

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics
المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

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

Thème

Etude de l'évitement de la ville DRAA EL MIZAN sur
7 Km avec conception de deux carrefours.

Proposé par :

▪ MAREZKA DJAMEL

Présenté par :

CHADOULI AISSA
ABBAS MOHAMMED

Promotion 2012

Ecole 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 MERAZKA DJAMEL 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 somme en particulier reconnaissant, à Mr chouchani Mohammed labidi de nous avoir aidé par les discussions fructueuses que nous avons eues dans le cadre de notre projet.

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.

إهداء

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الخلق وخاتم الأنبياء والمرسلين
"محمد صلى الله عليه وسلم"

وعلى آله وصحبه أجمعين، أما بعد:

أحمد الله سبحانه وتعالى أولاً على أن وفقني في مشواري الدراسي
وأسأله أن يوفقني في أمور ديني ودنياي " آمين " وعملاً بقوله تعالى

« و اخفض لهما جناح الذل من الرحمة و قل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا »

إلى قرة العين... إلى التي حرمت نفسها و أعطتني

ومن نبع حنانها سقتني... إلى من وهبتني الحياة، منحنتني الحب و الحنان، ربتي بلطف.

إلى أعظم الرجال صبراً... ورمز الحب و العطاء... إلى الذي تعب كثيراً من أجل راحتي

و أفنى حياته من أجل تعليمي... و توسم في دراجات العلى و السمو... إلى ذلك الرجل العظيم

أبي: محمد

أسأل الله أن يحفظهما

إلى من جمعتهم معي ظلمة الرحم... إلى من يعيش في كل وجودهم أملي

إخوتي و أخواتي: (فاتح, بلقاسم, أحمد, زيان, ن, س, والكتكوتتين أشواق وعبير)

إلى كل الأقارب دون استثناء.

إلى من جمعني بهم مشعل العلم... إلى كل من يعرف: عيسى شدولي

أخص بالذكر الى صديقي ورفيقي : عباس محمد

والى محمد الصديق بن عمارة

إلى كل من علموني أن العلم سلاح و الأخلاق ذخيرته.

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل المتواضع...

إن الذين نجبهم ونعزهم مكانتهم ليست بين الأسطر والصفحات، لأن مقامهم أجل وأعلى

فالقلب سكناهم والذكرى ذكراهم والعقل لن ينساهم.

إهداء

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الخلق وخاتم الأنبياء والمرسلين
"محمد صلى الله عليه وسلم"

وعلى آله وصحبه أجمعين، أما بعد:

أحمد الله سبحانه وتعالى أولاً وآخراً على أن وفقني في مشواري الدراسي

وأسأله أن يوفقني في أمور ديني ودنياي " آمين " وعملاً بقوله تعالى

« و اخفض لهما جناح الذل من الرحمة و قل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا »

إلى قرة العين... إلى التي حرمت نفسها و أعطتني

ومن نبع حنانها سقتني... إلى من وهبتني الحياة، منحتني الحب و الحنان، ربتي بلطف.

إلى أعظم الرجال صبراً... ورمز الحب و العطاء... إلى الذي تعب كثيراً من أجل راحتي

و أفنى حياته من أجل تعليمي... و توسم في دراجات العلى و السمو... إلى ذلك الرجل العظيم

أبي : **خليفة**

, أسأل الله أن يحفظهما

إلى من جمعتهم معي ظلمة الرحم... إلى من يعيش في كل وجودهم أملي إخوتي و أخواتي

(عبد الرزاق, عبدالرحمان, م علي, م الصالح, اسحاق, خديجة ...)

إلى صديقي ورفيق دربي : عيسى شذولي والى محمد الصديق بن عمارة .

إلى كل الأقارب و الأصدقاء بالبياضة دون استثناء.

إلى من جمعني بهم مشعل العلم إلى كل من علموني أن العلم سلاح و الأخلاق ذخيرته.

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل المتواضع...

إن الذين نحبهم ونعزهم مكانتهم ليست بين الأسطر والصفحات، لأن مقامهم أجل وأعلى

فالقلب سكناهم والذكرى ذكراهم والعقل لن ينساهم.

عيسى محمد

SOMMAIRE



INTRODUCTION GENERALE

pages

CHAPITRE (I) :

PRESENTATION DU PROJET

I.1	Introduction....	1
I.2	Présentation de la ville.	1
I.3	Description générale du nouveau tracé.	3
I.4	Objectifs principaux de l'étude.	3
I.5	Définition de l'évitement.	4
I.6	Justification de carrefour.	4

CHAPITRE (II) :

AVANT PROJET SOMMAIR

II.1	Introduction.	5
II.2	Localisation du fuseau retenu.	5
II.3	Comparaison entre les variantes.	7
II.4	Caractéristiques géométriques globale.	9

CHAPITRE (III) :

ETUDE DE TRAFIC

III.1	Introduction.	12
III.2	Analyse du trafic.	12
III.3	Différents type de trafic.	13
III.4	Calcul de la capacité.	13
III.5	Application au projet.	16

CHAPITRE (IV) :

TRACE EN PLAN

IV.1	Introduction.	18
IV.2	Règles et principes de tracé en plan.	18
IV.3	Les éléments du tracé en plan.	19
IV.4	Règle pour l'utilisation des rayons en plan.	22
IV.5	Les courbes de raccordements.	24
IV.6	Paramètres fondamentaux.	28
IV.7	Calcul d'axe manuellement.	28

CHAPITRE (V) :

PROFIL EN LONG

V.1	Définition.	33
V.2	Règles à respecter dans le tracé du la ligne rouge.	33
V.3	Coordination entre le tracé en plan et le profil en long.	34
V.4	Déclivités.	34
V.5	Raccordements en profil en long.	35
V.6	Détermination pratiques du profil en long.	37
V.7	exemple de calcul de profil en long.	39

CHAPITRE (VI) :**PROFIL EN TRAVERS**

VI.1	Définition.	41
VI.2	Les éléments du profil en travers.	41
VI.3	Classification du profil en travers.	42
VI.4	Application au projet.	43

CHAPITRE (VII) :**CUBATURES**

VII.1	Introduction.	44
VII.2	Définition.	44
VII.3	Méthodes de calcul des cubatures.	44
VII.4	Calcul des cubatures de terrassement.	47

CHAPITRE (VIII) :**ETUDE GEOTECHNIQUE**

VIII.1	Introduction.	48
VIII.2	Les moyens de reconnaissance.	48
VIII.3	Condition d'utilisation des sols en remblais.	55

CHAPITRE (IX) :**DIMENTIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE**

IX.1	Introduction.	56
IX..	Principe de la constitution des chaussées.	56
IX.3	Les différents types de chaussées.	57
IX.4	Méthodes de dimensionnement.	58
IX.5	Application au projet.	62
IX.6	Conclusion.	71

CHAPITRE (X) :**ASSAINISSEMENT**

X.1	hydraulique.	72
X.2	Dimensionnement des fosses.	78
X.3	Dimensionnement Des Ouvrages Traverses.	82
X.4	Application De Projet.	86

CHAPITRE (XI) :**CHOIX ET CONCAPTION DE CARREFOUR**

XI.1	Définition.	87
XI.2	les différents types de carrefour.	87
XI.3	Données utiles à l'aménagement d'un carrefour.	89
XI.4	principes généraux d'aménagement d'un carrefour.	89
XI.5	Carrefour plan au de projet.	91

A-signalisation

XII.A.1	Introduction.	93
XII.A.2	L'objet de la signalisation routière.	93
XII.A.3	Types de signalisation.	93
XII.A.4	Les critères de conception de la signalisation.	96
XII.A.5	Application au projet.	96

b-éclairage

XII.B.1	Introduction.	100
XII.B.2	catégories d'éclairages.	100
XII.B.3	Paramètres de l'implantation des luminaires.	101
XII.B.4	application au projet.	102

CHAPITRE (XIII)

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XI.1	Introduction.	103
XI.2	Cadre juridique.	103
XI.3	Objectifs.	103
XI.4	Impact sur l'agriculture.	103
XI.5	L'impact sur la nature.	104
XI.6	L'impact sur les habitants.	106
XI.7	Conclusion.	107
	DEVIS QUANTATIF ET ESTIMATIF.	108-109

 **CONCLUSION GENERALE.**

 **BIBLIOGRAPHIE.**

 **ANNEXE.**

CHA	NU	LISTE DES TABLEAUX	PAGE
II	1	La comparaison entre les deux variantes.	7
	2	le calcule deux variantes.	8
	3	représente caractéristiques globale.	9
	4	représente la norme de profil en long.	10
III	1	Coefficient d'équivalence.	14
	2	Valeurs de $K_{1..}$.	15
	3	Valeurs de K_2 .	15
	4	Valeurs de capacité théorique.	15
	5	représente le calcule de trafic.	17
IV	1	valeur de rayon d'axe.	22
	2	Paramètres fondamentaux.	28

V	1	Rayons convexes.	36
	2	Rayons concaves (angle rentrant).	37
IX	1	valeur de TJMA et PL.	59
	2	Les coefficients d'équivalence.	60
	3	Classement du trafic suivant le catalogue.	61
	4	Classe de sols.	62
	5	Classe de trafic.	65
	6	Classe du sol selon le catalogue.	65
	7	Valeurs du coefficient d'agressivité A.	67
	8	Choix des températures équivalentes.	68
	9	Performances mécaniques des matériaux bitumineux.	68
	10	Caractéristiques des couches.	69
	11	résultats de la simulation.	71
	12	Récapitulatifs des résultats.	71
X	1	variable de gaussien.	75
	2	Coefficient de ruissellement 'C'.	77
	3	<i>résultant de débit.</i>	81
	4	Le résultant de dimensionnement (buses et dalot)	86
XII	1	Modulation des lignes.	95
CHA	NU	LISTE DES FIGURES	PAGE
I	1	représente la ville de Draa el mizan.	1
	2	représente la limite Draa el mizan.	2
	3	représente le point d'arrivé.	2
	4	représente le point de départ.	2
	5	représente l'axe de l'évitement.	3
	6	représente la position de carrefour.	4
II	1	représente les deux variantes.	6
	2	représente la position de deux variantes par rapport à la ville.	6
	3	représente le profil en travers type.	11
IV	1	représente (d-f).	20
	2	élément de la clothoide.	26
V	1	représente raccordement par convexe.	39
VI	1	représente Le profil en travers type.	42
	1	représente la surface de déblai et remblai par rapport au terrai	45

VII	2	représente le calcule de cubature avec la méthode de SARRAU	45
IX	1	représente les couches de Corps de chaussée méthode CBR.	64
	2	représente le couche de Corps de chaussée méthode catalogue	66
	3	représente la position de contrainte et la déformation	66
X	1	Déférents types des fosses longitudinaux.	73
	2	ouvrages de raccordement (regards).	73
	3	présente l'Ouvrage d'assainissement transversal.	74
	4	représente le bassin versant.	82
	5	la forme de dalots.	84
XI	1	représente les Différents types des carrefours.	88
	2	Carrefour giratoire a 4 bronche.	91
	3	Carrefour giratoire au début de projet.	92
XII	1	Signalisation vertical.	98
	2	Présente la plaque de giratoire	98
	3	signalisation horizontal.	100
	4	Paramètres de l'implantation des luminaires.	101
XIII	1	représente les dégâts des animaux (sanglier).	105

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 se déroule sur une durée de trois (03) mois environ.

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

- *compléter les connaissances théoriques acquises durant le cycle de formation.*
- *s'intégrer au monde du travail.*
- *connaître les missions et les responsabilités d'un ingénieur d'état en travaux publics.*

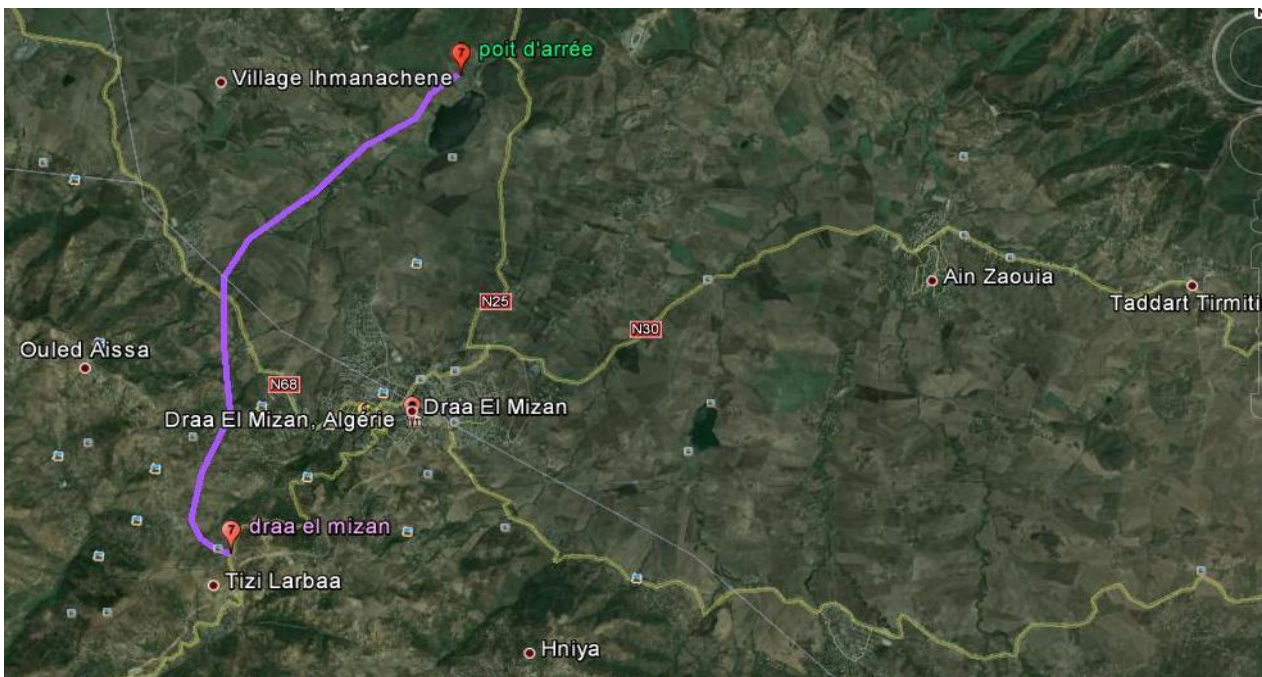
Le projet consiste à contourner la ville de Draa el Mizan, située sur l'axe (RN25) reliant la ville de Tlalcha et (RN68) reliant la ville D'ISSERS.

*Dans cette perspective, notre travail de fin d'étude consiste à faire l'étude d'un évitement de la vile de **DRAA EL MIZAN** sur 7 km avec une conception de deux carrefour giratoire afin d'alléger la circulation routière au sein de cette ville d'une part, et d'avoir un gain de temps, augmenter la sécurité au profit des usagers d'autre part.*

Pour cela notre travail sera décomposer en trois parties principales, d'abord nous allons commencer par une étude APS afin de bien matérialiser la variante pertinente pour notre projet, en suite nous abordons l'étude APD qui représente la partie principale de notre travail, dans cette partie nous allons traiter les éléments géométriques, le dimensionnement de corps de chaussée et l'assainissement et enfin nous allons faire un bilan concernant cette étude.

CHAPITRE

(I)



PRESENTATION DE PROJET

I.1. Introduction.

I.2. Présentation de la ville.

I.3. Description générale du nouveau tracé.

I.4. Objectifs principaux de l'étude.

I.5. Définition de l'évitement

I.6. Justification de carrefour.

PRESENTATION DU PROJET

I.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 DRAA EL-MIZAN).

Le projet prend origine à l'intersection de la RN 25 et la RN 68. Dans le cadre de la convention intervenue entre la wilaya de Tizi-Ouzou présentée par la direction des travaux publics (DTP) et la société algérienne d'études d'infrastructures (S.A.E.T.I).

I.2. PRESENTATION DE LA VILLE :

La ville de DRAA EL-MIZAN se situe dans l'ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou, dans une distance de 30 km de la wilaya, dont les altitudes moyennes varient entre 200 et 650 m, avec une superficie de 239.76 km² et d'une population de 95113 habitants, et densité des habitants 338.36 h/km² Par estimation statistique de 2008.

La ville de DRAA EL-MIZAN est limitrophe :

- ✚ Au nord, la wilaya de BOUMERDES ;
- ✚ Au sud, la wilaya de BOUIRA ;
- ✚ A l'ouest, la ville de Tizi-Ghenif ;
- ✚ A l'est, la ville de Maatka et Boghni ;
- ✚ Au nord-est par la ville de Draa ben khedaa

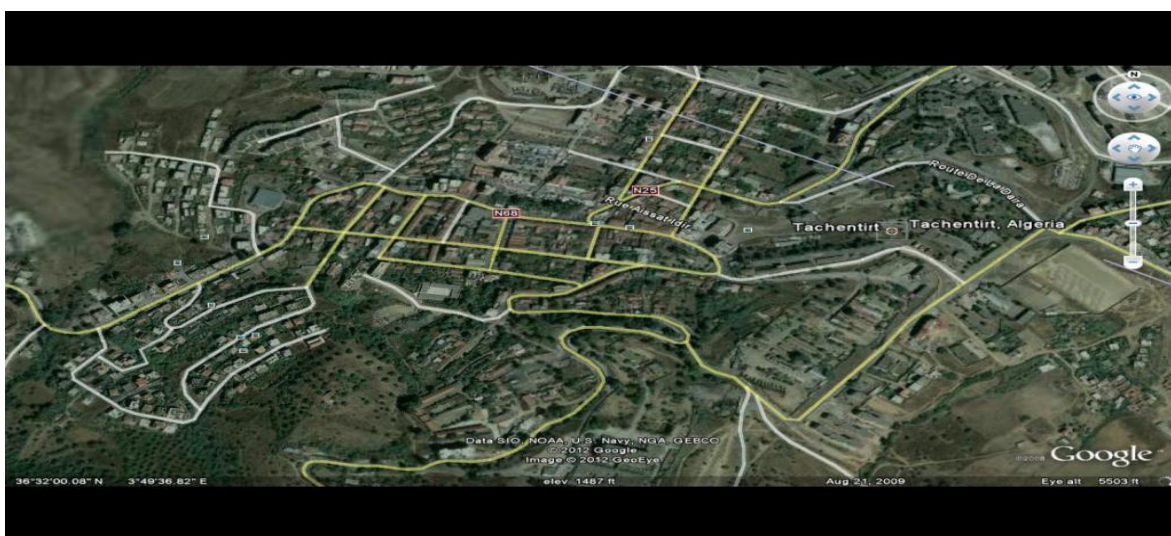


Photo -1 : La Ville De DRAA EL-MIZAN



Photo-2 : La Limite De DRAA EL-MIZAN

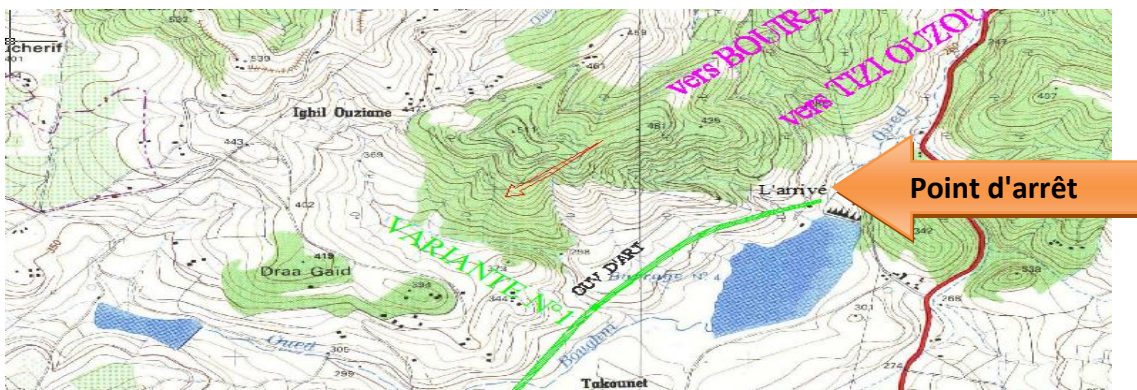


Photo-3: Le Point D'arrêt de l'évitement



Photo-4: Le Point De Départ de l'évitement

I.3. DESCRIPTION GENERALE DU NOUVEAU TRACE :




L'étude traitée est un tracé neuf qui est implanté dans un relief peut accidenter.

Qui relié la RN 68 avec la RN 25 en traversant la côte Nord- Est de la ville DRAA EL-MIZAN, après il dirige vers le sud-ouest on franchir plusieurs formations géologique différentes, et traverse plusieurs (talweg, oued);, jusqu'à son raccordement avec la deuxième partie de la RN 25.

