,187	127,5	45,1	22,2	78,2
149	6392,462	125,1	44,3	21,8	86,8
150	6442,818	125,7	44,5	21,9	84,9
151	6496,598	129,7	45,9	22,6	84,1
152	6550,274	137,1	48,6	23,8	92,8
153	6610,171	124,5	44,1	21,7	84,5
154	6653,406	112,3	39,8	19,5	75,1
155	6703,175	130,5	46,2	22,7	73,6
156	6761,499	134,3	47,6	23,4	78,8
157	6814,417	126,5	44,8	22	79,4
158	6866,339	137,5	48,7	23,9	92,5
159	6928,367	129,3	45,8	22,5	87,6
160	6973,453	119,5	42,3	20,8	81,2
161	7027,362	148	52,4	25,8	108,2
162	7096,111	144,5	51,2	25,1	106,8
163	7147,09	132,4	46,9	23	98,6
164	7205,773	141,7	50,2	24,7	105,6
165	7264,508	141,7	50,2	24,6	105,6
166	7323,155	141,8	50,2	24,7	105,7
167	7382,002	142,9	50,6	24,9	106,5
168	7441,55	146,5	51,9	25,5	109,2
169	7503,379	137,2	48,6	23,9	102,3
170	7555,25	122,8	43,5	21,4	91,5
171	7605,084	76,4	27,1	13,3	56,9
172	7618,536	1,9	26,11	3,5	1,1
173	7620,538	3,9	25,4	7,1	2,3
174	7649,783	6,1	23,08	11,1	3,6
175	7669,12	2,7	22,3	4,9	1,6
176	7671,122	70,8	25,1	12,3	52,7
177	7727,76	130,3	46,2	22,7	97,1
178	7779,094	126	44,6	21,9	93,9
179	7832,183	134,4	47,6	23,4	100,2
180	7890,483	159,2	56,4	27,7	118,7
181	7964,096	184,3	65,3	32,1	137,4
182	8043,198	162,7	57,6	28,3	121,3
183	8098,928	112,1	39,7	19,5	83,5
184	8136,053	118,9	42,1	20,7	88,6
185	8197,477	125,8	44,6	21,9	93,8
186	8240,319	107,5	38,1	18,7	70,4
187	8286,579	123,3	43,7	21,5	84,9
188	8342,488	123,2	43,6	21,4	78,2
189	8388,618	123,7	43,8	21,5	92,2
190	8444,972	124,9	44,2	21,7	93,1

ANNEXES

191	8492,086	120,8	42,8	21	90
192	8545,037	123	43,6	21,4	74,2
193	8593,97	124,8	44,2	21,7	75,6
194	8648,458	125,8	44,5	21,9	89,2
195	8698,183	125,9	44,6	21,9	86,7
196	8752,801	139,2	49,3	24,2	95,8
197	8813,494	134	47,5	23,3	92,3
198	8863,862	124,4	44,1	21,6	85,6
199	8916,554	144,7	51,2	25,2	99,6
200	8983,709	125,7	44,5	21,9	86,5
201	9020,702	83,3	29,5	14,5	57,3
202	9052,69	105,4	37,3	18,3	72,6
203	9108,04	133,6	47,3	23,3	92
204	9163,41	135,9	48,1	23,6	93,6
205	9220,628	134	47,5	23,3	92,3
206	9274,468	131,1	46,4	22,8	90,3
207	9329,283	135,1	47,9	23,5	93
208	9386,423	139,1	49,3	24,2	95,8
209	9444,561	130,8	46,3	22,8	90,1
210	9494,82	115,7	41	20,1	79,7
211	9540,427	102,4	36,3	17,8	70,5
212	9579,63	101,4	35,9	17,6	69,8
213	9624,434	102,3	36,2	17,8	76,3
214	9664,404	102,4	36,3	17,8	76,3
215	9709,258	94,5	33,5	16,4	70,4
216	9742,677	117,1	41,5	20,4	87,2
217	9806,238	135	47,8	23,5	100,6
218	9854,501	108,4	38,4	18,9	80,8
219	9896,048	99,5	35,2	17,3	74,1
220	9936,906	113,6	40,2	19,8	84,6
221	9990,152	122,2	43,3	21,3	91
222	10038,111	126,9	45	22,1	94,6
223	10095,307	133,1	47,1	23,2	99,2
224	10148,394	121,4	43	21,1	90,4
225	10195,851	124,5	44,1	21,7	92,8
226	10251,52	98,7	35	17,2	73,6
227	10277,625	97,6	34,6	17	72,7
228	10332,374	123,9	43,9	21,6	92,3
229	10380,272	57,8	20,5	10,1	39,8
		24902	10065.34	6447.5	17677