I.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 RN 25 qui passe par la ville de DRAA EL-MIZAN,

le projet aussi assure :

-  *Gains de temps et l'economie de carburant.*
-  *Décongestionner les zones urbaines.*
-  *La fluidité de trafic.*

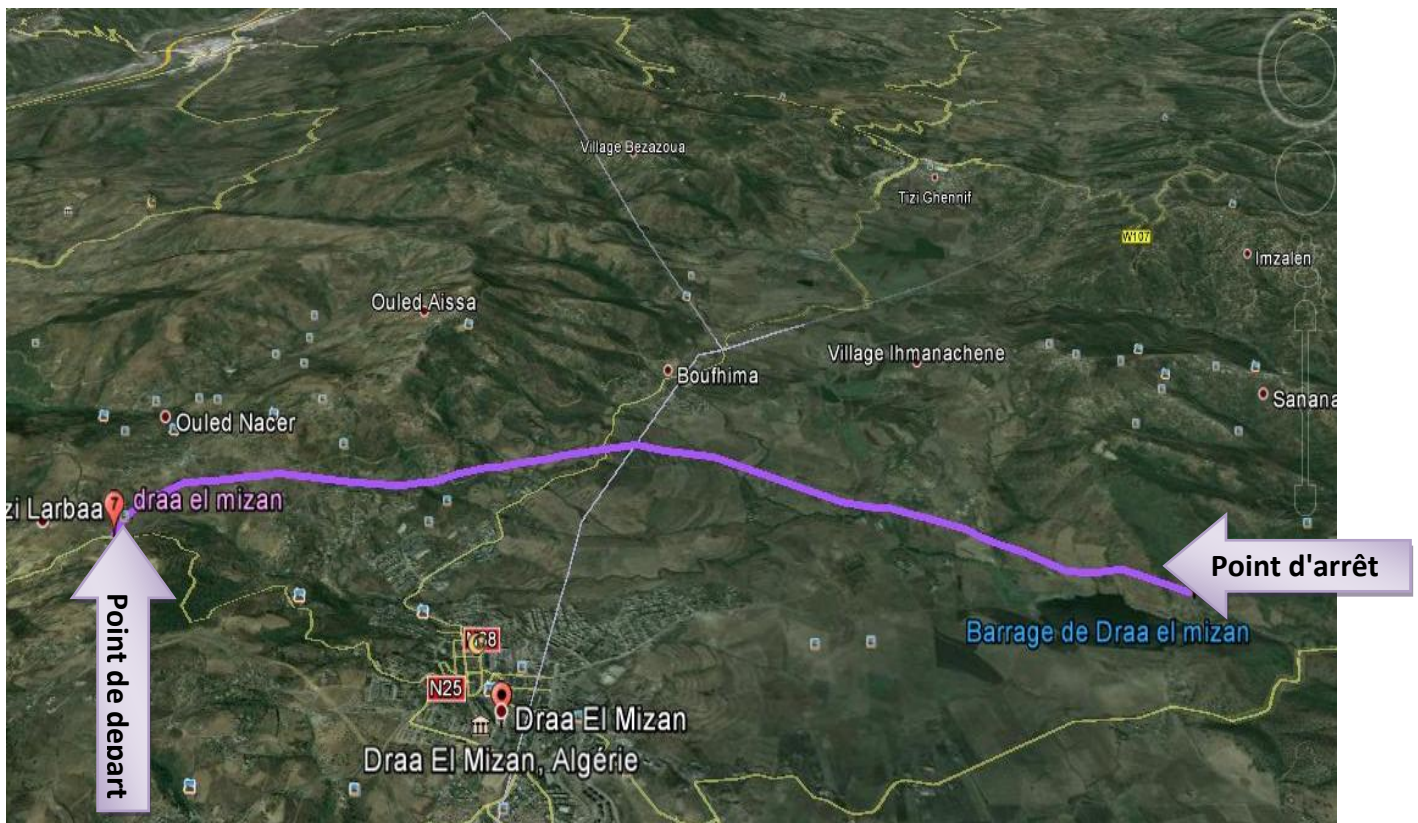


Photo -5 : L'axe De L'évitement

1.5. DEFINITION DE L'ÉVITEMENT:

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

Niveau de service:

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

- ✚ La qualité des services assurés.
- ✚ L'intensité et la composition du trafic.
- ✚ Des caractéristiques topographiques du terrain (plat, vallonné, montagneux)

Le niveau de service de notre route est environnment E2 et catégorie C1

1.6. 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. Surtout au point d'arriver.

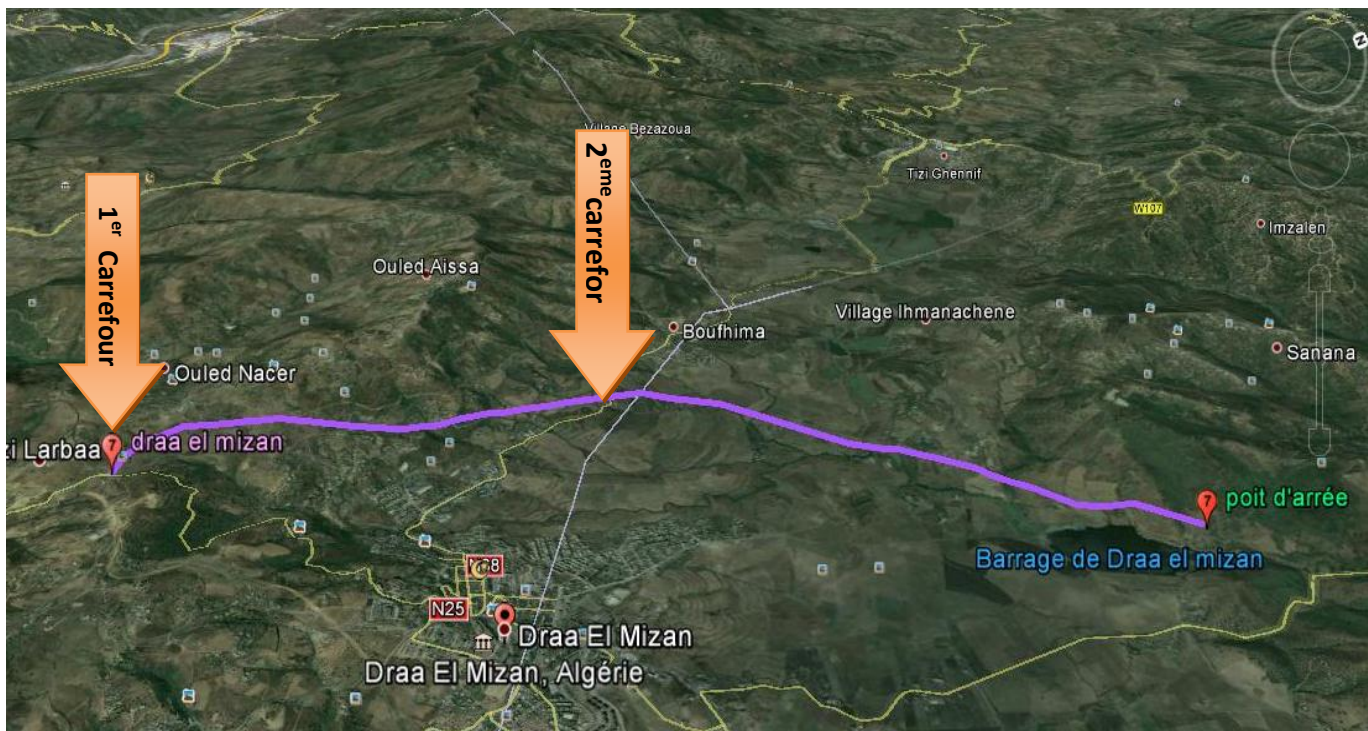


Photo-6 :La Position De Carrefour

CHAPITRE

(II)



AVANT PROJET SOMMAIRE

II.1. Introduction.

II.2. Localisation du fuseau retenu.

II.3. Comparaison entre les variantes.

II.4. Caractéristiques géométriques globale

AVANT PROJET SOMMAIRE

II.1. INTRODUCTION:

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

On devra faire une étude multicritère pour le choix de la variante à retenir, ce dernier sera basé sur un plan de comparaison selon l'ensemble des critères suivants :

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

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

II.2. LOCALISATION DU FUSEAU RETENU :

Environnement géologique :

Le relief est généralement montagnes peut vallonner, il est fortement coupé par un réseau hydrographique important (Oued) ce qui nécessite en phase de réalisation un système d'assainissement.

Environnement géographique et urbain :

En fonction des enjeux économique et le développement de la wilaya, l'expansion de la ville de DRAA EL-MIZAN s'étant effectué vers l'Est, et le positionnement de cette ville par rapport au réseau routier (nord-est la RN25 vers TIZI-OUZOU),

Donc, il est nécessaire de choisir un couloir qui passe par la coté nord-ouest de la ville (voir schéma synoptique photo N°1).



Photo -1- Les Deux Variantes



Photo-2- La Position De Deux Variantes Par Rapport A La Ville

1^{er} VARIANTE :

Pour la première variante, il a presque la même trajectoire avec la deuxième variante et franchit plusieurs obstacles que la deuxième, c'est qu'il situé dans le côté Est du barrage. Cette variante a une longueur de 7.350Km.

Avant-projet sommaire



2^{ème} VARIANTE :

L'origine de la **deuxième variante** est la RN25 au nord de la ville, et passe par l'ouest du barrage de DRAA EL-MIZAN et traverse la RN68 qui relie cette route avec TIZI-OUZOU. Cette variante a une longueur de 6.595Km.

III.3. COMPARAISON ENTRE les deux VARIANTES :

Variante	Avantages	Inconvénients
1^{ère} VAR	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plus proche de la ville de Draa El Mizan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plus long (7.35 km) augmentation de cout. ▪ Contient plusieurs obstacles (ouvrages d'art). ▪ N'est pas compatible avec les routes et pistes existantes (perte de terrassements). ▪ La présence des forêts.
2^{ème} VAR	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plus courte (6.6 km) ; minimisée le coût. ▪ Contient moins des obstacles (ouvrages d'art). ▪ compatible avec les routes et pistes existantes ▪ Moins de terrassements ▪ Moins de forêt. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plus loin de la ville de Draa El-Mizan.

Tableau -1- La comparaison entre les deux variantes

A. Principales caractéristique de la variante retenue :

La conception du projet à partir de la variante retenue est basée sur les concepts suivants :

- ❖ Choix d'un tracé tendant à s'éloigner au maximum des habitants.
- ❖ Pas de dispositions particulières contre le bruit routier.
- ❖ Absence d'impact dommageable sur la faune sauvage.
- ❖ Impact minimum sur les grands paysages.

B. Les caractéristiques géométriques des deux variantes :

Désignation	Variante1	Variante2
Longueur Total (m)	7350 km	6594.65 km
Rayon minimal utilisé dans le tracé en plan(m)	125	125
Rayon maximal utilisé dans le tracé en plan(m)	800	800
Longueur totale de courbes (m)	3597	3320
Pourcentage de courbes(%)	48.9	50
Nombre de virages	17	14
Déclivité maximale (%)	3.29	2.98
Longueur de déclivité maximale (m)	257.44	295.53
Surface en plan (m ²)	1022.8	965.6
Volume des Remblais (m ³)	803121	661416
Volume des déblais (m ³)	241229	236126
Surface des végétale (m ²)	54383.38	47134
Nombre d'ouvrages d'art	13	11
Coût total de construction (DA)	1103366210.1	1051557585.3
Coût total de construction (DA)+TVA	1290938466	1230322374

Tableau -2- Le Calcul Des Deux Variantes

C. Conclusion :

L'analyse comparative des deux (02) variantes, nous a permis d'opter la variante N°2 qui présente les critères techniques et économiques les plus avantageuses.

II.4. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES GLOBALE :

• Tracé en plan :

Les caractéristiques géométriques adoptées visent à assurer des conditions de confort et de sécurité relativement homogènes et adaptées à la catégorie 1 et au vitesse de base de 60 km/h dans un environnement E2.

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

Vitesse de référence	60Km/h
Normes	B40
Rayon minimum absolu (RHm)	125
Rayon minimum normal (RHN)	250
Rayon au devers minimum (RHd)	550
● Rayon non déversé (RHnd)	800

Tableau -3_ Caractéristiques Géométriques Globale

• Profil en long :

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leurs pentes et de raccords paraboliques caractérisés par leurs rayons.

Les rayons en angles saillants interviennent sur la visibilité et le confort (accélération verticale), de ce fait c'est toujours la première condition qui est déterminante.

Les rayons en angle rentrant sont fixés principalement par des conditions de confort.

En fonction de la vitesse de référence définie, les caractéristiques de profil en long se déclinent comme suit :

Déclivité	
<i>Déclivité maximum</i>	7%
<i>Déclivité minimum au devers nul</i>	0.5 %
Rayons en profils en long	
<i>Rayon en angle saillant (m)</i>	
<i>Minimum absolu</i>	1500
<i>Minimum normal</i>	4500
<i>Rayon en angle rentrant (m)</i>	
<i>Minimum absolu</i>	1200
<i>Minimum normal</i>	2400

Tableau -4- Les Normes du Profil En Long

- **Profil en travers type :**

Un projet de route comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers. Pour éviter de reporter sur un chacun d'eux les dimensions générales qui se répètent et des détails constructifs communs, on établit tout d'abord un profil unique, appelé « profil-type », contenant toutes les dimensions et tous les couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux...

Les éléments constructifs du profil en travers type sont :

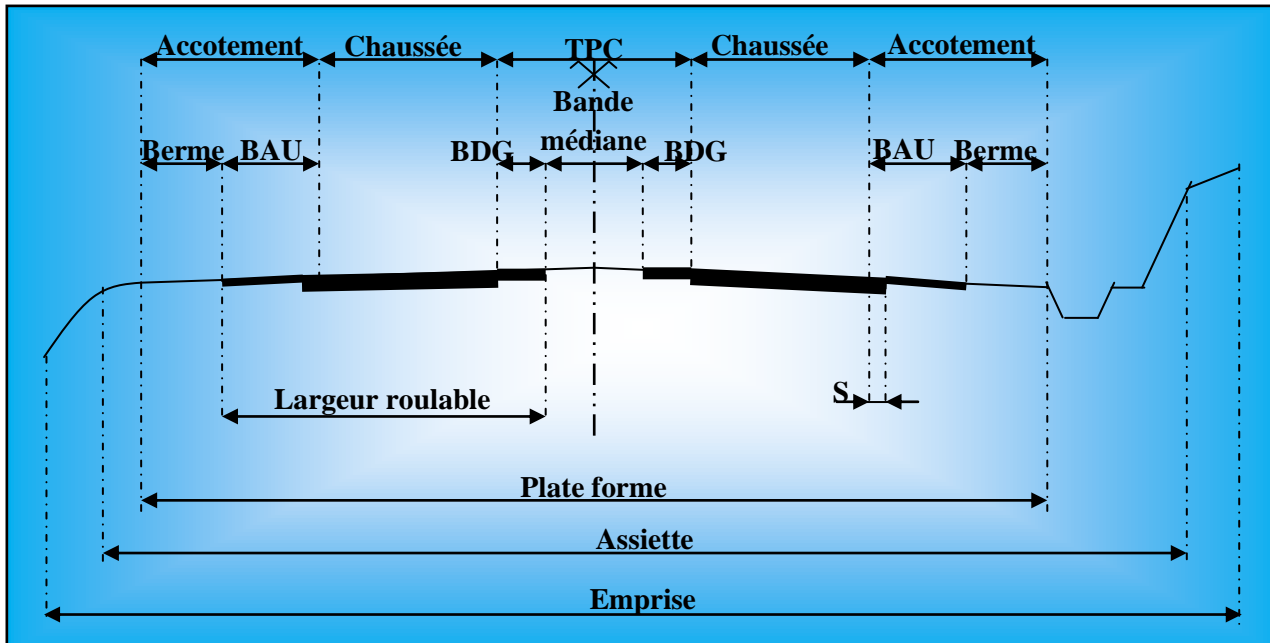


Photo-3- Le Profil En Travers Type

Les caractéristiques géométriques du profil en travers type de 2x2 voies que nous proposons sont :

- ✓ Chaussée de largeur 2x7 m.
- ✓ T.P.C largeur de 1 m
- ✓ Accotement 2 x 2 m

CHAPITRE

(III)



ETUDE DE TRAFIC

- III.1.* Introduction.
- III.2.* Analyse du trafic.
- III.3.* Différents type de trafic.
- III.4.* Calcul de la capacité.
- III.5.* Application au projet.




Promotion 2012

ETUDE DE TRAFIC

III.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 une partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics et 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.*

III.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 mesurer 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.*

III.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.*

III.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.

III.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).

III.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.

III.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 une facilitée apportée par le nouvel aménagement routier.

Trafic total :

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

III.4. CALCUL DE LA CAPACITÉ :

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.

III.4.1. Calcul du (TJMA) horizon :

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

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

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

III.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 :

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

- 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

Tableau-1-Coefficient D'équivalence.

III.4.3. Débit de pointe horaire normale:

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

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

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

III.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

Tableau-2-Valeurs de K₁.

Environnement	catégorie				
	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

Tableau-3-Valeurs de K₂.

	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

Tableau4--Valeurs de capacité théorique.

III.4.5. Calcul du nombre de voie:

Cas d'une Chaussée Bidirectionnelle :

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

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.

III.5. APPLICATION AU PROJET :

Données de trafic :

En se basant sur les données de trafic effectuées par le S.A.E.T.I (année 2008) pour la région de DRAA EL-MIZAN s'agissant de la RN 25, les données sont les suivantes :

- Le trafic à l'année 2008 $TJMA_{2008} = 8200(v/j)$.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 4\%$.
- La vitesse de base sur le tracé $V_B = 60(Km/h)$.
- Le pourcentage de poids lourds $PL = 9\%$.
- L'année de mise en service sera en 2012.
- La durée de vie estimée est de 20 ans.

III.5.1. Projection future du projet :

L'année de mise en service (2012).

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

- $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon (année de mise en service 2012).
- $TJMA_0$: le trafic à l'année de référence (origine 2008).

$$TJMA_{2012} = 8200(1 + 0,04)^4 = 9593(v/j).$$

Donc : $TJMA_{2012} = 9593(v/j)$.

Trafic à l'année (2032) pour une durée de vie de 20 ans.

$$TJMA_{2032} = 9593(1 + 0,04)^{20} = 21019(v/j).$$

Donc : $TJMA_{2032} = 21019(v/j)$.

III.5.2. Calcul du trafic effectif :

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

- P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds. Pour une route à bonne caractéristique et un environnement E_2 , on a $P = 6$.
- Z : pourcentage de poids lourds est égale à 9%.

$$T_{eff} = [(1 - 0,09) + 6 \cdot 0,09] \cdot 21019 = 30477(unv/j).$$

Donc : $T_{eff} = 30477(unv/j)$.

III.5.3. Débit de pointe horaire normale :

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

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

$$Q = 0,12 \times 30477 = 3657(udp/h) \quad \text{donc: } Q = 3657(udp/h).$$

III.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 0,85 pour E_2 .
- K_2 : coefficient correcteur pris égal à 0,99 pour environnement (E_2) et catégorie (C_1).
- C_{th} : capacité effective par voie.

D'après B40 on adopte pour l'évitement un profil à 2 chaussées séparées.

On prend $C_{th} = 1800$ (uvp/h).

$$Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 1800 = 1515 \text{ (uvp/h)}.$$

Donc: $Q_{adm} = 1\ 515$ (uvp/h).

III.5.5. Le nombre des voies:

$$\text{On a : } n = S \cdot Q / Q_{adm} = (2 / 3) \times (2484 / 1515) = 1.6 \approx 2$$

Donc: $n = 2$ voies /sens.

Résultats de calcul :

TJMA ₂₀₁₂ (v /j)	TJMA ₂₀₃₂ (v /j)	Teff ₂₀₃₂ (uvp/h)	Q ₂₀₃₂ (uvp/h)	Q _{adm} (uvp/h)	N° des Voies Par sens
9593	21019	30477	3657	1 515	2

Tableau-5-Le Calcule de trafic

III .5.6. Calcul de l'année de saturation :

On a :

$$Teff_{2012} = [(1 - 0.09) + 6 \cdot 0.09] \cdot 9593 = 13909 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Teff_{2012} = 13909 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Q_{2012} = 0.12 \times 13909 = 1669 \text{ (uvp/j)}.$$

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

$$Q_{saturation} = 4 \times 1515 = 6060 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2012} \Rightarrow n = \log(Q_{saturation} / Q_{2012}) / \log(1 + \tau)$$

$$N = \log(6060 / 1669) / \log(1 + 0.04) = 30.1 \approx 30 \text{ ans}.$$

$$\text{Donc l'année de saturation} = 2012 + 30 = 2042$$

CHAPITRE

(IV)



TRACE EN PLAN

IV.1. Introduction.

IV.2. Règles et principes de tracé en plan.

IV.3. Les éléments du tracé en plan.

IV.4. Règle pour l'utilisation des rayons en plan

IV.5. Les courbes de raccordements.

IV.6. Paramètres fondamentaux.

IV.7. Calcul d'axe manuellement.

Promotion 2012

TRACE EN PLAN

IV.1. INTRODUCTION:

Dans sa définition, le tracé en situation ou le tracé horizontal ou Le tracé en plan est la projection verticale de la route sur un plan horizontal. 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.

IV.2. REGLES ET PRINCIPES DE TRACE EN PLAN SONT:

- ✚ *Respecter les normes de la B40.*
- ✚ *Adapter le trace au terrain naturel afin d'éviter les grands mouvements de terre (les terrassements important).*
- ✚ *Se raccorder 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 pressentant 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).*

IV.3. LES ÉLÉMENTS DU TRACÉ 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.

IV.3.1. Les droites (alignements):

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

La longueur des alignements dépend de :

- + La vitesse V_B , plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- + Des sinuosités précédant et suivant 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.

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

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).

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

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 à supprimer.
- + Réunion de 2 Longues alignements par une courbe courte c'est à dire de faible rayon : augmenter le rayon.

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

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

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

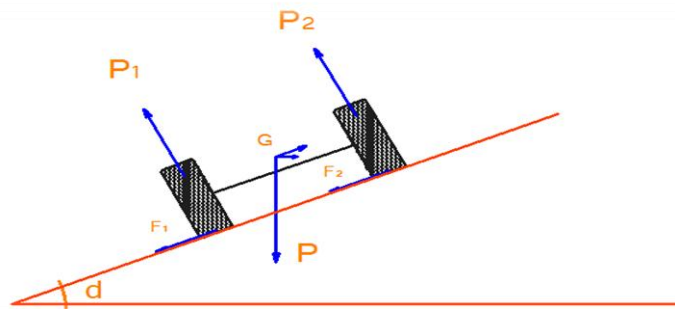


Photo-1-représente (d-f)

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.

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

Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu R_{Hm} 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 dévers maximal.

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

✚ Rayon minimal normal :

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

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 duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse V_r serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit. Dévers associé $d_{\min} = 2.5\%$.

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

✚ Rayon minimal non déversé :

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

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

Pour: Cat 1-2

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

Pour : Cat 3-4-5

Avec :

$f'' = 0,07$ cat 3

$f'' = 0,075$ cat 4-5

Pour notre projet (l'évitement est de la ville de draa el mizan) situé dans un environnement (E2), et classé en catégorie 1(C1) avec une vitesse de base de 60 (km/h), le règlement (B40) préconise les rayons suivant : (voir le tableau)

paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V_B	60
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	125
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	250
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	550
Rayon horizontal non déversé (m)	$RHnd$ (-2.5%)	800

Tableau -1-Valeur De Rayon D'axe En Plan

IV.4. Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

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

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

Si $RH_m < R < RH_n$:

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

Entre d (RH_n) et d_{min} si $RH_n < R < RH_d$:

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

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

Remarque :

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

- 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-largueur** (*Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayons faibles*) :

Lorsqu'un véhicule long 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.

IV.5. 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.

IV.5.1.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.

IV.5.2.Expression mathématique de la Clothoïde :

Courbure K linéairement proportionnellement à la longueur curviligne.

$$K = C.L$$

On pose: $1/C = A^2 \Rightarrow L.R = A^2$

Éléments de la Clothoïde:

- R : rayon de cercle.
- L : longueur de la branche de Clothoïde.
- A : paramètre de la Clothoïde.
- KA : origine de la Clothoïde.
- KE : extrémité de la Clothoïde.
- ΔR : ripage.
- τ : angle des tangentes.
- TC : tangente courte.
- TL : tangente longue.
- s : angle polaire.
- S_L : corde $KE - KA$.
- M : centre du cercle d'abscisse X_M .

- X_M : abscisse du centre du cercle de M à partir de KA .
- Y_M : ordonnée du centre du cercle M à partir de KA

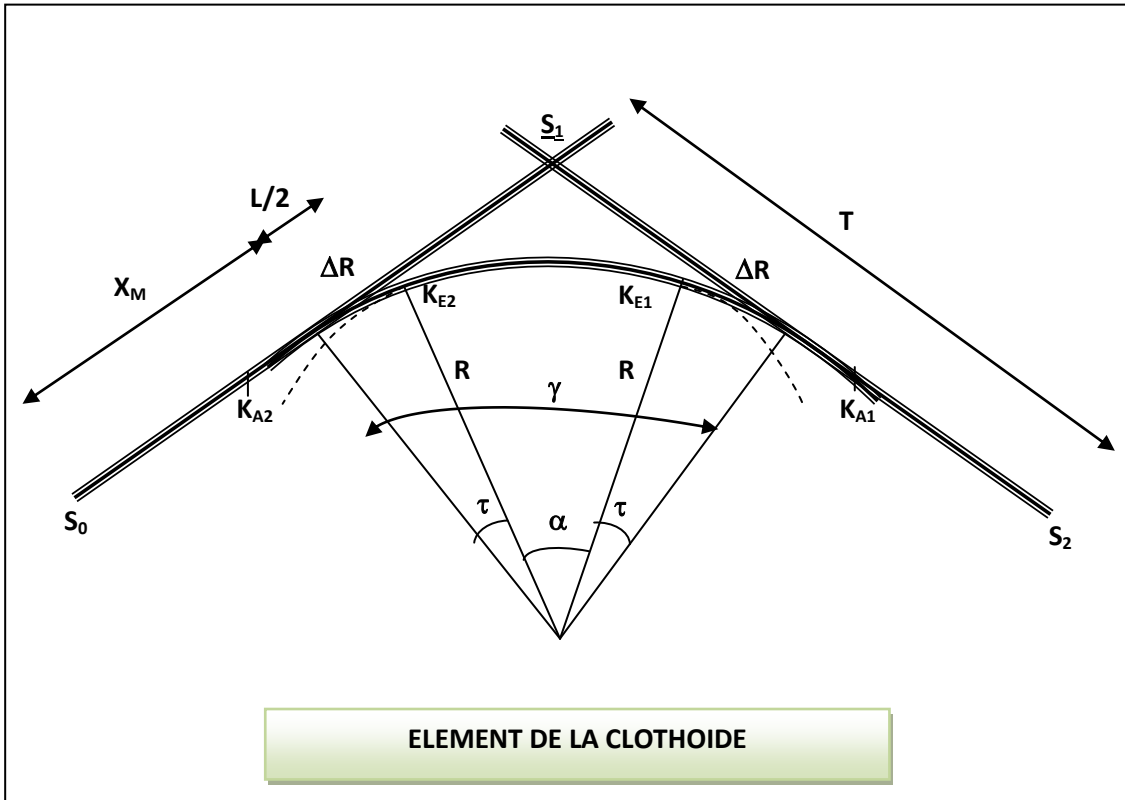


Photo-2- Elément De La Clothoïde

Le choix d'une Clothoïde doit respecter les conditions suivantes :

✚ Condition optique :

La Clothoïde doit aider à la lisibilité de la route on amorce le virage, la rotation de la tangente doit être $\leq 3^\circ$ pour être perceptible à l'œil.

$$R > A \geq R/3$$

Règle générale (B40):

- $R \leq 1500m \Rightarrow \Delta R = 1m$ (éventuellement $0,5 m$) $L = \sqrt{24.R.\Delta R}$
- $1500 < R \leq 5000m \Rightarrow L \geq R/9.$
- $R > 5000m \Rightarrow \Delta R = 2,5m$ $L = 7,75 \sqrt{R}$

Trace en plan

✚ Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération transversale, est imposé à une variation limitée.

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

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

✚ condition de gauchissement :

La demi chaussée extérieur au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule .le raccordement doit assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de tel sorte que $\Delta p < 0,5/VB$.

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

- L : longueur de raccordement.
- l : largeur de la chaussée.
- Δd : variation de dévers.

Remarque :

La vérification des deux conditions de gauchissement et au confort dynamique, peut se faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demi-chaussée extérieure au virage. Cette variation est limitée à 2%.

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

IV.6. PARAMÈTRES FONDAMENTAUX (B40):

Pour le cas de notre projet la vitesse de base est de 60 km/h ; le tableau suivant illustre l'ensemble de la caractéristique des différents éléments.

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse de base (km/h)	V_B	60
Longueur minimale (m)	L_{\min}	83.33
Longueur maximale (m)	L_{\max}	1000
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	0.42
Coefficient de Frottement transversal	f_t	0.16
Distance de freinage (m)	d_0	34
Distance d'arrêt (m)	d_1	67
Distance de visibilité de dépassement minimal (m)	d_m	250
Distance de visibilité de dépassement normal (m)	d_n	350
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	d_{md}	120

Tableau -2-Paramètres fondamentaux.

IV.7. CALCUL D'AXE MANUELLEMENT:

Le calcul d'axe est l'opération par laquelle 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 on connaît ces coordonnées; il doit suivre les étapes suivantes :

- Calcul des gisements ;
- Calcul de l'angle γ 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.

IV.7.1.Exemple de calcul du tracé en plan :

Nous avons calculé une partie de l'axe 01

Rayon $R = 300m < RHnd$ (Raccordement avec Clothoïde).

S0 (X= 572802.0280Y = 4042198.7451) (m).

S1 (X = 572695.2886.Y = 4042249.8841) (m).

S2 (X = 572478.3353.Y = 4042303.6368) (m).

Rayon $R = 300(m)$ et $VB = 60 (km/h)$.

IV.7.2.Caractéristiques de la courbe de raccordement :

Détermination de A :

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

Détermination de L :

- **Condition de confort optique :**

$R = 300m < 800m \Rightarrow R/3 < A < R$

$$\Rightarrow 300/3 < A < 300$$

$$\Rightarrow 100 < A < 300$$

$$L = \sqrt{24 R \cdot \Delta R} = 84.85 (m) \dots\dots\dots(1).$$

▪ **Condition de confort dynamique et de gauchissement :**

$$L \geq \frac{5}{36} \Delta d \cdot V_B \text{ Avec } \Delta d = d + 2.5$$

$$\text{Si : } RH_m < R < RH_n : \frac{d(R) - d(RH_m)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_m}} = \frac{d(RH_m) - d(RH_n)}{\frac{1}{RH_m} - \frac{1}{RH_n}} \dots\dots\dots (*)$$

$$\text{Si : } RH_n < R < RH_d \text{ on a : } \frac{d(R) - d(RH_d)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_d}} = \frac{d(RH_n) - d(RH_d)}{\frac{1}{RH_n} - \frac{1}{RH_d}} \dots\dots\dots (**)$$

On a: $RH_n = 250 < R = 300 < RH_d = 550(m)$.

$$(**) \Rightarrow d = 3.21 \%$$

$$\Delta d = 3.21 + 2.5 = 5,71 (\%)$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 5.71 \times 80 = 63.44 (m) \dots\dots\dots (2)$$

De (1) et (2) on aura: $L = 84.85(m)$

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{L \times R} = 159.55 (m) \Rightarrow A = 159.55 (m)$$

Donc : **A = 159. (m).**

Calcul des gisements :

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

$$S_0 S_1 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{S1} - X_{S0}| = |572695.2886 - 572802.0280| = 106.73(m) \\ |\Delta Y| = |Y_{S1} - Y_{S0}| = |4042249.8841 - 4042198.7451| = 51.139(m) \end{array} \right.$$

$$S_1 S_2 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X_1| = |X_{S2} - X_{S1}| = |572478.3353 - 572695.2886| = 216.95(m) \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = |4042303.6368 - 4042249.8841| = 53.75(m) \end{array} \right.$$

Donc:

$$G_{S_0}^{S_1} = \arctg \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 51.55 (grade).$$

$$G_{S_1}^{S_2} = \arctg \frac{|\Delta X_1|}{|\Delta Y_1|} = 84.53 (grade).$$

Calcul de l'angle:

$$\gamma = |G_{S_1}^{S_2} - G_{S_0}^{S_1}| = |84.53 - 51.55| = 32.988(grade).$$

Trace en plan

Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{84.85}{2 \times 300} \times \frac{200}{\pi} = 9.007(\text{grade}).$$

Vérification de non chevauchement:

$$\tau = 9.007(\text{grade}).$$

$$\gamma / 2 = 32.988 / 2 = 16.5 (\text{grade})$$

Donc : $\tau < \gamma / 2 \Rightarrow$ pas de chevauchement.

Calcul des distances:

$$S_0S_1 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{106.73^2 + 51.139^2} = 118.34 \text{ (m)}.$$

$$S_1S_2 = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2} = \sqrt{216.95^2 + 53.75^2} = 223.5 \text{ (m)}.$$

Calcul de la tangente T :

$$\text{On a : } L/R = 84.85 / 300 = 0,28$$

A partir des tables de Clothoïde ligne N° 421 on tire les valeurs suivantes:

$$\frac{\Delta R}{R} = 0.00327 \Rightarrow \Delta R = 0.981 \text{ (m)}.$$

$$\frac{X_m}{R} = 0.14 \Rightarrow X_m = 42$$

$$\frac{X}{R} = 0.279 \Rightarrow X = 83.7$$

$$\frac{Y}{R} = 0.0130 \Rightarrow Y = 3.9$$

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

$$T = 42 + (300 + 0.98) \text{ tg} 16.5.$$

$$\text{Donc : } T = 121.8 \text{ (m)}.$$

Calcul des Coordonnées SL :

$$S_L = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$S_L = \sqrt{83.7^2 + 3.9^2} = 83.8 \text{ (m)}.$$

Calcul de σ :

$$\sigma = \text{arctg} \frac{Y}{X} = \text{arctg} \frac{3.9}{83.7} = 2.96 \text{ (grad)}.$$

Calcul de l'arc:

$$b = K_{E1} K_{E2}.$$

$$b = \frac{[\pi \cdot R(\gamma - 2 \cdot \tau)]}{200}$$

$$b = \frac{[\pi \times 300(16.5 - 2 \times 9.007)]}{200} = 1399.9 \text{ (m)}.$$

Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$\begin{cases} K_{A1} X_{A1} = X_{S1} - T \times \sin G_{S0}^{S1} \\ Y_{A1} = Y_{S1} - T \times \cos G_{S0}^{S1} \end{cases}$$

$$\begin{cases} K_{A1} X_{A1} = 572695.2886 - 121.8 \times \sin 51.55 = 572607.09 \text{ (m)} \\ Y_{A1} = 4042249.8841 - 121.8 \times \cos 51.55 = 4042165.88 \text{ (m)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} K_{E1} X_{KE1} = X_{KA1} - S_L \times \sin (G_{S0}^{S1} - 200 + \sigma) \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} - S_L \times \cos (G_{S0}^{S1} - 200 + \sigma) \end{cases}$$

$$\begin{cases} K_{E1} X_{KE1} = 572695.2886 - 83.7 \times \sin (51.55 - 200 + 2.96) = 572758.51 \text{ (m)} \\ Y_{KE1} = 4042249.8841 - 83.7 \times \cos (51.55 - 200 + 2.96) = 4042304.7 \text{ (m)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} K_{A2} X_{A2} = X_{S1} - T \times \sin (G_{S2}^{S1} - 200) \\ Y_{A2} = Y_{S1} - T \times \cos (G_{S2}^{S1} - 200) \end{cases}$$

$$\begin{cases} K_{A2} X_{A2} = 572695.2886 - 121.8 \times \sin (84.53 - 200) = 572805.25 \text{ (m)} \\ Y_{A2} = 4042249.8841 - 121.8 \times \cos (84.53 - 200) = 4042302.26 \text{ (m)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} K_{E2} X_{KE2} = X_{KA1} + S_L \times \sin (G_{S1}^{S2} - 200 - \sigma) \\ Y_{KE2} = Y_{KA1} + S_L \times \cos (G_{S1}^{S2} - 200 - \sigma) \end{cases}$$

$$\begin{cases} K_{E2} X_{KE2} = 572695.2886 + 83.7 \times \sin (84.53 - 200 - 2.96) = 572621.68 \text{ (m)} \\ Y_{KE2} = 4042249.8841 + 83.7 \times \cos (84.53 - 200 - 2.96) = 4042289.732 \text{ (m)} \end{cases}$$

Trace en plan

Les résultats de calcul d'axes sont joints en Annexe.

CHAPITRE

(V)



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. Raccordements en profil en long.
- ∇.6. Détermination pratiques du profil en long
- ∇.7. Exemple de calcul de profil en long.

Promotion 2012

PROFIL EN LONG

V.1. DEFINITION:

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée être présentée 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.*
- + courbes paraboliques tangents.*

V.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.*
- + Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.*
- + D'assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.*

V.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 incite 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.

V.4. DÉCLIVITÉS:

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (Puissance des véhicules en rampe). Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

V.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.

V.4.1. Déclivité maximum :

Du point de vue technique, la déclivité maximale dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée (ce phénomène concerne tous les véhicules), ainsi de la réduction des vitesses 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%.

V.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 :

IV.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.

V.5.1.1.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 :

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

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

Tel que :

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

V : vitesse de référence (km /h).

V.5.1.2. 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 opposes puissent s'apercevoir a une distance double de la distance d'arrêt minimum.

Le rayon de raccordement est donne par la formule suivante :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2.(h_0+h_1+2.\sqrt{h_0.h_1})} \approx 0,27D^2$$

- **d:** Distance d'arrêt (m).
- **h₀:** Hauteur de l'œil (m).
- **h₁:** Hauteur de l'obstacle (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 VB=60 (Km/h) et pour la catégorie 1 on a :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R_{Vm1}	1500
Min- normal	R_{VN1}	4500

Tableau-1-Rayons Convexes.

V.5.1.3. 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 assurer pour un rayon satisfaisant la relation :

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

Pour une vitesse $VB = 60 \text{ km/h}$ et catégorie 1 on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R'_{vm}	1200
Min-normal	R'_{vn}	2400

Tableau-2-Rayons Concaves (Angle Rentrant)

V.6. DETERMINATION PRACTIQUES DU PROFIL EN LONG :

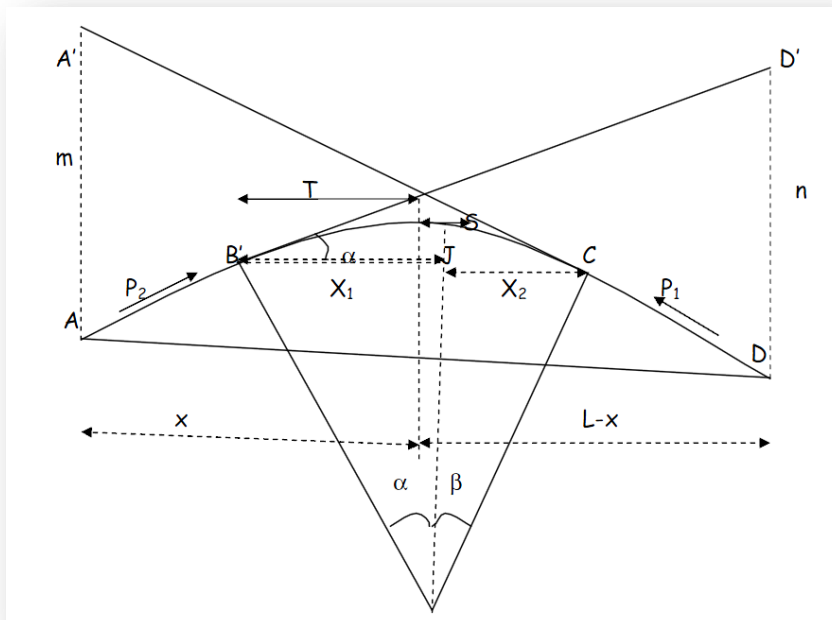
Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

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

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

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

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



Détermination de La position du point de rencontre (S) :

On a :

$$Z_{D'} = Z_A + L.P_2 \quad ; \quad m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_{A'} = Z_D + L.P_1 \quad ; \quad n = Z_{D'} - Z_D$$

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

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

$$S \begin{cases} X_S = X + X_A. \\ Z_S = P_1.X + Z_A. \end{cases}$$

Calculs de La tangente :

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

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires, on prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

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

$$E \begin{cases} X_E = x_s - T \\ Z_E = z_s - T.P_1 \end{cases}$$

$$F \begin{cases} X_F = x_s + T \\ Z_F = z_s - T.P_2 \end{cases}$$

Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T$$

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 :

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

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

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

$$J \left\{ \begin{array}{l} X_1 = R p_1 \\ X_2 = R p_2 \\ X_J = X_E + R \cdot P_1 \\ Z_J = Z_E + X_1 \cdot P_1 \frac{X_1^2}{2R} \end{array} \right.$$

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 à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J ver A et D.

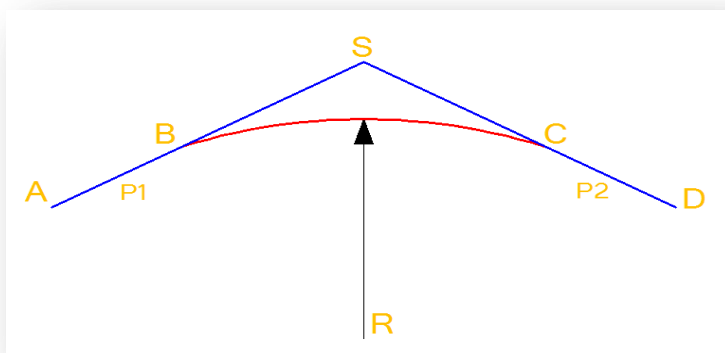
V.7. Exemple de calcul de Profil En Long : R=2400(m)

Photo-1- représente raccordement par convexes

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

$$A \left\{ \begin{array}{l} PK_A = 0 \\ Z_A = 617,440 \end{array} \right. \quad S \left\{ \begin{array}{l} PK_S = 220 \quad PK_D = 562 \\ Z_S = 603,437 \end{array} \right. \quad D \left\{ \begin{array}{l} PK_S = 562 \\ Z_D = 617,982 \end{array} \right.$$

Calcul Des Pentes :

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

$$i_1 = | (603.437 - 617.44) / (220 - 0) | = 6.36 \%$$

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

$$i_2 = | (603.437 - 617.982) / (220 - 562) | = 4.25 \%$$

Calcul des tangentes :

$$T = (| i_1 | + | i_2 |) \times (R / 2) = (| 6.36\% | + | 4.25\% |) \times (2400 / 2) = 127.32 \text{ (m)}.$$

Calcul des flèches :

$$H = T^2 / 2R = (127.32)^2 / (2 \times 2400) = 3,377 \text{ (m)}.$$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

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

$$S_B = \begin{cases} S_S - T = | 220 - 127.32 | = 92.68 \text{ (m)}. \\ Z_B = \begin{cases} Z_S - T \times | i_1\% | = | 603.437 - 127.32 | \times | 6.36\% | = 5.9 \text{ (m)}. \end{cases} \end{cases}$$

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

$$S_C = \begin{cases} S_S + T = | 220 + 127.32 | = 347.32 \text{ (m)}. \\ Z_C = \begin{cases} Z_S - T \times | i_2\% | = | 603.437 - 127.32 | \times | 4.25\% | = 20.23 \text{ (m)}. \end{cases} \end{cases}$$

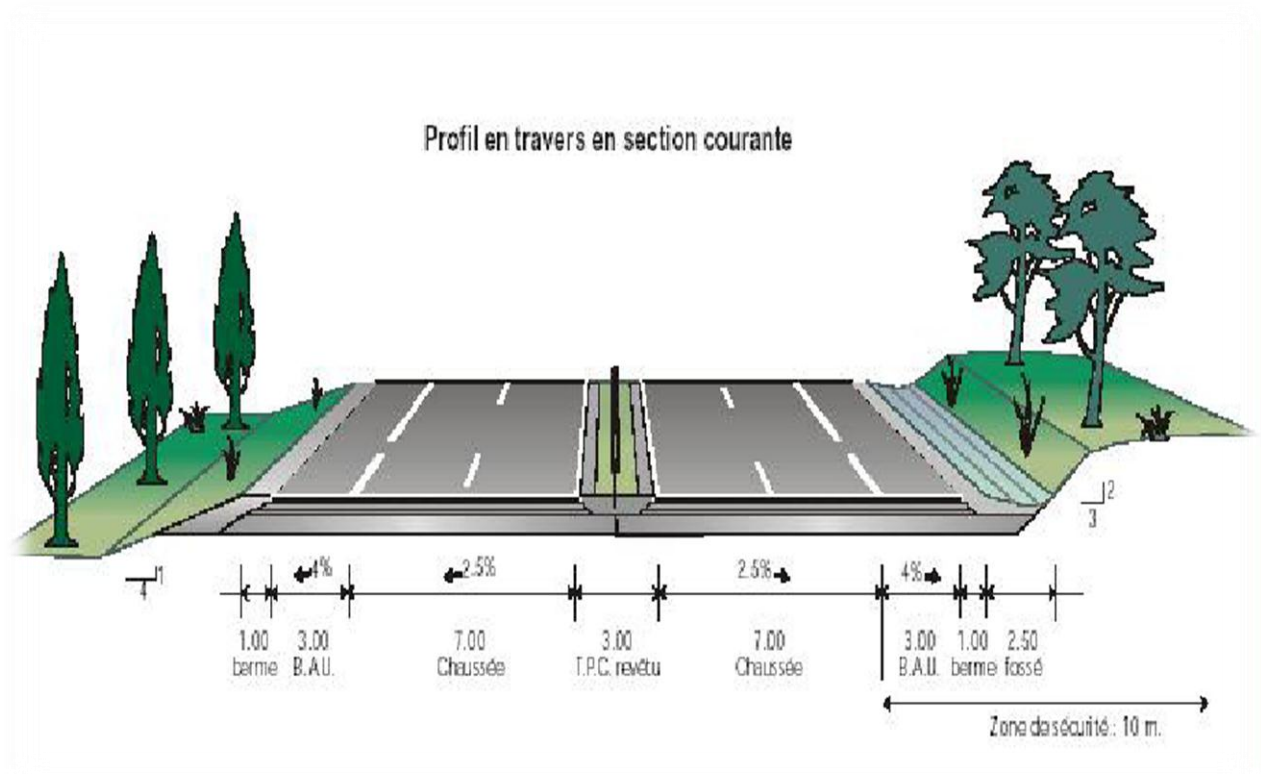
Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 127.32 = 254.64 \text{ (m)}.$$

Les résultats de calcul sont joints en Annexe.

CHAPITRE

(VI)



PROFIL EN TRAVERS

VI.1. Définition.

VI.2. Les éléments du profil en travers.

VI.3. Classification du profil en travers.

VI.4. Application au projet.

PROFIL EN TRAVERS

VI.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....).

VI.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 terres pleins centraux 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.

Profil en travers type(cas mixte)

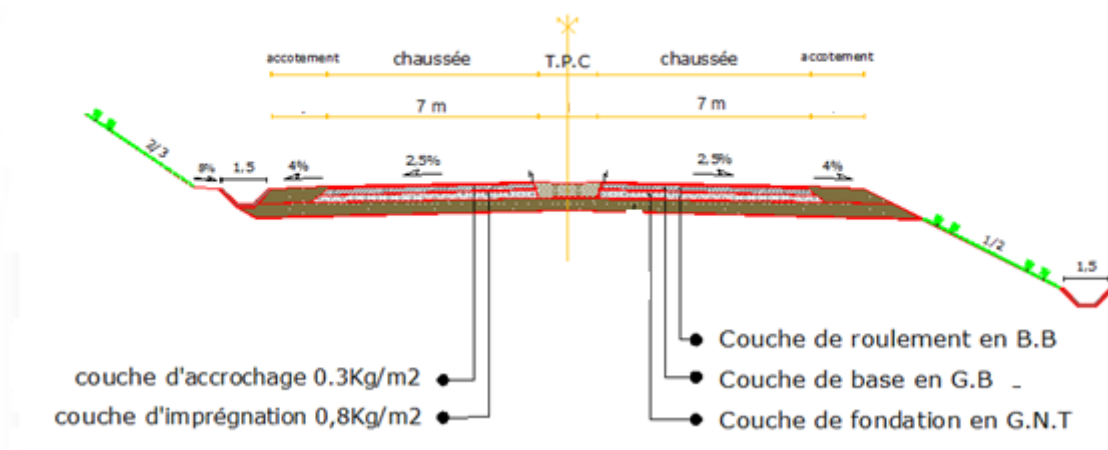


Photo-1- Le Profil En Travers Type.

VI.3.CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :

Ils existent deux types de profil :

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

VI.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 des 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.

VI.3.2. Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distance de 20 m.

VI.4. APPLICATION AU PROJET :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour l'évitement sera composé d'une route de $2 \times (2 \times 3,5)$ voies. Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- *Chaussée : $2 \times (3,5m \times 2) = 14,00 (m)$.*
- *Accotement : $2 m \times 2 = 4(m)$.*
- *Terre plain central (TPC) = $1(m)$.*
- *Plate-forme : = $19 (m)$.*

CHAPITRE (VII)



CUBATURES

VII.1. Introduction.

VII.2. Définition.

VII.3. Méthodes de calcul des cubatures.

VII.4. Calcul des cubatures de terrassement.

Promotion 2012

CUBATURES

VII.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)).

VII.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.

VII.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.

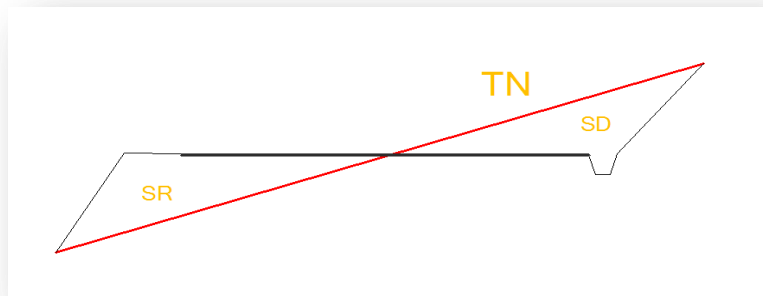


Photo -1- La surface de déblai et remblai par rapport au terrain naturel

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

VII.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.

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

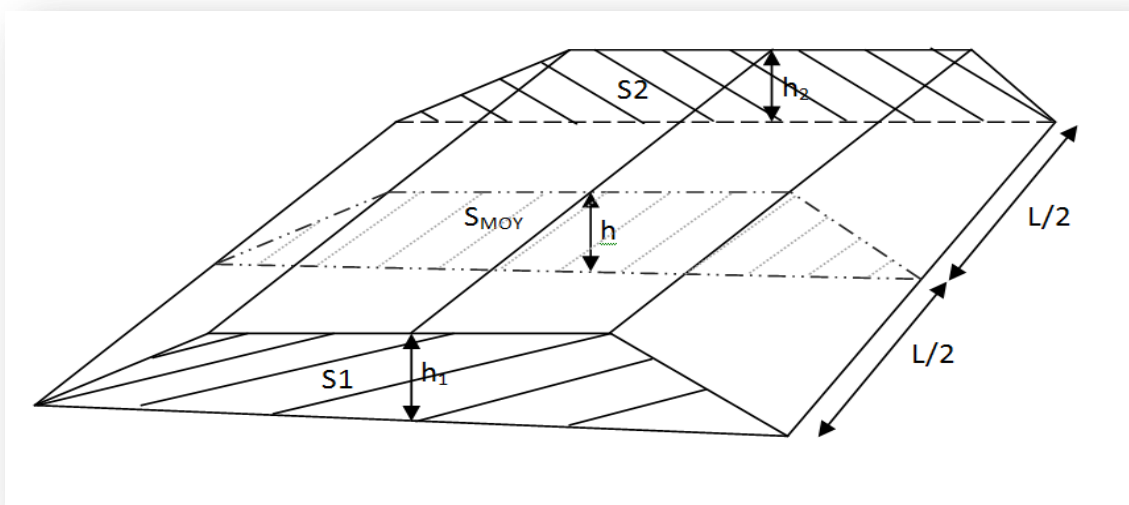
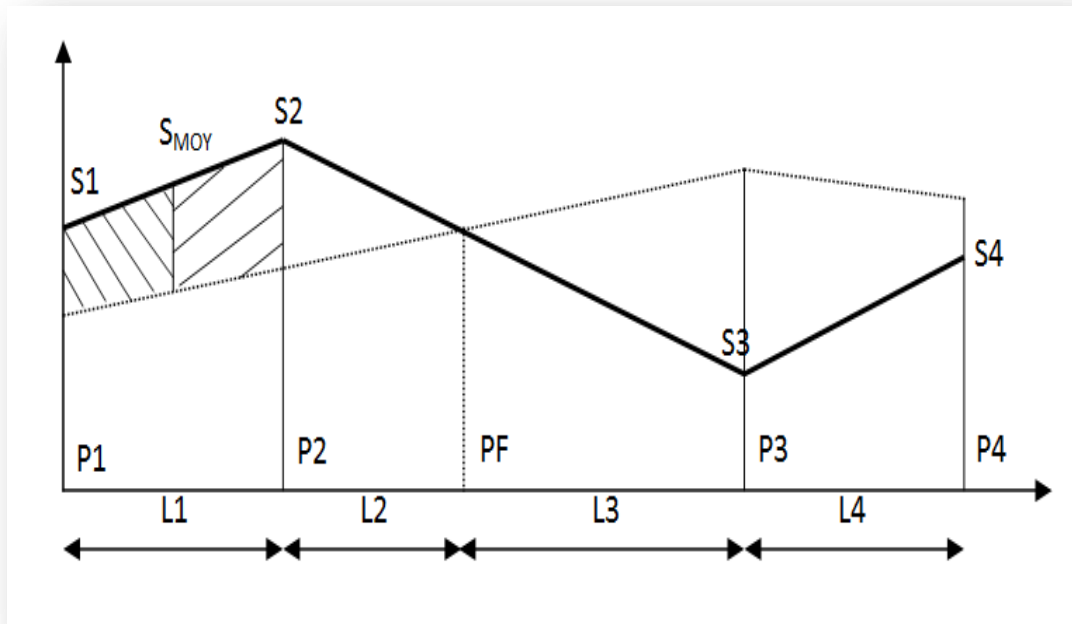


Photo -2- Le Calcule De Cubature Avec La Méthode De SARRAUS



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

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions SMOY et $(S_1+S_2)/2$

Donc:

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

Donc les volumes seront :

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 : V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2) \quad ; \quad \text{Entre } P_2 \text{ et } PF : V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0) \quad .$$

$$\text{Entre } PF \text{ et } P_3 : V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3) \quad ; \quad \text{Entre } P_3 \text{ et } P_4 : V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4) \quad .$$

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

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

VII.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.

VII.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.

VII.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 5.05.

Les résultats de calcul des cubatures sont joints en Annexe.

CHAPITRE (VIII)



ETUDE GEOTECHNIQUE

VIII.1. Introduction.

VIII.2. Les moyens de reconnaissance.

VIII- 3. Condition d'utilisation des sols en remblais.

Promotion 2012

GEOTECHNIQUE

VIII.1- INTRODUCTION

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée.




Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés; et qui s'exige des reconnaissances géotechniques.

VIII.2- LES MOYENS DE LA RECONNAISSANCE :

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

-  *L'étude des archives et documents existants.*
-  *Les visites de site et les essais « in-situ ».*
-  *Les essais de laboratoire.*



VIII.2.1- l'étude des archives et documents existants :

Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont source précieuse d'informations préliminaires sur la nature des terrains traversés.

Les cartes géologiques et géotechniques de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques des formations existantes.

VIII.2.2- les visite sur site et les essais « in-situ » :

Les visites sur site permettent de vérifier et de préciser les informations déjà recueillies sur les documents précédemment cités. Cependant, la connaissance précise des caractéristiques des sols en présence nécessite des investigations « in-situ » permettant :

-  *Soit la mesure de certaines caractéristiques en place.*
-  *Soit le prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais de laboratoire.*

Dans la plupart des cas, ces deux éléments sont combinés.

A- La reconnaissance « in-situ » :

La première reconnaissance visuelle, permet d'arrêter un premier programme de reconnaissance « in-situ » en fonction des sols rencontrés et des problèmes géotechniques pressentis.

Le programme peut comprendre une gamme assez variée d'investigation que l'on présentera succinctement dans ce qui suit :

B- Les essais de pénétration :

Le principe consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni d'une pointe ou d'une trousse coupante à son extrémité et de mesure de la résistance du sol à l'effort de pénétration.

Les types de pénétromètres sont utilisés :

- ✚ Pénétromètre dynamique.
- ✚ Le standard pénétromètre test ou SPT.
- ✚ Pénétromètre statique.

VIII.2.3. LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE :

Les essais réalisés en laboratoire sont :

- ✚ Les essais d'identification.
 - ✚ Les essais mécaniques.
- a- Les essais d'identification:**
- ✚ Teneur en eaux et masse volumique.
 - ✚ Analyse granulométrique.
 - ✚ Limites d'Atterberg.
 - ✚ Equivalent de sable.
 - ✚ Essai au bleu de méthylène (ou à la tache).

b- Les essais mécaniques :

- ✚ Essai PROCTOR.
- ✚ Essai CBR.
- ✚ Essai Los Angeles.
- ✚ Assai Micro Deval.



VIII-2-3-1. Les essais d'identification :

Masse volumique et teneur en eau:

Le principe de la poussée d'Archimède .En effet, on mesure le volume d'eau déplacé hors de l'introduction d'un certain poids de sol sec, la connaissance du poids des grains solides et de leur volume permet de calculer le **Teneur en eau** : exprime, pour un volume de sol donné, le rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit $\omega = W_w/W_s$

a- Masse volumique:

(γ) est la masse d'un volume unité de sol : $\gamma = W/V$.

On calcule aussi la masse volumique sèche : $\gamma_d = W_s/V$

- **Principe de l'essai:** on utilise poids volumique des grains solides.
- **But de l'essai:** le but de cet essai est de déterminé expérimental au laboratoire de certains caractéristique physique des sols
- **Domaine d'utilisation:** Cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

b- Analyses granulométriques :

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.

- **Principe d'essai :** l'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoires reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes
- **But de l'essai :** c'est un essai qui a pour objet de la détermination en poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).
- **Domaine d'utilisation:** La granulométrie est utilisée pour la classification des sols en vue de leur utilisation dans la chaussée.

c- Limites d'Atterberg :

- **Limite de plasticité (W_p)**, caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plasticité. Elle varie de 0% à 100%, mais elle demeure généralement inférieure à 40%.
- **Limite de liquidité (W_L)**, caractérisant le passage du sol de l'état plasticité à l'état liquide $W_L = \omega(N/25)^{0.125}$

ω : teneur en eau au moment de l'essai

donnant n coups

N : nombre de coups

- **L'indice de plasticité (I_p)**, $I_p = W_L - W_P$
- **Principe de l'essai** : La détermination de W_L et W_P nous donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permet de le classer grâce à l'abaque de plasticité de **Casa grande**.
- **But de l'essai** : Cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action de la teneur en eau, il se fait uniquement sur les éléments fins du sol (caractériser les sols fins).
- **Domaine d'application**: L'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme)

d- Equivalent de sable :

Lorsque les sols contiennent très peu de particules fines, les limites **D'ATTERBERG** ne sont pas mesurables, pour décaler la présence en quantité plus ou moins importante de limon et d'argile, on réalise un essai appelé « **équivalent de sable** ».

- **Principe de l'essai** : L'essai équivalent de sable s'effectue sur la fraction des sols passant au tamis de 5mm ; il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments les plus fins contenus dans cette fraction, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments dits sableux et les éléments plus fins (argileux par exemple)
- **But de l'essai** : Cet essai permet de mettre en évidence la proportion de poussière fine nuisible dans un matériau. Et surtout utilisé par les matériaux routiers et les sables

à béton.

Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les limons et argiles. Cet essai révèle très intéressant au laboratoire et sur chantier grâce à sa simplicité, sa rusticité, son faible coût et sa rapidité.

➤ **Domaine d'application:** Cette détermination trouve son application dans de nombreux domaines notamment les domaines suivants :

- ✚ Classification des sols.
- ✚ Etude des sables et sols fins peu plastique.
- ✚ Choix et contrôle des soles utilisables en stabilisation mécanique.
- ✚ Choix et contrôle des sables à béton.
- ✚ Contrôles des sables utilisés en stabilisation chimique.
- ✚ Choix et contrôle des granulats pour les enrobés hydrocarbonés.

E -Essai au bleu de méthylène (ou à la tache) :

Les molécules de bleu de méthylène ont pour propriété de se fixer sur les surfaces externes et internes des feuillets d'argile, la quantité de bleu adsorbée par 100 grammes de sol s'appelle

« **Valeur Au Bleu** » du sol et est notée **VBs**, la **VBs** reflète globalement :

- ✚ La teneur en argile (associée à la surface externe des particules).
- ✚ L'activité de l'argile (associée à la surface interne).

L'essai consiste à mettre en suspension une fraction de sol (**0/d**) avec **d ≤ 10mm** et à ajouter à cette suspension des doses successives de **5ml** d'une solution de bleu de méthylène jusqu'à apparition d'une auréole bleue autour de la tâche constituée par le sol, l'auréole bleue indique l'excès de cette solution dans les particules d'argile.

La valeur **VBs** est alors calculée à l'aide de la relation :

$$VBs = VBs(0/d) \times C(0/d) / 100C(0/d)$$
 étant le pourcentage de la fraction **0/d** du sol étudié.

VIII-2-3-2. Les Essais Mécaniques :

a- Essai Proctor :

L'essai Proctor est un essai routier, il s'effectue à l'énergie dite modifiée, il y a aussi l'énergie normale.

➤ **Principe de l'essai :** *L'essai consiste à mesurer le poids volumique sec d'un sol disposer en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couches étant compacter avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage. Les grains passants par le tamis de **5 mm** sont compactés dans le moule Proctor.*

➤ **But de l'essai :** *L'essai **Proctor** consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage (la réduction de son volume par réduction des vides d'air) et une teneur en eau c'est- à-dire la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour un compactage bien défini.*

➤ **Domaine d'utilisation:** *Cet essai est utilisé pour les études de remblai en terre, en particulier pour les sols de fondations (route, piste d'aérodromes).*

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

On réalise en général trois essais :

« **CBR standard** », « **CBR immédiat** », « **CBR imbibé** ». *On s'intéresse actuellement au «CBR imbibé».*

➤ **Principe de l'essai :** *on compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum (**Proctor modifié**) avec trois(3) énergies de compactage **25c/c**; **55c/c** ; **10c/c** et imbibé pendant quatre(4) jours. Les passants sur le tamis inférieur à **20mm** dans le moule **CBR**.*

➤ **But de l'essai :** *L'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.*

➤ **Domaine d'utilisation:** *Cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.*

e- Essai Los Angeles :

L'essai LA est un essai très fiable est de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau.

- **Principe de l'essai :** *L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1,6 mm produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine Los Angles.*
- **But de l'essai :** *L'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.*
- **Domaine d'application:** *L'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement)*

f- Essai Micro Deval:





Il est en général effectué deux essais, pour avoir deux coefficients (Deval sec) et (Deval humide). On s'intéresse actuellement au MDE (DEVAL humide) qui est de plus en plus pratiquée

- **Principe de l'essai :** *L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1.6 mm (Tamis de 1.6mm) produits dans la machine Deval par les frottements réciproques.*
- **But de l'essai :** *L'essai Micro-Deval humide permet de mesurer la résistance à l'usure des matériaux dans des conditions bien définies. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.*
- **Domaine d'application:** *Choix des matériaux utilisés dans les structures de chaussée.*

VIII- 3. 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 **>80mm**.
-  Matériaux plastique **$I_p > 20\%$** 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.

NB: *A défaut de ne pas avoir eu le rapport géotechnique nous n'avons pas pu traiter la partie géotechnique le donnée est manque.*

CHAPITRE (IX)



DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

IX.1. Introduction.

IX.2. Principe de la constitution des chaussées.

IX.3. Les différents types des chaussées.

IX.4. Méthodes de dimensionnement.

IX.5. Application au projet.

IX.6. Conclusion.

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

IX.1. INTRODUCTION:

Le dimensionnement de corps de chaussées représente l'épaisseur des différentes couches qu'on doit adopter à notre chaussée, Elle doit être suffisante pour qu'elle ait une durée satisfaisante, et non Surabondante pour éviter les dépenses supplémentaires.

Pour cela la qualité de la construction des chaussées, passe d'abord par une Bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, lui permettant de résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges D'exploitation.

La chaussée doit assurer une circulation des véhicules dans des conditions de confort et de sécurité souhaitable.

Le calcul et la justification des épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée retenue, sont fixés en fonction des paramètres fondamentaux qui sont les suivants :

- + L'environnement de la route.*
- + Le trafic.*
- + La nature du sol support.*
- + Les matériaux choisis.*
- + La durée de vie de la chaussée.*

IX.2. PRINCIPE DE LA COSTITUTION DES CHAUSSEES :

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, surement et sans usage exagéré du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

- + De la charge des véhicules.*
- + De freinage.*
- + Des intempéries.*
- + Des efforts de cisaillements.*

IX.3. LES DIFFERENTS TYPES DES CHAUSSEES :

Il existe trois types de chaussée:

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

+ les chaussées souples :

Dans une chaussée souple, on distingue les couches, suivantes :

- *La couche de surface ou couche de roulement ;*
- *La couche de base.*
- *La couche de fondation.*
- *La couche de forme.*

+ Couche de surface :

La couche de surface est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillements engendrés par la circulation. Elle est en générale composée d'une couche de roulement qui a pour rôle :

- ❖ *D'imperméabiliser la surface de chaussée.*
- ❖ *D'assurer la sécurité (par l'adhérence) et le confort des usages (diminution de bruit, bon uni).*

La couche de liaison a pour objectif d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.

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

+ Couche de base:

La couche de base est formée en générale de grave concassée ou de grave bitume, tuf, sable gypseux, ...

Elle a pour but d'encaisser les efforts verticaux et de répartir les contraintes normales qui en résultent sur la couche de fondation sans aucune déformation ni dégradation.

La couche de base se traite avec beaucoup de soin, elle doit avoir de meilleurs matériaux car les contraintes sont plus élevées vers la surface qu'au fond. L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

Couche de fondation:

La couche de fondation constitue avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base, cependant elle contient des matériaux non traités de moindre qualité et coût.

Couche de forme:

La couche de forme contenant généralement des matériaux disponibles sur le chantier ou localement, elle sera constituée généralement des matériaux sableux ou graveleux propres. Elle a pour rôle d'améliorer et d'uniformiser certains sols fins non traités possédant des caractéristiques géotechniques médiocres. Actuellement, on tient compte d'améliorer la portance du sol support à long terme, par la couche de forme. L'épaisseur de la couche de forme est en générale entre 40 et 70 cm.

- ❖ Les chaussées semi-rigides ;
- ❖ Les chaussées rigides.

IX.4. METHODES DE DIMENSIONNEMENT:

Toutes les méthodes existantes de dimensionnement du corps de chaussée s'appuient sur la force portante du sol, le trafic et les caractéristiques mécaniques des matériaux constituant les différentes couches. Notre corps de chaussée sera dimensionné avec les deux méthodes suivantes :

- *Méthode CBR.*
- *Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTPP.*

✚ Trafic:

Les services de la S-A-E-T-I ont effectué un comptage en 2008 afin d'estimer le trafic en horizon et cela pour que notre route soit mise en service en 2012 et assurant une durée de vie de 20 ans.

Les résultats obtenus sont les suivant:

TJMA (v/j)	% PL
8200	9

Tableau-1-valeur de TJMA et PL

IX.4.1. Methode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

La méthode (Semi-Empirique) est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90-100) % de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau de moins de 15 (cm). L'indice CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale répartie suivant la théorie de BOUSSINESQ, soit inférieure à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice CBR.

Le mode de calcul est le suivant :

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

- I_{CBR} : Indice CBR.
- N : Désigne le nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide.
- P : Charge par roue $P = 6.5$ t (essieu 13 t).
- Log : Logarithme décimal.
- E : Epaisseur équivalente.

❖ Notion de l'épaisseur équivalente:

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques des différentes couches. L'épaisseur équivalente d'une couche égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient « a » appelé coefficient d'équivalence. L'épaisseur équivalente de la chaussée regroupe la totalité des couches équivalentes:

$$E_{eq} = \sum e_i (\text{réel}) \times a_i$$

- 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. (a_1, a_2, a_3) : sont Les coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches e_1, e_2, e_3 .

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence selon le matériau utilisé sont représentées dans le tableau suivant :

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence 'a'
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier	1.00
Tuf	0.7 à 0.8
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitumineux	1.50 à 1.70

Tableau-2-Les coefficients d'équivalence.

Remarque :

Afin d'estimer l'épaisseur réelle de la chaussée, en fixant e_1 et e_2 et en calculant e_3 , généralement les épaisseurs adoptées sont les suivantes :

BB: 6-8cm

GB : 10-25cm

IX.4.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) :

Afin de faciliter la tâche à l'ingénieur routier un manuel pratique de dimensionnement d'une utilisation facile a été conçu ; caractérisé par des hypothèses de base sur les paramètres caractéristiques (la stratégie de dimensionnement, niveau de service, trafic, caractéristiques du sol, climat, matériaux).

- ✚ **Matériaux** : traités au bitume (GB, BB), non traités.
- ✚ **Trafic** : classé selon le nombre de (Pl /j/sens) à l'année de la mise en service.
- ✚ **Portance du sol support (Si)** : selon l'indice CBR (voir le tableau).
- ✚ **Climat** : l'Algérie est divisée en trois zones (humide, semi-aride, aride).

❖ **Détermination de la classe du trafic :**

Le trafic est caractérisé par le nombre de poids lourds de charge utile supérieure à 50 (Km) par jour au niveau de la voie la plus chargée.

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumule sur 20 ans
T1	$T < 7.3 \times 10^5$
T2	$3.7 \times 10^5 < T < 2 \times 10^6$
T3	$2 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
T4	$7.3 \times 10^6 < T < 4 \times 10^7$
T5	$T > 4 \times 10^7$

Tableau-3-Classement du trafic suivant le catalogue.

Commençant par la détermination du poids lourds cumulé sur 20 ans et définissant à partir du tableau ci-dessus la classe correspondante de du trafic correspondant. Le trafic cumulé est donné par la formule ci-après :

$$T_C = T_{PL} \left[1 + \frac{(1+\tau)^{n+1} - (1+\tau)}{(1+\tau) - 1} \right] \times 365$$

- **TPL** : Trafic poids lourds à l'année de mise en service.
- **n**: Durée de vie ($n = 20$ ans).
- **T**: Taux de croissance du trafic.

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

En se basant sur la valeur de l'indice CBR du sol support en définissant la classe du sol. Les différentes catégories de sol sont résumées dans le tableau suivant :

Classe du sol	Indice C.B.R
S1	25 à 40
S2	10 à 25
S3	5 à 10
S4	<5

Tableau-4-Classe de sols.

IX.5. APPLICATION AU PROJET :

IX.5.1. Méthode C.B.R :

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

- **P** : Charge par roue $P = 6.5$ t (essieu 13 (t)).
- **Log**: Logarithme décimal.
- **E** : Epaisseur équivalent.

On a :

$$Z = \% PL = 9\% ; \quad I_{CBR} = 11 \quad P = 6.5 (t).$$

$$TJMA2012 = 9593 (v / j) ,$$

$$TJMA2032 = 21019v/j$$

$$N_{pl\ 2012} = \% PL \times TJMA_{2012} \Rightarrow N = 0.09 \times 9593 \Rightarrow N_{pl\ 2012} = 863(pl/j).$$

Poids lourd de l'année (2032) pour une durée de vie de 20 ans.

$$N_{pl\ 2032} = 863 (1 + 0,04)^{20/2} = 946(v / j/sens)$$

Donc :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) \times \left[75 + 50 \cdot \log \left(\frac{946}{10} \right) \right]}{(11 + 5)} = 34 \text{ cm} \Rightarrow e = 34 \text{ cm}.$$

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

- 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.

Calcul de l'épaisseur e_3 :

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

$$e_2 = 15 \text{ cm en grave bitume (GB)} \Rightarrow a_2 = 1,5.$$

$$e_3 = \text{épaisseur d' un matériaux non traité (Tuf)} \Rightarrow a_3 = 0,7$$

$$\text{on a } E_{eq} = 6 \times 2 + 10 \times 1,5 + 0.7 \times e_3 = 34 \text{ cm}.$$

$$\text{Donc : } e_3 = 10 \text{ (cm).}$$

Donc la structure suggérée de notre corps de chaussée est la suivante :

$$6 \text{ (BB)} + 10 \text{ (GB)} + 15 \text{ (TUF)} = 31 \text{ cm}$$

Le schéma ci dessous montre la disposition de notre corps de chaussée :

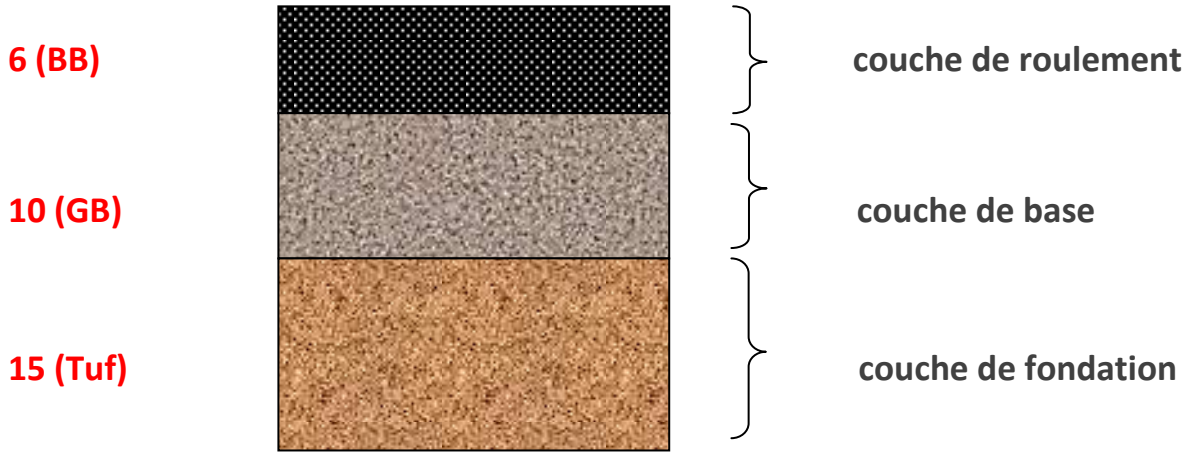


Photo-1- Les Couches Du Corps De Chaussée Méthode CBR

IX.5.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

✚ Détermination du type de réseau:

On a: $TJMA=8200 > 1500 \text{ v/j} \Rightarrow$ Donc le réseau est principal ce qui amène au niveau 1 (RP1).

✚ Choix des structures types par niveau de réseau principal: (RP1)

D'après le catalogue de dimensionnement notre choix se fixe sur une structure de type GB/GNT.

✚ Détermination de la classe de trafic TPLi pour RP1:

- Notre projet se trouve à Draa El Mizan dans la wilaya de Tizi Ouzou qui fait parti a la zone climatique1 (Zone I)
- La durée de vie est évaluée à 20 ans.
- Le Taux de d'accroissement est de 4 (%).
- $TJMA_{2012} = 9593(\text{véh/j})$.

$$TPL = \left[\frac{TJMA_{2012} \times Z}{2} \right] \times 0.5$$

$$TPL = \left[\frac{9593 \times 0.09}{2} \right] \times 0.5 \Rightarrow TPL = 216(\text{PI} / \text{j} / \text{sens}).$$

Dimensionnement du corps de chassée

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

TPL3.

	TPL0	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/J/sens				150	300	600	1500	3000
Pour	-	-	-	a	a	a	a	a
(RP1)				300	600	1500	3000	6000

Tableau-5-Classe de trafic.

✚ Détermination de la portance de sol support de chaussée:

Le sol doit être classé selon la valeur de CBR .les différentes catégories obtenues sont regroupé dans le tableau si dessous:

CBR = 11. D'après le catalogue, l'ordre de portance de sol est le: **S2.**

Classe de sol	indices
S1	25-40
S2	10-25
S3	5-10
S4	<5

Tableau-6-Classe du sol selon le catalogue.

En s'appuyant sur les normes du catalogue des structures, en trouvant la structure suivante :

- 6cm : couche de roulement en (B.B) : béton bitumineux.
- 10 cm : couche de base en (G.B) : grave bitume.
- 30 cm : couche de fondation en (GNT) : grave non traité.

Structure suggérée : **6 BB + 10GB + 30 GNT =46 (cm).**

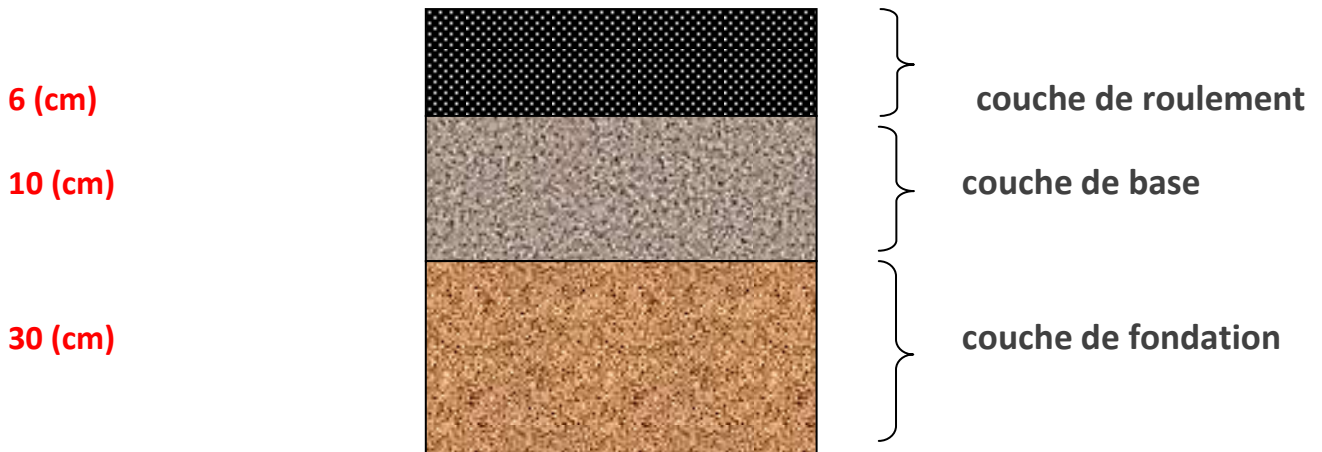


Photo-2- Les Couches De Corps De Chaussée Par La Méthode Du Catalogue.

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

Il faudra vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide d'alizé III, sera inférieures aux valeurs admissibles calculées.

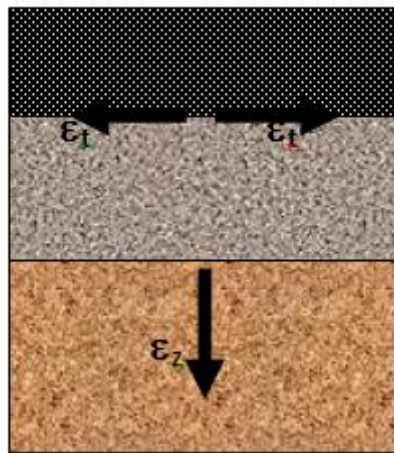


Photo-3- La Position De Contrainte Et La Déformation

Avec : $\epsilon_z < \epsilon_{z.adm}$ et $\epsilon_t < \epsilon_{t.adm}$

A : coefficient d'agressivité.

▪ **Evaluation du trafic cumulé des poids lourds (TCi) :**

$$TCi = TPLi \times 365 \times ((1 + \tau)^n - 1) / \tau.$$

$$TC_{2032} = 16 \times 365 \times ((1 + 0,04)^{20} - 1) / (0,04) = 2,34 \times 10^6 \text{ (pl/j/sens)}$$

$$TCE_{2032} = 248,04 \text{ (pl/j/sens)}$$

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

Tableau-7-Valeurs du coefficient d'agressivité A.

Calcul de trafic cumule équivalent :

$$TCE_i = TC_i \times A$$

$$TCE_{2032} = 2,34 \times 10^6 \times 0,6 = 1,404 \times 10^6 \text{ (pl/j/sens)}$$

Calcul de sollicitations admissibles :

$$\epsilon_{t.adm} = \epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times \left(\frac{TCE_i}{10^6}\right)^b \times \sqrt{\left[\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})} \times 10^{-t \cdot b \cdot \delta} \times k_c\right]}$$

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

Dimensionnement du corps de chaussée

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

Tableau -8- choix de température équivalente

Matériaux	E (30°C, 10Hz)	E (25°C, 10Hz)	E (20°C, 10Hz)	E (10°C, 10Hz)	$\epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz})$	$\frac{-1}{b}$	S_N	S_h	ν	K_C
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.8 4	0.45	3	0.35	1.3

Tableau-9- Les Performances Mécaniques Des Matériaux Bitumineux.

Ainsi d'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves 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 (TPL3).
- Risque adoptés pour réseau RP1 ($R\% = 20$).
- C : coefficient égal à 0.02.
- t : fractale de loi normal, en fonction de risques adoptés ($t = -0.842$).

$$\delta = \sqrt{\left[S_N^2 + \left(\frac{C}{b} \times S_h \right)^2 \right]}$$

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

Application:**Déformations admissibles verticales :**

$$\varepsilon_{z.adm} = 22 \times 10^{-3} \times (1,4 \times 10^6)^{-0.235} \Rightarrow \varepsilon_{z.adm} = 790 \times 10^{-6}.$$

Déformations admissibles de traction :

$$\varepsilon_{t.adm} = 100.10^{-6} \times \left(\frac{1,404 \times 10^6}{10^6} \right)^{-0.146} \times \sqrt{\left[\frac{12500}{7000} \times 10^{-(0.842 \times 0,609 \times 0,146)} \times 1.3 \right]}$$

$$\Rightarrow \varepsilon_{t.adm} = 133 \times 10^{-6}.$$

Vérifications avec ALIZE III :

	Epaisseurs (cm)	Modules (mpa)	Coeff de poisson
Couche de roulement	6 BB	4000	0.35
Couche de base	10 GB	7000	0.35
Couche de fondation	30GNT	137.5	0.25
Sol support	INF	55	0.35

Tableau-10-Caractéristiques des couches.

Résultats de calcul obtenus par ALIZE III :

- *Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées*
- *Selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra*

Les résultats de calcul :

-titre de l'étude:

Evitement de Draa el Mizan

Données Chargement :

- jumelage standard de 65 kN
- pression verticale : 0,6620 MPa
- rayon de contact : 0,1250 m
- entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en $\mu\text{d}\acute{e}\text{f}$; déflexions en mm/100 notations :

X=axe transversal Y=axe longitudinal Z=axe vertical

R=axe vertical roue J=axe vertical entre-jumelage

Tableau (synthèse):

Tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et

Compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale

Tableau 1+2 (synthèse) :

**Tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et
Compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale**

niveau	calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
----- surface (z=0.000) -----					
h= 0,060 m	0,000m	59,4 X-J	0,994 X-J	-114,0 Z-R	0,659 Z-R
E= 7000,0 MPa					
nu= 0,350	0,060m	-7,2 X-R	0,188 X-R	49,6 Z-R	0,482 Z-R
----- collé (z=0,060m) -----					
h= 0,100 m	0,060m	-7,2 X-R	0,133 Y-J	81,7 Z-R	0,482 Z-R
E= 4000,0 MPa					
nu= 0,350	0,160m	-124.2 Y-J	-0.012 Y-R	219,3 Z-R	0,083 Z-R
----- collé (z=0,160m) -----					
h= 0,300 m	0,160m	-124.2 Y-J	-0,012 Y-J	629,0 Z-R	0,083 Z-R
E= 137,5 MPa					
nu= 0,250	0,460m	-230,0 Y-J	-0,030 Y-J	333,4 Z-J	0,032 Z-J
----- collé (z=0,460m) -----					
h infini	0,460m	-230,0 Y-J	-0,002 Y-J	587,5 Z-J	0,032 Z-J
E= 55,0 MPa					
nu= 0,35					

Dimensionnement du corps de chaussée

Résultats de la simulation :

	Déformations calculées	Déformations admissibles
ε_z sol support	587.5×10^{-6}	790×10^{-6}
ε_t à la base de GB	12.42×10^{-5}	13.3×10^{-5}

Tableau-11-résultats de la simulation

La structure **6 BB + 10 GB + 30 GNT** est donc vérifiée, car :

$$\varepsilon_t = 12.42 \times 10^{-5} < \varepsilon_{t.adm} \text{ et } \varepsilon_z = 587.5 \times 10^{-6} < \varepsilon_{z.adm}$$

Résumé :

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

Indice CBR	méthode	
	CBR	C.T.T.P
11	6 (BB) + 10 (GB) +15(TUF)	6 (BB) + 10 (GB) +30 (GNT)

Tableau-12-Récapitulatifs Des Résultats.

IX.6. CONCLUSION:

D'après le tableau ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée, 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 inférieure et différentes à celle du catalogue.

La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue, et tient compte d'un soin particulier du poids lourds. 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*
- *Un meilleur comportement à l'orniérage.*
- *observations qui seront faites.*

CHAPITRE

(X)



ASSAINISSEMENT

X-1. Calcul hydraulique

X-2. Dimensionnement des fosses

X-3. dimensionnement des ouvrages traverses

X-4 application de projet

Promotion 2012

ASSAINISSEMENT

X-1. HYDRAULIQUE

X.1.1. 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, gondoies, 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, ...).

X.1.2. Types de dégradation:

Les ruissellements des eaux en surfaces de la route engendrent de graves dégâts à cause de mauvais drainage et entretien. Ces dégradations présentent sous forme de :

A- Pour les chaussées :

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
- Désenrobage.
- Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic).
- Décollement des bords (affouillement des flancs).

B- Pour le talus :

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillements du pied de talus.

X.1.3. dispositions constructives:

L'assainissement des chaussées des routes doit remplir les objectifs suivants:

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée, (danger d'aquaplaning).
- Assurer l'évacuation des eaux s'infiltrant à travers du 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 effet de gel).
- Ces objectifs seraient atteints par une bonne installation (dans la zone en déblai et les points bas) d'ouvrages d'évacuations comme fossé dalots dans notre cas.
- Leurs dimensions seront fonction du débit d'eaux recueillit.

X.1.4. types de canalisations:

L'évacuation des eaux hors ouvrage s'effectue par le biais de dispositifs adéquats appelés «canalisations », son réseau est partagé en deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).

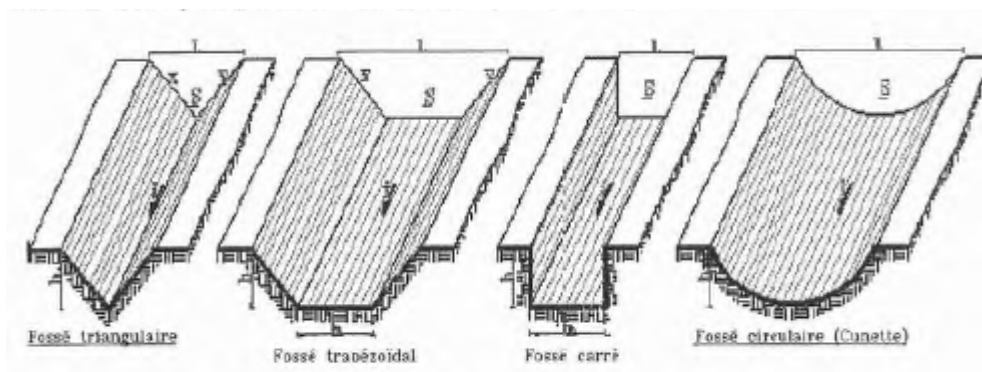


Photo-1-Différents types des fossés longitudinaux.



Photo -2-ouvrages de raccordement (regards)

Ouvrages transversaux (busse, dalot)



Tête d'aqueduc de sécurité

photo-3- représente l'Ouvrage d'assainissement transversal

X-1-5.donnees hydrauliques:

Les données hydrauliques sont tirées de l'étude effectuée par l'A.N.R.H dans la région de Tizi-Ouzou. Les données nécessaires aux calculs concernent:

- Les précipitations moyennes de 24h : $P_{24} = P_j = 60,35$
- Le coefficient de variation de la région considérée $C_v = 0,42$
- L'exposant climatique de la région $b = 0,21$
- Les précipitations maximales journalières de fréquence donnée P (%)

Le calcul de la précipitation P_j (%) est obtenu par la formule suivante:

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

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, 50 ans, 100 ans. Soit le tableau suivant qui donne les valeurs de variable du gaussien en fonction de la fréquence.

Fréquence	Période de retour (ans)	Variable de gaussien
50	02	0.00
20	05	0.84
10	10	1.28
02	50	2.05
01	100	2.327

Tableau -1-variable de gaussien

Remarque :

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

X-1- 6.calcul hydraulique:**A- Calcul de précipitation:**

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

- Pendant 10 ans :

$$u = 1.28 \quad C_v = 0.42 \quad P_j = 60.35$$

$$P_j(10\%) = 93.28 \text{ mm.}$$

- Pendant 50 ans :

$$u = 2.05 \quad C_v = 0.42 \quad P_j = 60.35$$

$$P_j(2\%) = 127.13 \text{ mm.}$$

- Pendant 100 ans :

$$u = 2.327 \quad C_v = 0.42 \quad P_j = 60.35$$

$$P_j(1\%) = 142.14 \text{ mm}$$

B- Calcul de l'intensité de l'averse:

L'intensité à l'averse est donnée par la relation suivante:

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^B$$

Avec :

▪ **Exposant climatique b :** $b=B+1$

▪ **Temps de concentration :**

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

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

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

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

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

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

Où :

- **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
- **H :** La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).
- **I :** l'intensité de l'averse pour une durée de 1h.

$$I = \frac{P_j}{24}$$

Pour $P_j (10\%) = 93.28 \text{ mm}$

$$\text{Donc } I = \frac{P_j}{24} = \frac{93.28}{24} = 3.88 \text{ mm/h}$$

X.1.7. surface des bassins versants :

Les bassins des différents écoulements présentent des surfaces peu importantes.

Les principales caractéristiques des bassins peuvent être déterminées :

- Les surfaces A sont mesurées au planimètre en Km^2 .
- Les longueurs de talweg principal L sont mesurées au curvimètre en Km

- La pente P est calculée en faisant le rapport de la dénivelée du talweg par longueur L en m/m.

A-Coefficient de ruissellement (C):

Le coefficient de ruissellement a été estimé à partir :

- De la pente du bassin versant.
- De l'intensité de pluie.
- De la couverture du bassin versant.
- De la perméabilité du terrain.

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

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée 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

Tableau -2- Coefficient de ruissellement 'C'

B-Calculs des débits :

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

$$Q_a = K.C.I_t.A$$

Avec :

- **K**: coefficient de concentration $K = 0.278$.
- **C**: coefficient de ruissellement.
- **I_t**: l'intensité de l'averse exprimée mm /h
- **A**: superficie du bassin versant.

Le débit de saturation de l'ouvrage d'assainissement est calculé par la formule de MANNING STICKLER.

Avec :

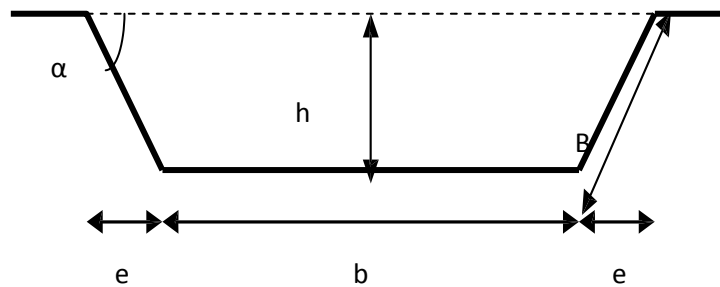
- R_h : rayon hydraulique.
- i : pente de l'ouvrage d'évacuation.
- K_{st} : coefficient de rugosité $k_{sr}=30$ (fossé en terre).

$R_h =$ section du profil mouillé / périmètre du profil mouillé.

X-2. DIMENSIONNEMENT DES FOSSES:

Le profil en travers hypothétique de fosse est donné dans la figure ci-dessous avec :

- S_m : surface mouillée.
- U : périmètre mouillé.
- R : rayon hydraulique $R = S/U$.
- P : pente du talus $P = 1/n$.



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

IX.2.1. Calcul de la surface mouillée :

$$S_m = b \times h + \frac{ab}{2}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n}$$

$$\text{D'où } e = nh$$

$$S_m = bh + n.h^2 = h. (b + n.h)$$

$$S_m = h. (b + n. h)$$

Calcul du périmètre mouille :

$$P_m = b + 2B$$

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

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

Les dimensions du fossé obtenues, en écrivant l'égalité, débit apport Q et débit de saturation Q_s .

Calcul le rayon hydraulique:

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

IX-2.2. Calcul des dimensions des fosses :

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation.

$$Q_a = Q_s = K \cdot I \cdot C \cdot A = K_{st} \cdot i^{1/2} \cdot S_m \cdot R_h^{2/3}$$

$$\text{D'où } Q = F(h).$$

La hauteur (h) d'eau dans le fossé correspond au débit d'écoulement au point de saturation. Cette hauteur sera obtenue, en égalisant le débit d'apport au débit de saturation.

$Q_a = Q_s = F(h)$ et calcul se fera par itération.

$$Q_a = Q_s = (K_{st} \cdot i^{1/2}) \cdot S_m \cdot R_h^{2/3} \left[\frac{h(b + nh)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3}$$

$$Q_a = Q_s = (K_{st} \cdot i^{1/2}) \cdot h(b + nh)$$

APPLICATION:

Le débit rapporté par la chaussée, de l'accotement et du talus est pris pour un cas défavorable.

L'intensité à l'averse I_t :

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^B$$

Avec : t_c la durée de chutes de 10 à 60 minutes si on prend $t_c = 15$ minutes

$$B = 0.21 - 1 = -0.79$$

$$I_t = I (0.016 / 24)^{-0.79} = 3.88 \times (0.016 / 24)^{-0.79} = 125.297 \text{ mm / heure.}$$

La surface de bassin versant : on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 100m en calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total. Une largeur de talus : été prise défavorable égale (15m).

Donc :

$$\text{➤ } Q_a = Q_c + Q_A + Q_t$$

$$\text{➤ } Q_c = K \cdot I_t \cdot C_c \cdot A_c$$

$$\text{➤ } Q_A = K \cdot I_t \cdot C_A \cdot A_A$$

$$\text{➤ } Q_t = K \cdot I_t \cdot C_t \cdot A_t$$

Avec :

➤ Q_c : débit rapporté par la chaussée.

➤ Q_A : débit rapporté par l'accotement.

➤ Q_t : débit rapporté par le talus.

➤ C_c : coefficient de ruissellement de la chaussée.

➤ C_A : coefficient de ruissellement de l'accotement.

➤ C_t : coefficient de ruissellement du talus.

➤ A_c : surface de la chaussée.

➤ A_A : surface de l'accotement.

➤ A_t : surface du talus

Calcul de surface:

Surface de la chaussée

$$A_c = 7 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,07 \text{ ha}$$

Surface de l'accotement

$$A_A = A_{acc}$$

$$A_{acc} = 2 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,02ha$$

Surface du talus

$$A_t = 9 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,3 ha$$

Calcul des débits

$$Q_C = 0.278 \times 0.95 \times 125.297 \times 0.07 \cdot 10^{-2} = 23 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/s$$

$$Q_{AC} = 0.278 \times 0.95 \times 125.297 \times 0.02 \cdot 10^{-2} = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/s$$

$$Q_t = 0.278 \times 0.25 \times 125.297 \times 0.09 \cdot 10^{-2} = 9,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/s$$

$$D'où Q_a = Q_A + Q_t + Q_C = 35,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/s$$

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	0.0007	0,95	125.297	0.23	0.0351
Accotement	0.0002	0.4	125.297	0.0278	
Talus	0.0009	0.3	125.297	0.093	

Tableau-3- résultats des débits

$$Q_a = Q_s = (kst \times \sqrt{i})h(b + nh)[h \times \frac{(b+nh)}{(b+2h\sqrt{1+n^2})}]^{\frac{2}{3}}$$

Pour n=1

$$\implies hi = \left[\frac{Q_a}{b \cdot ks \cdot \sqrt{i}} \right]^{\frac{3}{2}} \left[\frac{\left(1 + \frac{2.82h}{b}\right)^{-\frac{2}{5}}}{\left(1 + \frac{h}{b}\right)^{\frac{5}{2}}}\right]$$

Après le calcul itératif on a trouvé $h_0 = 0.37 \text{ m}$ donc $h = 0.4$

X-3. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES TRAVERSES:

X.3.1. Ouvrages d'assainissement :

Les ouvrages d'assainissement utilisés ce sont des aqueducs qui ont pour but d'assurer souterrainement l'écoulement des eaux lorsque leur volume est faible ; si le volume est plus important en construisant alors des ponceaux ou des dalots.

La section transversale des dalots peut avoir diverses formes, dont les plus utilisées sont la forme circulaire et rectangulaire.

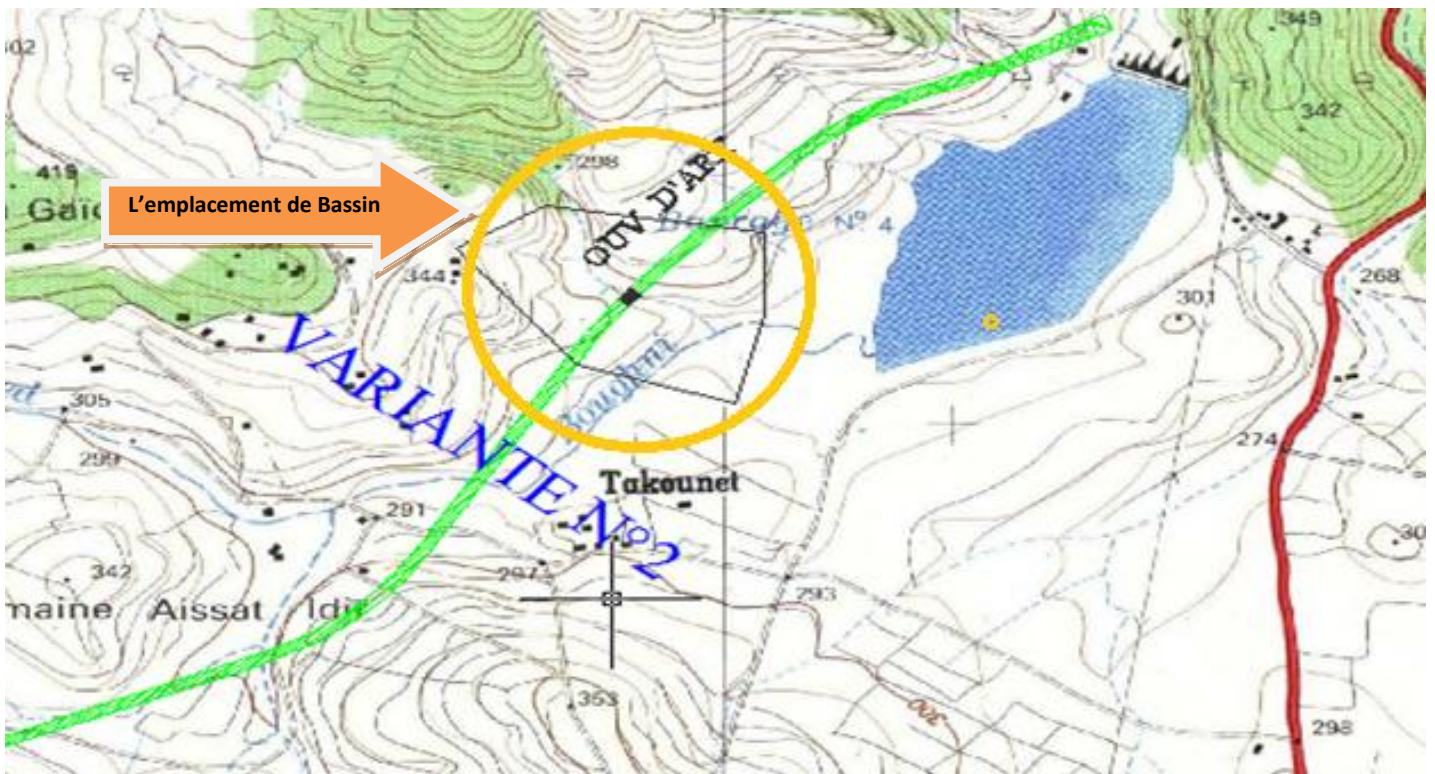


Photo-4-représente le bassin versant

X.3.2. Dimensionnement des buses :

Pour dimensionner les buses on prend $Q_a=Q$

$$Q_s = s. kst. R^{\frac{2}{3}}. \sqrt{i}$$

$$Q_s = K. C. I_t. A$$

Nous avons : $A=12.4 \text{ ha}$ $P=4\%$

$$\begin{cases} A = 12.4 \text{ ha} \\ P = 4\% \\ I(10\%) = 3.88 \frac{\text{mm}}{\text{h}} \\ B = -0,79 \end{cases}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^B$$

A.N:

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

(Le temps de concentration pour les bassins versant inférieurs 5 Km^2)

$$\begin{cases} A = 12.4 \text{ ha} = 0.124 \text{ km}^2 \\ P = 4\% \end{cases}$$

$$t_c = 0.2236 \text{ h}$$

$$Q_{a1} = K.C.I_t.A \rightarrow Q_{a1} = 1.61 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{a2} = 0, 1043 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_a = Q_{a1} + Q_{a2} \rightarrow Q_a = 1.72 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ Q_{a1} : débit rapporté par bassin versant.

➤ Q_{a2} : débit rapporté par le fossé

$$Q_s = S.K_{ST} R^{2/3} . i^{1/2}$$

On a:

$$S_m: \text{surface mouillée} = \frac{1}{2} \pi r^2 \text{ (Pour une hauteur de remplissage égale à } 0.5 \text{ } \emptyset)$$

$$R_h: \text{rayon hydraulique} = R/2$$

$$K_{st} = 80 \text{ (pour les buses)}$$

➤ i : la pente de pose qui vérifié la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à 4m/s. pour notre cas ; On a $i = 0.8\%$

A.N

$$Q_s = 80 \cdot (R/2)^{2/3} \cdot R^{1/2} (0.008)^{1/2}$$

$$Q_s = Q_a \Rightarrow R = 622 \text{ mm} \Rightarrow \varnothing = 1 \text{ m}$$

X.3.3. DIMENSIONNEMENT DES DALOTS:

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle ou une série de dalles accolées (on utilise généralement des dalles de 1m de large), les pieds droits sont posés sur une fondation ou radier.

La section de dalot est calculée comme pour le fossé, seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot.

On fixe la hauteur d'après la configuration du profil en long et on calcule la travée nécessaire et on fixe aussi la hauteur de remplissage à $\rho = 0.8h$.

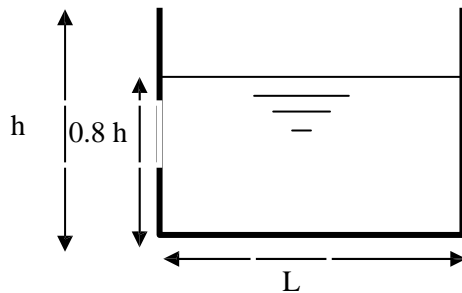


photo-5-la forme de dalots

On a :

Périmètre mouillé : $P_m = 2 \times 0.8 \times h + L$ Section

mouillée : $S_m = 0.8 \times h \times L$

$$\text{Rayon mouillé : } R_m = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0.8hL}{1.6h + L}$$

Pente longitudinale de l'ouvrage i

Or:

$$Q_s = K_{st} \times S \times R_h^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = K_{st} \times i^{\frac{1}{2}} \times 0.8 \times hL \times \left[\frac{0.8hL}{1.6h + L} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Dans notre cas $K_{st} = 70$ (béton) et i tirée en plan. Le débit rapporté par le bassin versant (connu), doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot. Ce débit est donné par la formule de MANNING STICKLER.

$$Q_s \leq Q_a$$

$$Q_s \leq K_{st} \times i^{\frac{1}{2}} \times 0.8 \times hL \times \left[\frac{0.8hL}{1.6h + L} \right]^{\frac{2}{3}}$$

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

APPLICATION :

$$Q_a = 0.278 \cdot C \cdot I_t \cdot A$$

$$A = 112.4 \text{ ha}$$

$$P = 4 \%$$

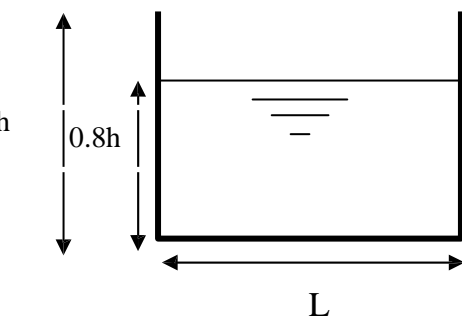
$$I(2\%) = 5.297 \text{ mm/h}$$

$$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} \quad t_c = 0.63$$

$$I_t = 65.3 \text{ mm/h} \Rightarrow Q_a = 6.128 \text{ m}^3/\text{s}$$

Si on pose :

$Q_a = Q_s$ et en fixant la longueur $L = 2 \text{ m}$ on trouve :



H = 1.5 m

X-4 APPLICATION DE PROJET:

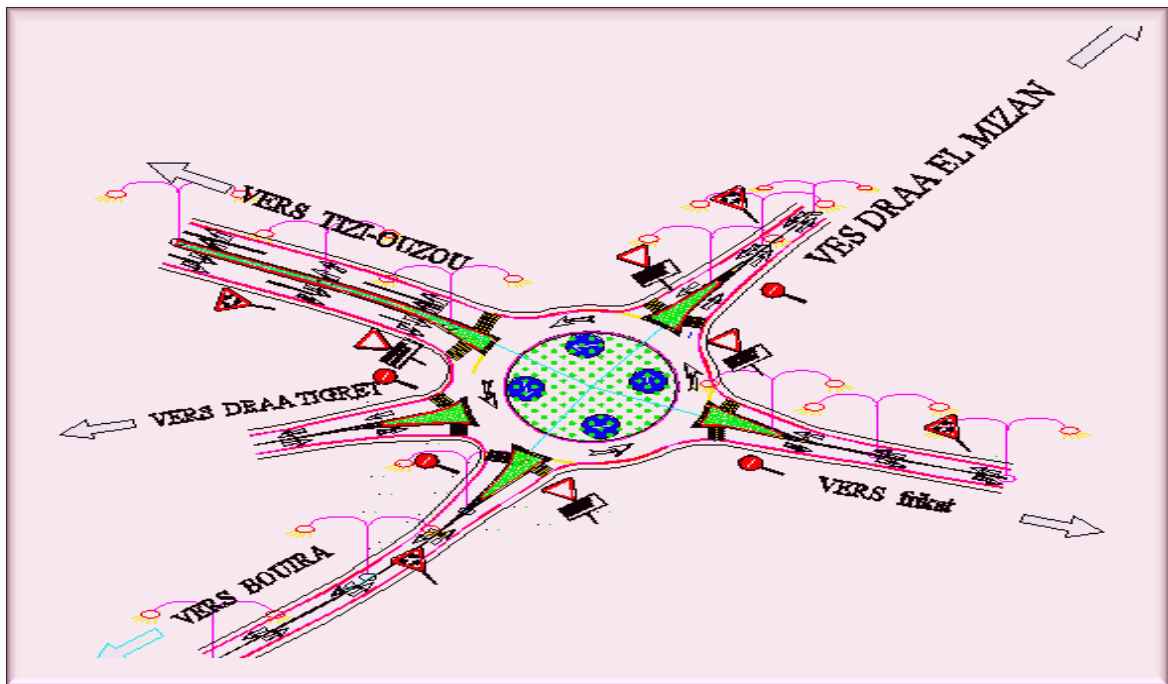
N	PK	BASSINSVERSANT				Ø
		A (km ²)	P(%)	It	Q (m ³ /s)	
1	0+280	0.124	0.04	156.32	1.72	1000
2	0+330	0,286	0,05	122.7	2.92	1200
3	0+900	0.622	0,04	82.6	2.28	1200
4	1+520	0.436	0,03	84.75	3.08	1200
5	2+087	0.735	0,03	68.99	4.2	1200
6	3+600	0.121	0,04	158.01	1,59	1000
7	5+020	1.124	0,04	65.3	6.12	Dalot2
8	5+560	2.163	0,04	33.82	6.1	Dalot2
9	5+780	2.125	0,04	51.07	9.05	Dalot3x3
10	6+180	3.254	0.05	46,88	12.72	Dalot4x4
11	6+520	0.325	0.03	95.16	2.57	1200

Tableau-4-Réprésente les résultant de dimensionnement (buses et dalot)

Remarque : Il existe un ouvrage d'art en PK5+520 jusque a PK5+696

CHAPITRE

(XI)



CHOIX ET CONCEPTION DE CARREFOUR

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

CARREFOUR

XI.1. DEFINITION:

Le carrefour est une partie importante d'une 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.

XI.2. LES DIFFERENTS TYPES DE CARREFOUR:

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

XI.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.

XI.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°)

XI.2.3. Carrefour à quatre branches (en croix) :

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

XI.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.

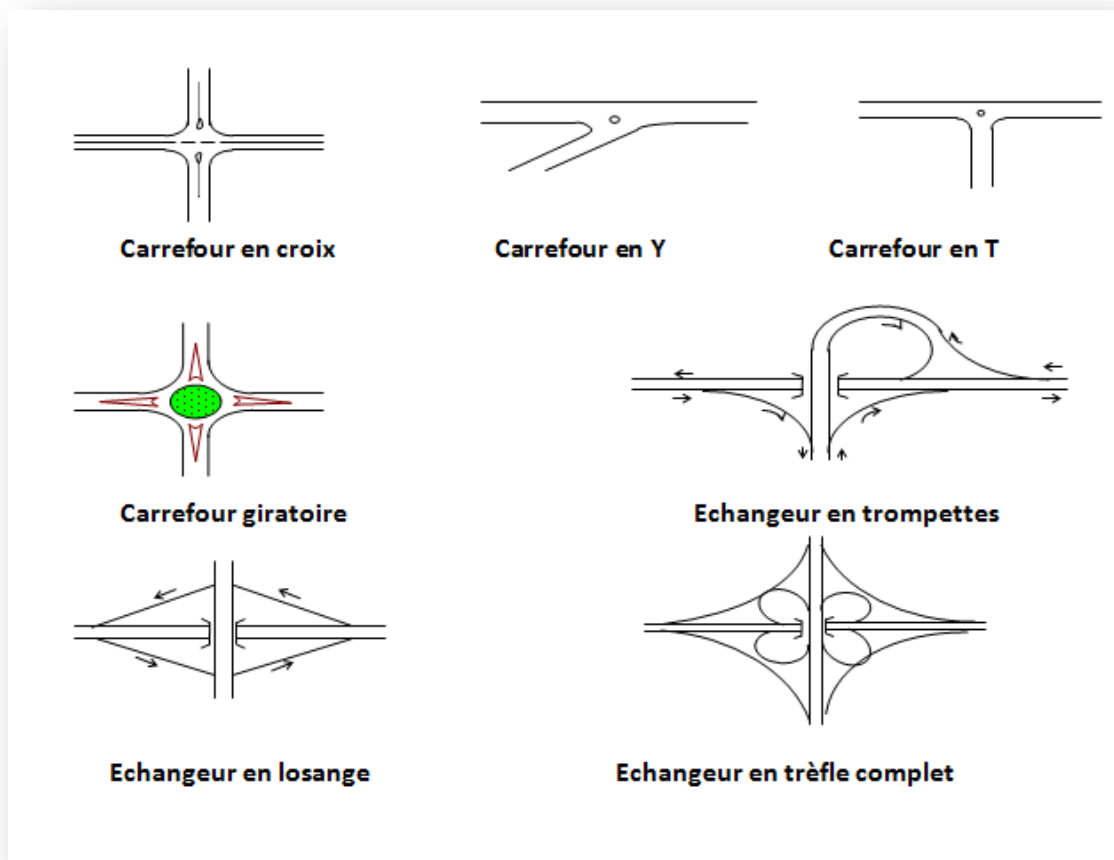


Photo-1- représente les Différents types des carrefours.

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

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

- La valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans la 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.

XI.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

XI.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.

XI.4.2. 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).

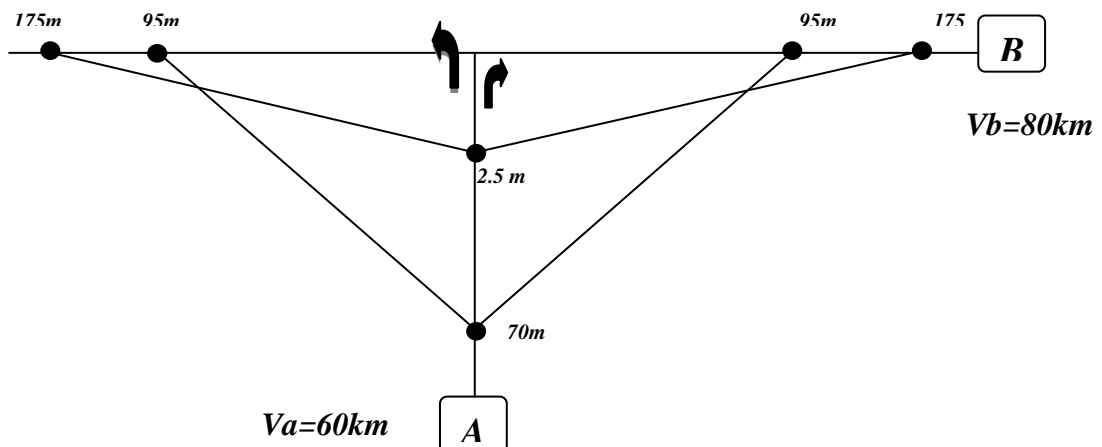
XI.4.3. Diagrammes de visibilité :

On a les deux itinéraires A (l'évitement) non prioritaire et B (la RN25) non prioritaire à deux voies de catégorie C1 et environnement E2 pour chacun des deux.

D'après le **B40** :

En catégorie 1 et environnement 1 sur un alignement: $V_0 = 60 \text{ km/h}$, $a = 2.5 \text{ m}$ (distance entre l'œil de conducteur du véhicule non prioritaire et la ligne d'arrêt).

- Itinéraires A et B : $d'p \text{ (VP)} = 130 \text{ m}$.
 $d'p \text{ (PL)} = 175 \text{ m}$.
 $d'p \text{ (TAG)} = 175 \text{ m}$.
 $d'p \text{ (TAD)} = 165 \text{ m}$.
 $dp = 95 \text{ m}$.
 $dnp = 235 \text{ m}$.



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).

XI.5. les Carrefours plan de projet :

XI.5.1. Carrefour giratoire Intersection :

- (vers la ville de DRAA EL MIZAN). (vers la ville ISSER).
- (vers la ville TIZI- OUZOU). (vers la ville BOUIRA)

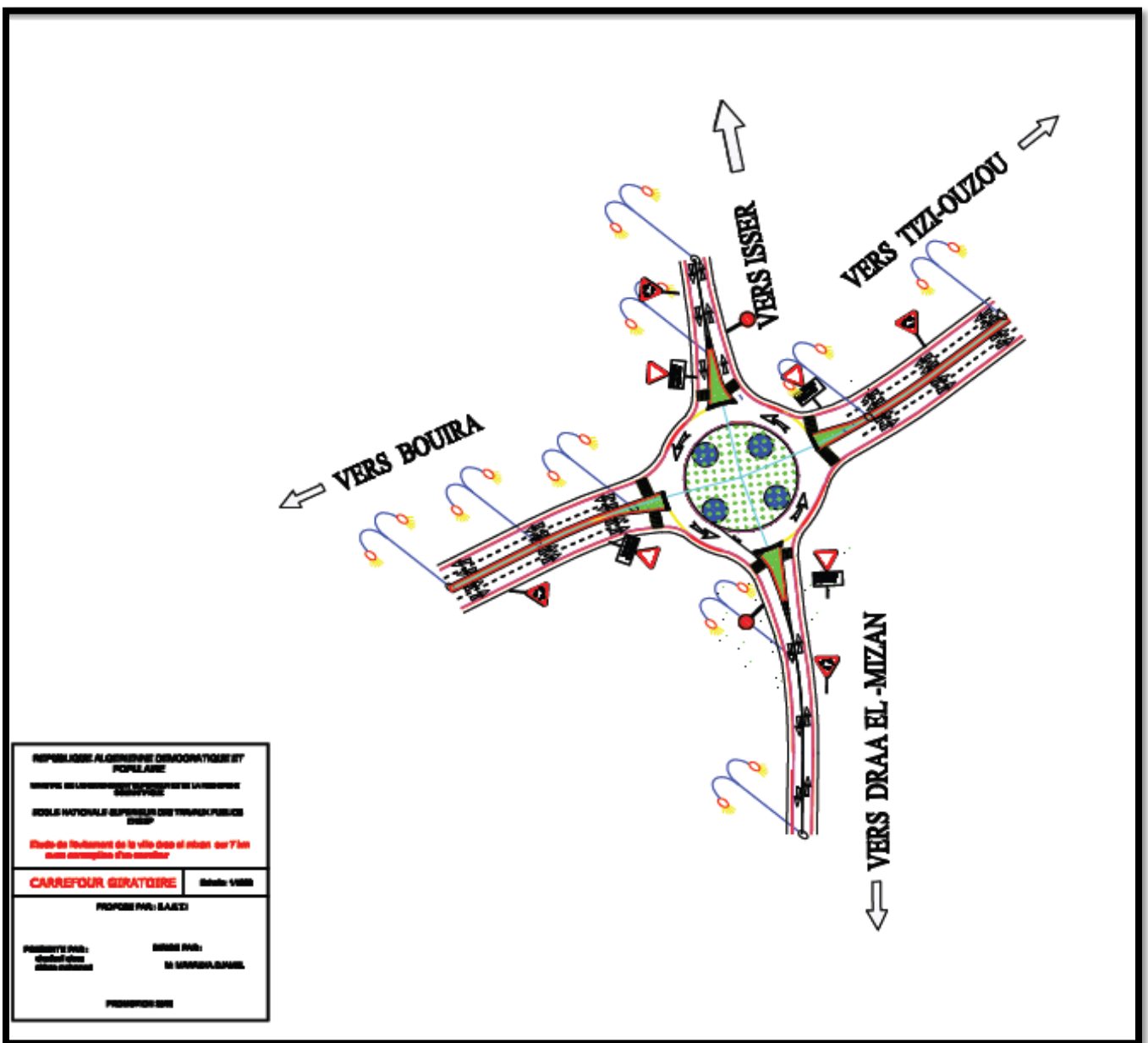


photo-2- Carrefour giratoire a quatre bronche

Choix et conception du carrefour

XI.5.2. Carrefour giratoire au debut de projet 5 branche :

- (vers la ville de DRAA EL MIZAN). (vers la ville FRIKAT).
- (vers la ville TIZI- OUZOU). (vers la ville BOUIRA)
- vers la ville DRAA TIGRET).

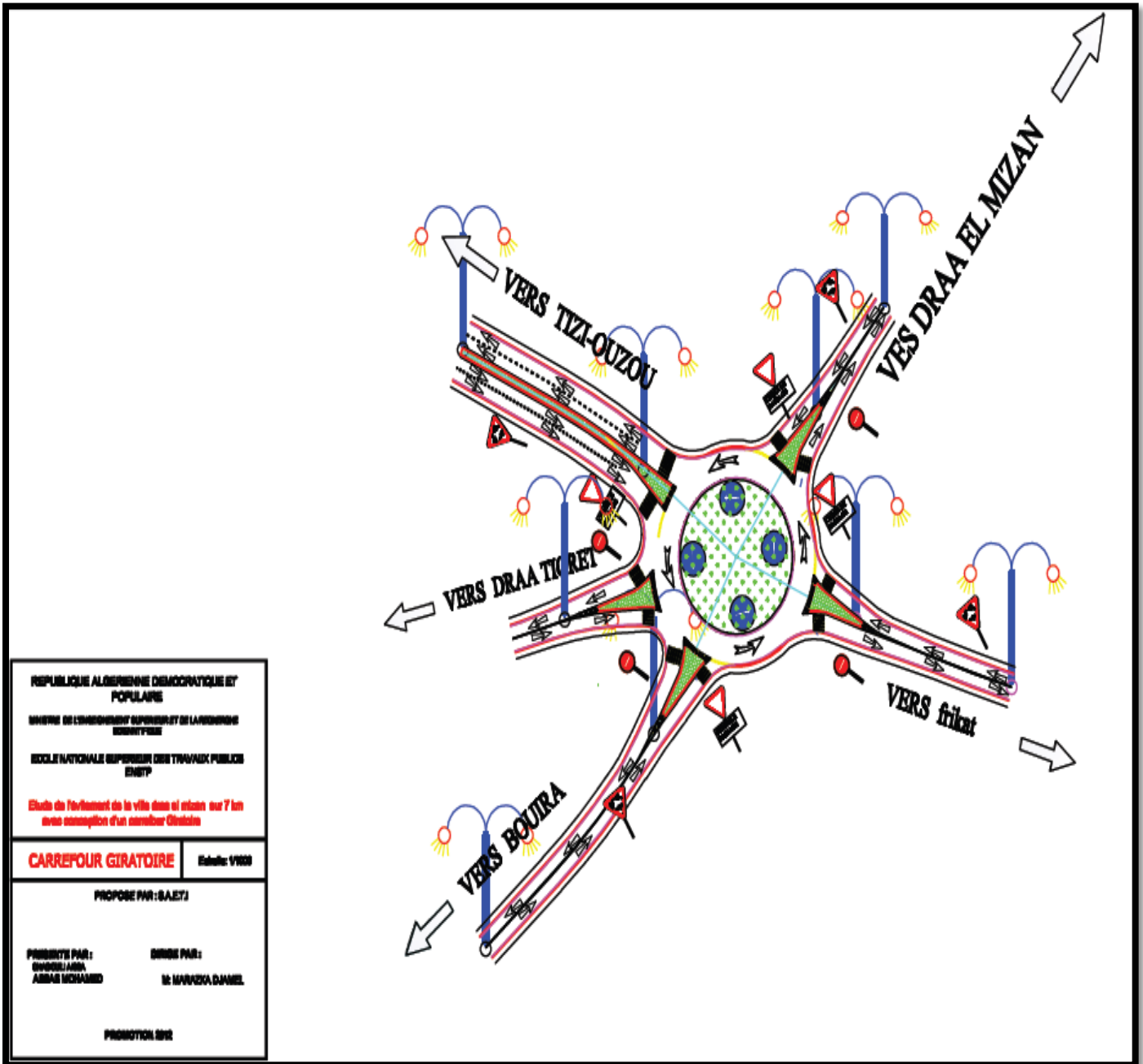


photo-3- Carrefour giratoire au début de projet

Choix et conception du carrefour



CHAPITRE (XII)



SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

XII.A.1. Introduction.

XII.A.2. L'objet de la Signalisation Routière.

XII.A.3. Types de signalisation.

XII.A.4. Les critères de conception de la signalisation.

XII.5.A. Application au projet.

XII.B.1. Introduction.

XII.B.2. Catégories d'éclairage.

XII.B.3. paramètres de l'implantation.

XII.B.4. Application au projet.

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE :

A-SIGNALISATION:

XII.A.1. INTRODUCTION:

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentielle pour l'usager de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'usager de la route le long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent, et ce, en évitant l'hésitation et la fausse manœuvre.

XII.A.2. L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :

La signalisation routière a pour objet :

- *De rendre plus sûr la circulation routière ;*
- *De faciliter cette circulation ;*
- *D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police;*
- *De donner des informations relatives à l'usage de la route.*

XII.A.3. TYPES DE SIGNALISATION:

On distingue deux types de signalisation :

- *Signalisation verticale ;*
- *Signalisation horizontale.*

XII.A.3.1. Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

✚ **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 où 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°.

XII.A.3.2. Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marquages sur chaussées qui sont employés pour régler la circulation.

❖ **Type de signalisation :**

La signalisation horizontale se divise en trois types :

✚ **Marquages longitudinale :**

- Lignes axiales, on distingue les lignes continues infranchissables, lignes discontinues, lignes de dissuasion ;
- Lignes de rive ;
- Lignes de délimitation de vitesse.

✚ **Marquages transversales :**

- lignes d'arrêt ;
- Lignes « céder le passage » ;
- Passage pour piétons.

✚ **Marquages complémentaire :**

- *Flèches de sélection de rives ;*
- *Flèches de rabattement ;*
- *Indications particulières.*

❖ **Dimensions des marquages :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité «u» différente selon le type de route ; on adopte les valeurs suivantes pour « u » :

- *$U = 7,5 \text{ cm}$; sur routes de types autoroutier et voies rapides urbaines.*
- *$U = 6 \text{ cm}$; sur routes express a une chaussée et routes principales bidirectionnelles.*
- *$U = 5 \text{ cm}$; sur les autres routes.*

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un $U= 6 \text{ cm}$.

❖ **Modulation des lignes discontinues :**

Trois types de modulation ont été retenus, se différenciant par rapport des pleins aux vides ; ces modulations (tirets plus intervalles) sont des multiples ou sous-multiples de 13 (m).le tableau ci-après donne leurs caractéristiques :

Type de modulation	Longueur de trait (en m)	Intervalles entre 2 traits successifs (en m)	Rapport plein vide
T_1	3,00	10,00	Environ 1/3
T'_1	1,50	5,00	
T_2	3,00	3,50	Environ 1
T'_2	0,50	0,50	
T_3	3,00	1,33	Environ 3
T'_3	20,00	6,00	

Tableau-1-Modulation des lignes.

XII.A.4. LES CRITERES DE CONCEPTION DE LA SIGNALISATION :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec les règles de circulation ;
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale ;
- Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'usager.





XII.A.5. APPLICATION AU PROJET :

Dans le cadre de notre étude, tout en respectant les critères énoncés précédemment ainsi que la réglementation Signalisation et marquages routière Algérienne.

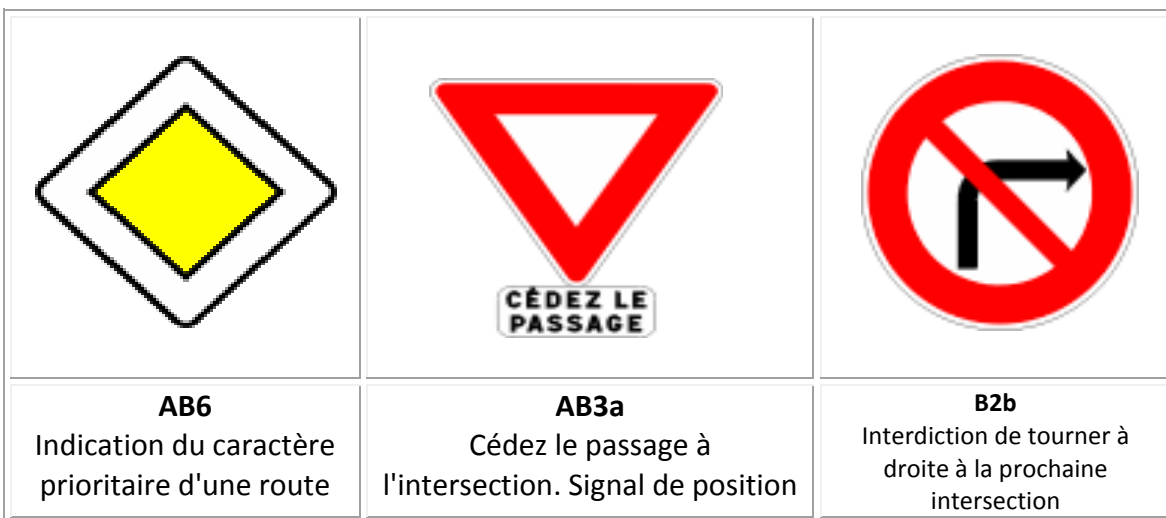
Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

Signalisation verticale

- ❖ Les signaux routiers qui sont utilisé pour l'évitement sont :

	
A1b Virage à gauche	A1a Virage à droite
	
A3 Chaussée rétrécie	A15a2 Passage d'animaux domestiques

❖ Les signaux routiers qui sont utilisées pour la route sont :



❖ Les signaux routiers qui sont utilisé pour le carrefour sont :




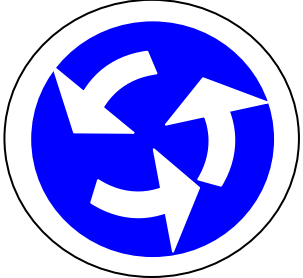
		
<p>AB25 Carrefour à sens giratoire</p>	<p>Giratoire</p>	

Photo -1- signalisation vertical



Photo -2- La Plaque De Giratoire

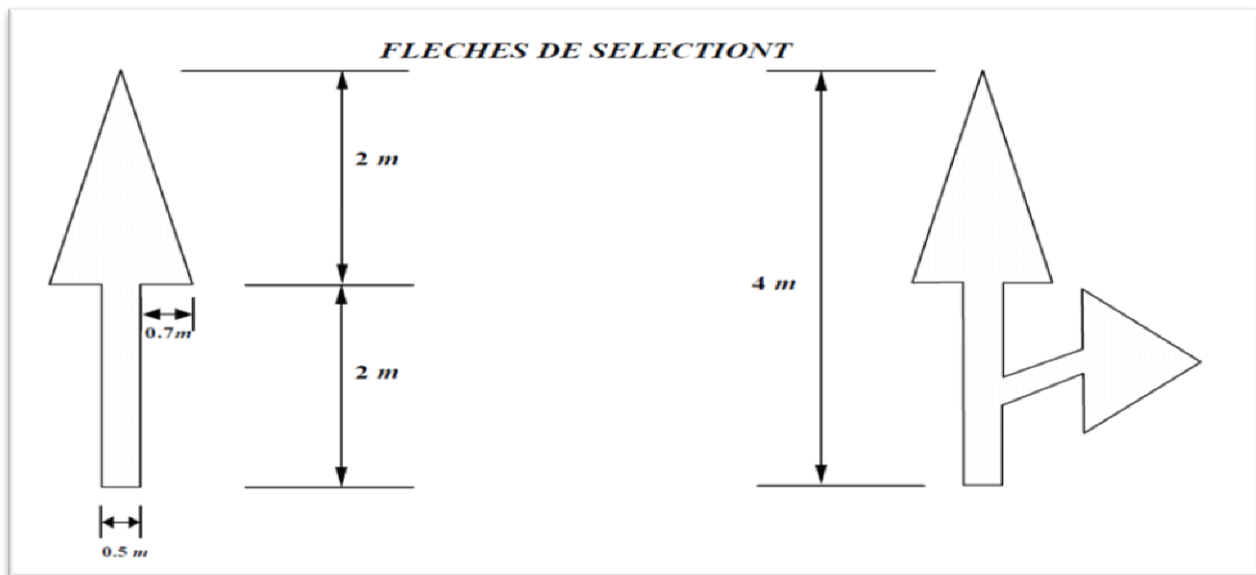


Photo -3- signalisation horizontal

B- ECLAIRAGE :

XII.B.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.

XII.B.2. CATEGORIES D'ECLAIRAGE :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

XII.B.3. PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES

- ✚ L'espacement(e)entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- ✚ La hauteur (h) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 met parfois 12m 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.

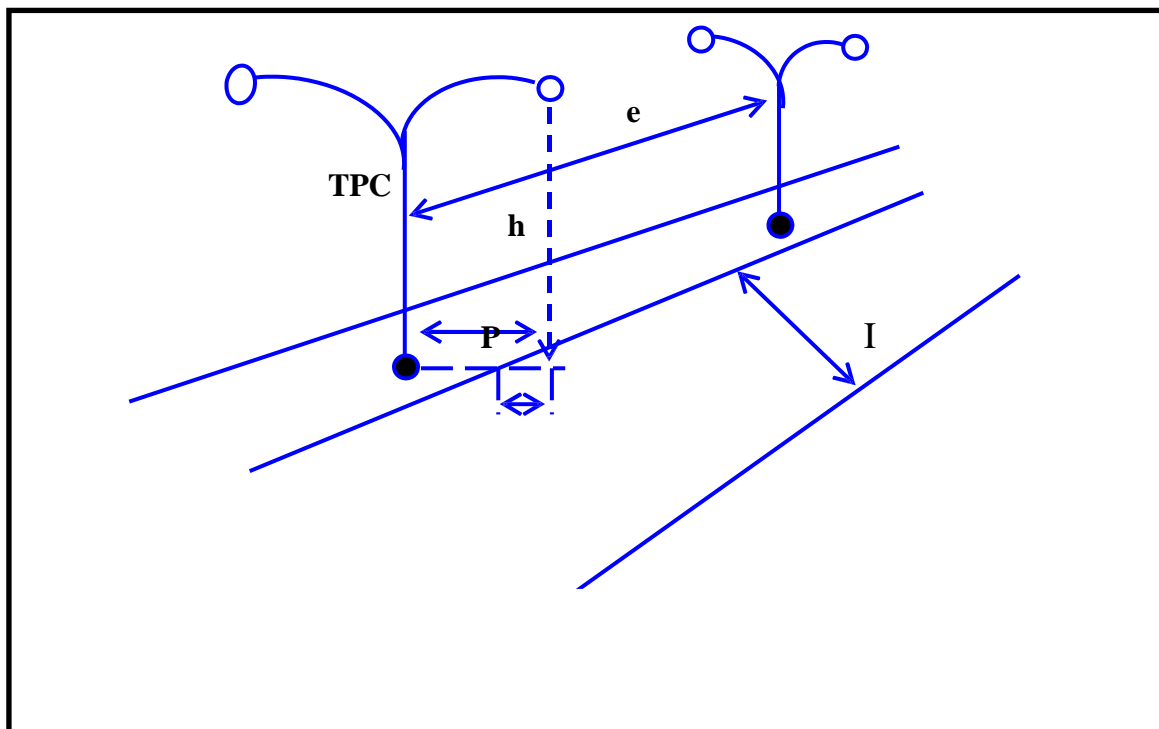


Photo-4-Paramètres de l'implantation des luminaires

XII.B.4. APPLICATION AU PROJET:

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

. La bordure du TPC doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux on place .Ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plages d'éclairage se raccordent sans discontinuité. La hauteur des foyers est en général de 8 à 12m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre route. Deux foyers portés par le même support éclairant chacun une demi chaussée, espacés de 20m.

CHAPITRE (XIII)



IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- XIII.1.* Introduction.
- XIII.2.* Cadre juridique.
- XIII.3.* Objectifs.
- XIII.4.* Impact sur l'agriculture.
- XIII.5.* L'impact sur la nature.
- XIII.6.* L'impact sur les habitants.
- XIII.7.* Conclusion.

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XIII.1. INTRODUCTION :

Nous insinuons avec l'impact sur l'environnement l'étude de la protection des lieux de vie des espèces animales, végétales et évidemment humaines.

Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liée à l'environnement (eau, air, faune, flore), et aussi sur l'environnement de l'être humain.

L'étude d'impact sur l'environnement se fait dans le cadre juridique.

XIII.2. CADRE JURIDIQUE :

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

- + Une analyse détaillée du projet.*
- + Une analyse de l'état initiale du site et de son environnement.*
- + Une analyse de conséquence prévisible, à court, moyen, et à long terme du projet sur l'environnement.*

XIII.3. OBJECTIFS :

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

-Rechercher la meilleure intégration de la route dans l'environnement, et favoriser la valorisation mutuelle de la route et de l'environnement.

-Ne pas dégrader l'environnement, ou du moins limiter ou corriger ce qui peut conduire à des dégradations.

-Gérer et entretenir les abords de la route.

XIII.4. IMPACT SUR L'AGRICULTURE :

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

XIII.4.1.Les Impacts :

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

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

XIII.4.2.Les remèdes :

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

✓ Mesures protectrices :

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

✓ Mesures curatives :

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

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

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

XIII.5. L'IMPACT SUR LA NATURE :

XIII.5.1.La faune :

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



Le tracé de la route provoquera des accidents dus aux collisions des usagers de la route avec ces animaux comme représenter dans cette photo.



Photo -1-représent les dégâts des animaux (sanglier)

XIII.5.2.La flore :

Les études de rectifications menées sur le terrain permettent d'identifier précisément les groupements végétaux avec le tracé retenu. La connaissance approfondie de la flore locale vise à orienter le choix des espèces à planter sur le talus selon un certain nombre de critères:

Particularités de la climatologie et du paysage. Les espèces végétales indigènes sont ainsi toujours privilégiées car elles présentent l'intérêt d'être les mieux adaptées au milieu environnant (littoral) Le grand problème est levier.

XIII.5.3.L'eau :

Les phases de travaux donnent lieu à la mise en œuvre de toutes les dispositions adaptées pour pallier les inconvénients mis en évidence lors des études de conception.

les ouvrages d'assainissement sont ainsi largement dimensionnés par rapport aux crues les plus importantes et des aménagements spéciaux sont réalisés pour relever aux effets démolisseurs des écoulements torrentiels. En section courante, on doit veiller à adapter le niveau d'équipement des ouvrages de protection aux enjeux de l'environnement local, l'évacuation des eaux vers la mer constitue dans la plus part des cas une réponse efficace, tout a fait adaptée au problème posé par l'épuration des eaux de ruissellement et permettant d'éviter des aménagements massifs, difficilement compatibles avec l'intégration paysagère de la route.

XIII.6. L'IMPACT SUR LES HABITANTS :

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

- ✚ La destruction
- ✚ La pollution
- ✚ Le bruit

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

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

XIII.6.1. La destruction:

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

- Les impacts de destruction concernent :

Les populations situées sur l'emprise du projet, et qui seront obligés de se déplacer.

- Les populations situées au périmètre d'accueil.

- Ces impacts sont d'ordre :

- ✚ Economique : modification des systèmes de production.
- ✚ Socioculturel : désorganisation des communautés, et modification culturelle.
- ✚ Naturel : modification dans l'exploitation des ressources naturelles.

XIII.6.2. Le bruit :

- *Les impacts :*

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

- ✚ *Perte de sommeil.*

- ✚ *La fatigue*

- ✚ *Baisse de l'acuité auditive.*

- *Les remèdes :*

- ✚ *Eviter les zones de grandes densités d'habitation en agissant en amont sur la configuration du tracé.*

- ✚ *Mettre des protections entre cette source de bruit et les récepteurs.*

- ✚ *Agir sur les façades des bâtiments concernés.*

- ✚ *La protection entre la source et le récepteur consiste à interposer un obstacle entre les voies de circulation et les habitations situées à la proximité.*

- ✚ *Dans le cas d'immeubles de grande hauteur, ces dispositifs sont incapables de protéger les étages supérieurs.*

En générale on peut avoir recours à :

- ✚ *L'amélioration de la couche de roulement ; en agissant sur les enrobés au dépend des frottements, pour minimiser les bruits de circulation.*

XIII.7. CONCLUSION

Le défi est de limiter le plus possible l'impact sur l'environnement humain tout en préservant les ressources naturelles. Cet engagement permanent doit s'imposer tout le long des trois étapes successives qui marquent la vie de la route :

- ✚ *Sa conception,*

- ✚ *Sa construction,*

- ✚ *Son exploitation.*

CHAPITRE (XIV)



DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF

DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF

DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE EN (DA)	MONTANT
1) Acuisition de terrain	M ²	164635	1500	246952500
		TOTAL 1:		246952500
2) Installation de chantier et repliement	F		3% du total (3+4+5)	18065887.83
		TOTAL 2:		18065887.83
3) Dégagement de l'emprise				
Arrachement des arbres, abatages d'arbre(levier)	M ²	15	20000	300000
		TOTAL 3:		300000
4) Terrassement				
Décapage de la terre végétale épaisseurs de 20 à 30cm	M ²	41677	80	3334160
Déblai en terrain meuble mis en remblai	M ³	236126	450	106256700
Remblais d'emprunt	M ³	425290	600	255174000
		TOTAL 4:		364764860
5) Chaussée				
couche de fondation en grave concassé GNT	M ³	30704	2000	61408000
Couche de base en grave bitume GB	T	22319	4200	93739800
Couche d'imprégnation en émulsion 700 à 800 g/m ²	T	73.863	100000	7386300
Couche de roulement en béton bitumineux BB	T	13296	4800	63820800
Couche d'accrochage	T	23.0825	78800	1818901
Couche d'accotement	M ³	11197	800	89576900
		TOTAL 5:		237131401
6) Ouvrages d'art	M ²	1710	40000	68400000
		TOTAL 6:		68400000

Devis estimatif et quantitatif



7) Ouvrages d'art courant et assainissement	F		10% total (3+4+5)	60219626.1
			TOTAL 7 :	60219626.1
8) Impact sur l'environnement	F	/	1% du total (3+4+5)	6021962.61
			TOTAL 8:	6021962.61
9) Signalisation et Eclairage routiers	F		5% du total (3+4+5)	30109813.05
			TOTAL :9	30109813.05
10) Déviation de réseaux	F	/	3% du total (3+4+5)	18065887.83
			TOTAL 10:	18065887.83
11) Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)	F		2% total (3+4+5)	12043925.22
			TOTAL 11:	12043925.22
			TOTAL:	1062075863.64
			TVA 17%	180552896.7
			TOTAL EN DINARS TTC	1242628760

Le coût total du projet s'élève à : **1242628760.00** DA

(Un milliard deux cent quarante-deux millions six cent vingt-huit mille sept cent soixante Dinars Algérien)

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le choix de tracé de notre variante est trop compliqué, à cause de plusieurs contraintes, parmi-elles

Ona le terrain n'est pas plat et en plus il est privé, ce que nous donne que cette variante n'est pas économique, même si ona utilisé toute les moyennes et les possibilités de la conception pour l'avoir rendre économique.










Dans notre étude, nous avons essayé de respecter toutes les normes existantes qu'on ne peut pas négliger et qu'on a prés 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.

*Encore une fois, ce modeste travail nous a poussés à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels: **Piste+5.05** **AUTOCAD** et **COVADIS 9.1** et **AUTO PISTE** vue leur traitement rapide et la précision de leurs 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 ;***
-  ***Cours de l'ENTPE (tome 01, tome 02) ;***
-  ***Site internet : www.SETRA.com.***

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics
المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

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

Thème

Etude de l'évitement de la ville DRAA EL MIZAN sur
7 Km avec conception deux carrefours.

Proposé par :

▪ MAREZKA DJAMEL

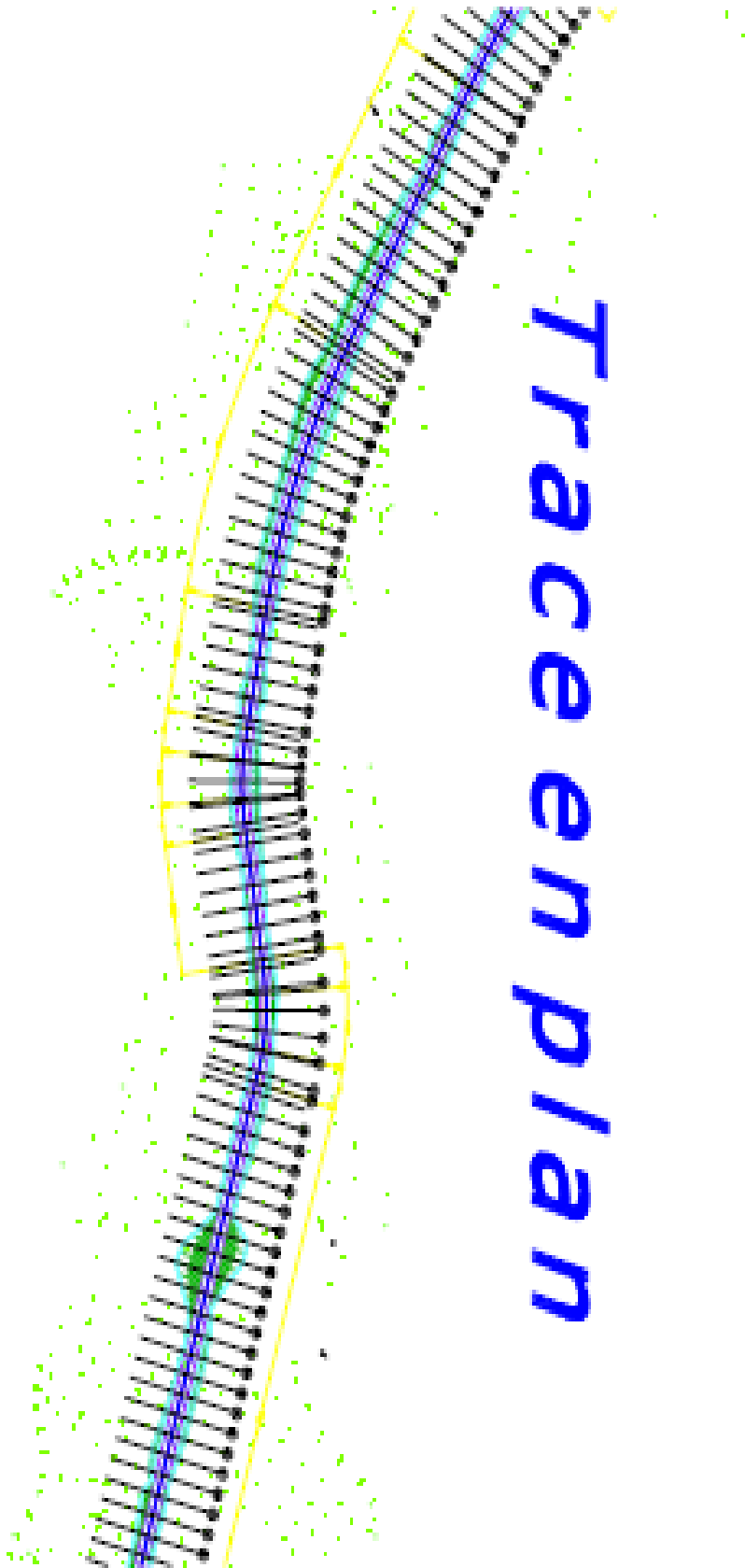
Présenté par :

CHADOULI AISSA
ABBAS MOHAMMED

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.

ANNEXE





profil en long